

OLITECHNICZNE KRAKÓW

TEKA GŁÓWNA

~~4080~~

1034

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294500

xx
345/3

3. Mar. 23 764

BAUKUNDE DES ARCHITEKTEN.

Unter Mitwirkung

von

Fachmännern der verschiedenen Einzelgebiete

bearbeitet

von

den Herausgebern der Deutschen Bauzeitung und
des Deutschen Baukalenders.

Mit rd. 2000 Abbildungen und 16 Tafeln im Text.

ERSTER BAND.

Erster Theil.

(Der Aufbau der Gebäude).

Vierte wesentlich verbesserte und vermehrte Auflage.



II. Nr. 72



Berlin.

Kommissions-Verlag von Ernst Toeche.

1895.

xx

345/3

Vorbemerkung.

In dem vorliegenden 1. Theil vom 1. Band der Neuauflage der Baukunde des Architekten, sind, der vorhergegangenen Auflage gegenüber zwei Aenderungen eingetreten, über welche eine kurze Notiz angebracht erscheint.

Dieselben bestehen darin, dass aus dem „Ausbau der Gebäude“ der die Verkehrs- und Feuersicherheit betreffende Abschnitt herüber genommen worden ist und dass alle an den „Aufbau“ der Gebäude (den Rohbau) anknüpfenden Rücksichten gesundheitlicher Natur — welche theils bisher ganz unbehandelt gelassen waren, theils nur eine beiläufige Behandlung an verschiedenen Stellen des Textes erfahren hatten — gesammelt, systematisch verarbeitet und zu einem neuen Abschnitt (VI) zusammen gefasst worden sind.

Infolge dieser Erweiterungen, denen auch sonstige an mehreren Stellen des Buches hinzu getreten sind, erscheint der Umfang dieses Heftes verglichen mit demjenigen der vorhergegangenen Auflage um etwa 14 Bogen vermehrt.

BIBLIOTEKA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

KRAKOW

~~114080~~



11-349968

BPK - 374 / 2017

Akc. Nr.

~~1285~~ 50

Inhalts-Verzeichniss.

Seiten.

I. Maurerarbeiten.

Seite 1—216.

I. Mauern aus künstlichen Steinen.

Seite 1—11.

- | | |
|--|------|
| a) Ziegel und andere künstliche Steine und deren Formate | 1—3 |
| b) Der Verband | 3—8 |
| α . Der Schornstein-Verband. — β . Der Strecker-V. — | |
| γ . Der Block-V. — δ . Der Kreuz-V. — ϵ . Der polnische | |
| oder gothische V. — ζ . Der holländische V. — η . Der | |
| Strom- oder Festungs-V. — θ . Der Blend-V. | |
| c) Ausführung des Ziegelmauerwerks | 8—11 |

II. Mauermaterial-Mengen. 11—14

III. Mauern aus natürlichen Steinen.

Seite 14—26.

- | | |
|--|-------|
| a) Mauern aus unbearbeiteten, rohen Bruchsteinen . . . | 14—16 |
| b) Mauern aus bearbeiteten Werkstücken oder Quadern . | 16—26 |

IV. Mauerwerk aus Stampf- und Gussmassen.

Seite 26—36.

- | | |
|---|-------|
| a) Lehm-Pisé | 26 |
| b) Kalk-Pisé | 26—27 |
| c) Zement-Pisé oder Beton- (Kontret-) Mauerwerk | 27—36 |

V. Nachträgliche Ausführung von Verblendungen. . 36—37

VI. Rauchröhren und Schornsteine.

Seite 37—48.

- | | |
|--|-------|
| a) Rauchröhren und Schornsteine in Wohnhäusern | 37—42 |
| b) Fabrik-Schornsteine | 42—48 |

VII. Keller.

Seite 48—57.

- | | |
|-----------------------------|-------|
| a) Kellerfenster | 48—49 |
| b) Kellereingänge | 49 |

| | |
|---|-------|
| c) Schutz gegen seitlichen Zutritt von Feuchtigkeit | 50—54 |
| d) Schutz gegen Zutritt von Grundwasser | 55—57 |

VIII. Stein-Gesimse.

Seite 57—65.

| | |
|---|-------|
| a) Die gewöhnlichen Backstein - Gesimse bei Ziegel-Rohbau | 58 |
| b) Putz-Gesimse | 59—61 |
| c) Formstein- und Terrakotta-Gesimse | 61—62 |
| d) Haustein-Gesimse | 62—65 |

IX. Grundmauern (Fundamente).

Seite 65—97.

| | |
|--|-------|
|) Stärke der Grundmauern | 65—68 |
| b) Untersuchung des Baugrundes | 69—71 |
| c) Ausheben der Baugrube und Absteifen der Baugrubenwände | 71—74 |
| d) Spundwände | 74—77 |
| e) Fangedämme | 77—79 |
| f) Schutz der Fundamente gegen Abgleiten | 79 |
| g) Von den verschiedenen Gründungen | 80—91 |
| α. Einfaches Aufmauern. — β. Steinpackung. — γ. Sandschüttung. — δ. Betonbettung. — ε. Gründung mittels Senkbrunnen aus Mauerwerk oder Holz. — ζ. Gründung mittels Holzkonstruktionen (Schwellrost und Pfahlrost). | |
| h) Besondere Gründungsweisen | 91—94 |
| i) Wahl der Gründung | 94—95 |
| k) Unterfahrung und Verstärkung bestehender Fundamente | 95—97 |

X. Stärke der Mauern über Erdgleiche.

Seite 97—104.

| | |
|---|---------|
| a) Frei stehende Mauern | 97—99 |
| b) Futtermauern | 99—101 |
| c) Raumumschliessende Mauern bei Gebäuden | 101—103 |
| d) Widerlagsmauern bei Bögen und Gewölben | 104 |

XI. Thür- und Fenster-Oeffnungen in Mauern.

Seite 104—107.

| | |
|-------------------------------|---------|
| a) Thüren und Thore | 105—106 |
| b) Fenster | 106—107 |

XII. Bögen.

Seite 107—126.

| | |
|--|---------|
| a) Bezeichnung der Bögen und Bogentheile | 107—108 |
| b) Zeichnung der Bogenlinie | 108—112 |
| c) Ausführung der Bögen | 112—117 |
| α. Bögen aus Ziegeln. — β. Bögen aus Bruchsteinen. — γ. Bögen aus Werksteinen. | |
| d) Ausführung der Thür- und Fenstersturze | 117—119 |
| e) Steinverband der Bögen | 120 |
| f) Stärke der Bögen und Widerlager | 120—121 |
| g) Ausführung der Bögen, Wölbscheiben, Lehrbögen und Lehrgerüste | 121—126 |

XIII. Gewölbe.

Seite 126—194.

| | |
|---|---------|
| a) Allgemeines | 126—127 |
| α. Das Tonnengewölbe | 127—136 |
| β. Das Kappengewölbe (preussische Kappe) | 137—143 |
| γ. Das Klostergewölbe | 143—147 |
| δ. Das Muldengewölbe (scheidrechte Gewölbe und Spiegelgewölbe) | 147—150 |
| ε. Das Kuppelgewölbe | 150—158 |
| ζ. Das böhmische Gewölbe, oder die böhmische Kappe | 159—165 |
| η. Das Kreuzgewölbe | 165—180 |
| θ. Stern- und Netzgewölbe oder gothische Gewölbe | 180—188 |
| ι. Fächer- und Trichter-Gewölbe (normännisches oder angelsächsisches Gewölbe) | 188—190 |
| b) Topfgewölbe | 190—191 |
| c) Gussgewölbe | 191 |
| d) Graphostatische Bestimmung eines Tonnengewölbes | 191—194 |
| α. Das Gewölbe selbst. — β. Graphostatische Bestimmung des Widerlagers. | |

XIV. Konstruktion der massiven Thurmspitzen

(Helme). 194—201

XV. Steinerne Treppen.

Seite 201—216.

| | |
|--|---------|
| a) Allgemeines | 201—205 |
| b) Durch Untermauerung unterstützte Treppen | 205—207 |
| c) Durch Unterwölbung unterstützte Treppen | 207—211 |
| d) Durch Wangen unterstützte Treppen | 212—213 |
| e) Freitragende Treppen, bei welchen die Stufen nur mit einem Ende in der Mauer befestigt sind | 213—215 |
| f) Wendeltreppen mit massiver Spindel oder „Mönch“ | 216 |

II. Die Eindeckung der Dächer.

Seite 217—255.

I. Einleitung. 217**II. Ziegeldach.**

Seite 217—229.

| | |
|---|---------|
| a) Allgemeines | 217—218 |
| b) Das Flachziegeldach | 218—224 |
| α. Das Spliessdach. — β. Das Doppeldach. — γ. Das Kronendach. | |
| c) Das Hohlziegeldach | 224—225 |
| α. Das eigentliche Hohlziegeldach. — β. Das Pfannendach. — γ. Das Krämpfziegeldach. | |
| d) Das Falzziegeldach | 225—229 |

III. Plattendächer.

Seite 229—231.

| | |
|-----------------------------------|---------|
| a) Glasziegel | 229 |
| b) Zementplatten-Dächer | 229—231 |

IV. Das Schieferdach.

Seite 231—240.

| | |
|------------------------------------|---------|
| a) Allgemeines | 231—234 |
| b) Die englische Deckart | 234—237 |
| c) Die deutsche Deckart | 237—240 |

V. Die Asphaltpappe-Dächer.

Seite 240—246.

| | |
|--|---------|
| a) Allgemeines | 240—241 |
| b) Die Eindeckung der Pappedächer | 241—245 |
| c) Unterhaltung und Ausbesserung der Pappedächer | 245—246 |
| d) Der Asphaltfilz | 246 |

VI. Bedachung mit wasserdichten Leinen. 246—247**VII. Das Holzzement- und Kies-Pappe-Dach.**

Seite 247—255.

| | |
|---|---------|
| a) Das Holzzement-Dach | 247—254 |
| b) Das doppellagige Kies-Pappe-Dach | 254—255 |

VIII. Zusammenstellung der Dachneigungen. 255**III. Zimmer-Konstruktionen.**

Seite 256—384.

A. Einleitung.

Seite 256—258.

B. Konstruktionen aus Balkenhölzern.

Seite 258—322.

I. Die Verbände.

Seite 258—267.

| | |
|--|---------|
| a) Die einfachen Holzverbände | 258—263 |
| b) Die einfachen Holz-Eisen-Verbände | 263—267 |

II. Konstruktionen der Wände.

Seite 267—275.

| | |
|---|---------|
| a) Blockwände | 267 |
| b) Bohlen- oder Spundwände | 267—268 |
| c) Fachwerkwände | 268—274 |
| d) Vereinfachungen für Bauten vorübergehender Art | 275 |

III. Balkenlagen. 275—281**IV. Tragkonstruktionen.** 281—284**V. Dächer.**

Seite 285—317.

| | |
|---|---------|
| a) Satteldächer | 285—304 |
| α . Satteldächer mit geraden Dachflächen. — β . Satteldächer mit gebrochenen Dachflächen. — γ . Satteldächer aus Bohlenbögen. | |

| | |
|-------------------------------------|---------|
| b) Pultdächer | 304—305 |
| c) Sägen- oder Sheddächer | 305—307 |
| d) Zelt- und Thurmdächer | 307—314 |
| e) Kuppeldächer | 315—317 |

VI. Glockenstühle. 317—318

VII. Tribünen-Konstruktionen. 318—320

VIII. Schwimmende Konstruktionen. 320—322

C. Konstruktionen aus Brettern.

Seite 322—347.

I. Die Verbindungen von Brettern. 322—323

II. Bretter- (Brett-) Wände. 323—324

III. Zwischendecken. 324—328

IV. Deckenschalung. 328—329

V. Fussböden.

Seite 330—337.

| | |
|---|---------|
| a) Dielenfussboden | 330—332 |
| b) Bandparkett-Fussboden | 332—335 |
| c) Tafelparkett-Fussboden | 335 |
| d) Bohlenfussboden und Holzpflaster | 336 |
| e) Rostfussböden | 336—337 |

VI. Wandbekleidungen.

Seite 337—338.

| | |
|---|---------|
| a) Wandbekleidungen in Gebäuden | 337—338 |
| b) Wandbekleidungen am Aeusseren von Gebäuden | 338 |

VII. Dach- und Gesimsschalungen. 338—342

VIII. Thüren, Thore und Luken. 343—345

IX. Zäune. 345—347

D. Treppen-Konstruktionen.

Seite 347—355.

E. Hilfs-Konstruktionen.

Seite 355—384.

I. Arbeitsgerüste. 355—368

II. Bogenstellungen und Lehrgerüste. 368—370

III. Absteifungen und Abspreizungen. 370—375

IV. Heben und Bewegen von Bauwerken. 375—384

IV. Die Rücksichten auf Feuergefahr und Verkehrssicherheit in den Gebäuden.

Seite 385—499.

I. Sicherungen für Wohn- und Miethhäuser.

Seite 385—395.

- | | |
|--|---------|
| a) Allgemeines, insbesondere über offene und geschlossene Bebauung, sowie ländliche Bauten | 385—389 |
| b) Behandlung einzelner Einrichtungen und Konstruktionen | 389—395 |
| <i>α.</i> Decken. — <i>β.</i> Scheidewände. — <i>γ.</i> Treppen. — | |
| <i>δ.</i> Deckendurchbrechungen. — <i>ε.</i> Feuerstellen und | |
| Schornsteine. — <i>ζ.</i> Blitzableiter. — <i>η.</i> Beleuchtung. | |

II. Sicherungen für Geschäftshäuser, Fabriken, Lagergebäude und gewerbliche Anlagen.

Seite 395—417.

- | | |
|---|---------|
| a) Gesetzliche Bestimmungen und Grundlagen | 395—398 |
| b) Behandlung einzelner Einrichtungen und Konstruktionen | 398—417 |
| <i>α.</i> Mauern. — <i>β.</i> Treppen und Ausgänge. — <i>γ.</i> Eisenkonstruktionen. — | |
| <i>δ.</i> Deckendurchbrechungen. — | |
| <i>ε.</i> Brandmauern. — <i>ζ.</i> Abgetrennte Lage. — <i>η.</i> Langsam brennende Gebäudekonstruktionen und Wollspinnereien. | |
| <i>θ.</i> Besonders feuergefährliche Lagerräume usw. — | |
| <i>ι.</i> Holzbearbeitungs-Werkstätten. — <i>κ.</i> Gewerbliche Feuerungen. — | |
| <i>λ.</i> Kesselhäuser und Dampfkessel. — | |
| <i>μ.</i> Mühlen. — <i>ν.</i> Beleuchtung. — <i>ξ.</i> Zentralheizungen. — | |
| <i>ο.</i> Löscheinrichtungen. — | |

III. Sicherungen für Theater, Zirkusanlagen und Versammlungssäle.

Seite 417—450.

- | | |
|--|---------|
| a) Statistik der Theaterbrände | 417 |
| b) Die besonderen Umstände und Ursachen der Theaterbrände | 417—418 |
| c) Allgemeines über die Vorkehrungen zur Sicherheit gegen Lebensgefahr in Theatern usw. | 418—422 |
| d) Die Preussische Polizei-Verordnung betr. die bauliche Anlage von Theatern usw. vom Oktober 1889 | 422—429 |
| e) Besondere Einrichtungen und Konstruktionen von Theatern | 429—440 |
| f) Besondere Lösch-Einrichtungen | 440—450 |

IV. Sicherungen öffentlicher Gebäude.

450—453

V. Feuerfeste und feuersichere Wände, Türen und Stützen.

Seite 453—472.

- | | |
|---|---------|
| a) Massive Mauern, Brandmauern und feuersichere Türen | 454—457 |
| b) Eisenfachwerkwände; Wellblechwände | 457 |
| c) Holz- und Brettwände | 458—459 |
| d) Drahtputzwände und Rabetzwände | 459—462 |
| e) Gipsdielen, Schilfbretter, Spreutafeln | 463—465 |

| | |
|---|---------|
| f) Magnesit- und Xylolith-Platten | 465—467 |
| g) Wände aus Korksteinen | 467 |
| h) Wände aus Böklen'schen Zementdielen | 467—468 |
| i) Feuerfeste und feuersichere Stützen und Pfeiler | 468—472 |
| α . Steinpfeiler und gemauerte Pfeiler. — β . Hölzerne Stützen. — γ . Eisernen Stützen und Unterzüge. — | |

VI. Feuersichere und feuerfeste Decken und Dächer.

Seite 472—494.

| | |
|---|---------|
| a) Aeltere Deckenbildungen | 472—475 |
| α . Hölzerne Balkendecken. — β . Gewölbte Decken. — | |
| b) Neuere Deckenbildungen | 475—490 |
| α . Wellblechdecken und ähnliche Decken mit Einschub aus Eisen. — β . Gipsguss-Decken. — γ . Betondecken. — δ . Böklen'sche Zementplatten-Decken. — ϵ . Monierdecken. — ζ . Rabitz-Decken. — η . Gipsdielen-Decken. — θ . Kleine'sche Decke mit Bandeiseneinlage. — ι . Schürmann'sche Decke mit Wellblechschienen. — κ . Decke System Holz. — | |
| c) Feuerfeste und feuersichere Dächer | 490—494 |

VII. Feuersichere und feuerfeste Treppen.

Seite 494—499.

| | |
|--|---------|
| a) Hölzerne Treppen | 494—495 |
| b) Steinerne, gemauerte und Kunstsandstein-Treppen | 495—497 |
| c) Eisernen Treppen | 497—498 |
| d) Treppen mit Monier-Konstruktion | 498—499 |

V. Metallkonstruktionen des

Aufbaues.

Seite 500—759.

I. Allgemeines. 500—501

II. Materialien und deren Bearbeitung. 502—512

III. Werkstätten-Einrichtung. 513—514

IV. Rostschutz. 514

V. Hilfsverbindungen für Maurer- und Zimmerarbeiten. 514

VI. Versteifungen.

Seite 514—522.

| | |
|--|---------|
| a) Verankerungen | 514—522 |
| α . Geradlinige Anker. — β . Erdanker. — γ . Polygonal- und Ringanker in senkrechten Mauern. — δ . Verschienenungen. — ϵ . Bogenanker. — ζ . Gewölbering-Anker für Kuppeln usw. — η . Zuganker. — θ . Schlaudern. — ι . Zugstangen. — κ . Schiefelager. — | |

VII. Eisernen Verstärkungsstrukturen für Holzbalken. 522—524

VIII. Eisenrahmwerke:

Seite 524—542.

| | |
|--|---------|
| a) Allgemeines | 524—525 |
| b) Verschiebungs-Einrichtungen | 525 |
| c) Thore und Thüren | 525—528 |
| d) Eiserne Fenster | 528—533 |
| e) Gitterwerke | 533—542 |

IX. Stützen.

Seite 542—558.

| | |
|--|---------|
| a) Stützen aus Gusseisen | 542—546 |
| b) Stützen aus Schmiedeisen | 546—550 |
| c) Eisenkonstruktionen zur Verstärkung von Mauerstützen | 550 |
| d) Durchmauerte Stützen aus Profileisen | 550—552 |
| e) Offene Fachwerksstützen | 552 |
| f) Nothstützen aus anderen Profilen | 552—553 |
| g) Stütz-Gerähme an Mauerdurchbrechungen und Sicherung von Holzstützen | 554 |
| h) Glockenstühle | 554—556 |
| i) Pendelstützen | 556—558 |

X. Wände aus Eisenfachwerk.

Seite 559—567.

| | |
|--|---------|
| a) Aeltere Eisenfachwerke | 559 |
| b) Fachwerke ohne aussteifende Füllungen | 559—560 |
| c) Fachwerke mit aussteifender Mauerwerksfüllung | 560—563 |
| d) Fachwerke mit Wellblech-Ausfachung | 563—565 |
| e) Fachwerksfüllungen aus ummörtelten Zerrblechen und desgl. gezerrten Wellblechen | 565—566 |
| f) Fachwerk aus kastenförmig gefalzten Dünoblechen (Doppelwandbleche) ohne Stiel- und Rahmwerk | 567 |

XI. Decken-Konstruktionen.

Seite 568—595.

| | |
|---|---------|
| a) Ueberdeckung von Maueröffnungen | 568—569 |
| b) Unterzüge | 569—573 |
| α . Volle Blechträger. — β . Gitterträger. — | |
| c) Auflagerung auf Mauern und auf eis. Stützen | 573—575 |
| d) Zwischendecken | 575—584 |
| α . Allgemeines; Vorsichtsmaassregeln usw. — β . Decken aus Eisenbalken mit Holzfussboden und Holzunter-schalung. — γ . Zwischendecken aus Holzbalken mit eis. Unter- od. Zwischenzügen. — δ . Ausguss-Decken nach Pariser System. — ϵ . Decken mit Einschub aus Eisen. — ζ . Decken mit durchgebogenem (bombirtem) Wellblech. — η . Decken mit Ausfachung aus durchmörteltem Zerrwellblech. — | |
| e) Auskragende Konstruktionen | 585—587 |
| f) Zerlegbare Gitterträger aus Schmied- und Gusseisen | 587—588 |
| g) Stützen in Verbindung mit Decken usw. | 588—595 |
| α . Gusseiserne Stützen. — β . Schmiedeis. Stützen. — | |

XII. Eiserne Dachkonstruktionen.

Seite 595—639.

| | |
|---|---------|
| a) Dach-Konstruktionen aus Holz und Eisen | 595—596 |
|---|---------|

| | | |
|----|---|---------|
| b) | Schmiedeiserne Dächer | 596—639 |
| | α. Satteldächer. — β. Pultdächer. — γ. Sheddächer. — δ. Mansarde-Dächer. — ε. Zeldächer. — ζ. Besondere Binderformen. — η. Kuppeldächer. — θ. Ueberhängende Dächer: — ι. Einiges über Auflagerungs-Vorrichtungen der Dachbinder. — κ. Ueber Pfetten-Lagerung. — | |

XIII. Das Wesentlichste über Hallendächer.

Seite 639—653.

| | | |
|----|--------------------------------|---------|
| a) | Allgemeines | 639—642 |
| b) | Dreiecks-Systeme | 642 |
| c) | Sichelförmige Binder | 642—645 |
| d) | Bogenförmige Binder | 645—653 |

XIV. Dachdeckungen in Metall.

Seite 653—685.

| | | |
|----|--|---------|
| a) | Die Materialien an sich | 653—654 |
| b) | Verarbeitung der Materialien | 654—656 |
| c) | Besondere Vorsichts-Maassregeln bei Metalldeckungen . | 656—657 |
| d) | Deckungen in Zink | 657—668 |
| | α. Deckung mit Tafelblechen. — β. Deckungen aus ge- welltem Blech. — γ. Deckung mit vorgefalteten Blechen (in Pfannen- oder Schieferform). — δ. Gewichte von Zinkdeckungen. — | |
| e) | Deckungen mit Eisenblech | 668—682 |
| | α. Mit Tafelblechen. — β. Mit verzinktem Wellblech. — γ. Dächer in Wellblech-Konstruktion. — δ. Deckung mit verzinkten Formblechen. — ε. Deckung mit emaillirten Formblechen. | |
| f) | Deckungen mit Falzplatten aus Gusseisen | 683 |
| g) | Kupfer-Deckung | 684 |
| h) | Bleideckung | 684—685 |

XV. Dachrinnen aus Metall, einschl. Abfallrohre und Gesimsabdeckungen.

Seite 685—704

| | | |
|----|--|---------|
| a) | Allgemeines | 685—687 |
| b) | Rinnen aus Blech | 687—700 |
| c) | Rinnen aus Gusseisen | 701 |
| d) | Abfallrohre | 701—703 |
| e) | Besondere Gesims-Abdeckungen | 703—704 |

XVI. Oberlichter, Glasdächer und Glasdecken.

Seite 704—734.

| | | |
|----|---|---------|
| a) | Grundbedingungen | 704—706 |
| b) | Oberlichte mit senkrechter, oder nahezu senkrechter Lage | 706—709 |
| c) | Oberlichte in flacheren Neigungen | 709—712 |
| d) | Einzelheiten der Konstruktion | 712—724 |
| | α. Sprossen — β. Firste. — γ. Schutzmittel gegen Ab- gleiten und Abheben, — δ. Dichtung der Sprossen und Rinnfugen. — ε. Dichtung der Ueberdeckungstugen. — ζ. Die Göller'sche Glasdeckung. — η. Anschlüsse der Glasdächer an die Rinnen. | |
| e) | Oberlichte für Walm- und Zeldächer | 724—725 |
| f) | Schutz gegen Betreten von Oberlichtern | 725 |

| | |
|--|---------|
| g) Einige grössere Beispiele von Glasdeckungen | 725—729 |
| h) Deckung mit geformten Glasziegeln | 729 |
| i) Spengler's (Stürzel-) Glasdach | 730 |
| k) Innere Oberlichte | 731 |
| l) Prismen-Oberlichte | 731 |
| m) Oeffnende Oberlichte | 732—734 |

**XVII. Bauten in vollständigem Eisenschwerk
und in Wellblech-Konstruktionen.**

734—738

XVIII. Thurm-Bekrönungen usw.

Seite 738—753.

| | |
|--|---------|
| a) Zerstörende Einflüsse | 739—742 |
| α . Winddruck. — β . Einfluss von Temperaturänderungen. γ . Blitzgefahren. — δ . Feuchtigkeit. | |
| b) Material | 742 |
| c) Dreheinrichtungen der Wetterfahnen | 742 |
| d) Dokumenten-Büchsen | 742—745 |
| e) Anstrich, Vergolden, Emailliren | 745—746 |
| f) Aufbringen; Befestigung; Nothgerüste | 746—752 |
| g) Bildsäulen, Adler und Wappenthiere | 752 |
| h) Flaggenmaste | 753 |

XIX. Blitzableiter.

Seite 754—759.

| | |
|--|---------|
| a) Die Auffangstange | 754—755 |
| b) Luftleitung | 755—757 |
| c) Die Erdleitung | 757—758 |
| d) Prüfung der Blitzableiter | 758—759 |

**VI. Baumaterialien
und Baukonstruktionen, nach ihren
gesundheitlichen Eigenschaften
behandelt.**

Seite 760—830.

**I. Allgemeines über die gesundheitliche Bedeutung
von Feuchtigkeit und Wärme.**

760—761

**II. Oberflächengestalt und Bodenbeschaffenheit
in ihrem Verhalten gegen Feuchtigkeit und Wärme.**

762—769

1. Grundwasser; Porenvolumen; Bodenfeuchtigkeit. —
2. Bodenwärme. — 3. Verunreinigter Boden. —
4. Trockenlegen feuchten und Assanirung unreinen Bodens.

III. Baumaterialien in Beziehung auf ihre gesundheitlichen Wirkungen.

Seite 769—813.

| | |
|--|---------|
| a) Porosität und Permeabilität | 769—777 |
| 1. Luftdurchlässigkeit (Permeabilität). — 2. Wasseraufnahme-Fähigkeit. — 3. Luftdurchlässigkeit der Materialien in feuchtem Zustande. — 4. Die Baumaterialien als Aufenthaltsort für Mikroben. | |

| | | |
|----|--|---------|
| b) | Spezifische Wärme (Wärmekapazität) und Wärmeleitung der Baumaterialien | 777—785 |
| | 1. Spezifische Wärme. — 2. Wärmeleitung. — 3. Beispiele zu „spezifische Wärme“ und „Wärmeleitung“. — 4. Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit auf die Wärmeleitung. — 5. Strahlungswärme und Leitungswärme. | |
| c) | Besondere Anforderungen an Baumaterialien mit Rücksicht auf Besonderheiten des Gebrauchszweckes | 786—792 |
| d) | Mörtel | 792—797 |
| e) | Decken-Füllmaterial | 797—803 |
| | 1. Lose (ungeformte) Massen. — 2. Feste (geformte) Deckenfüllmaterialien. | |
| f) | Zerstörungen und Krankheiten von Baumaterialien, sowie Schutzmittel | 803—813 |
| | 1. Steine und Metalle. — 2. Hölzer. | |

IV. Konstruktionen.

Seite 814—830.

| | | |
|----|--|---------|
| a) | Mauern und Wände | 814—821 |
| b) | Zwischendecken und Fussböden | 821—823 |
| c) | Treppenhäuser und Treppen | 824 |
| d) | Dächer | 824—825 |
| e) | Feuchtigkeit und künstliche Trocknung von Neubauten | 825—827 |
| f) | Einfluss des Arbeitsplans auf die gesundheitliche Beschaffenheit eines Baues | 828—830 |



I. Maurerarbeiten.

Bearbeitet von H. Koch, Professor an der technischen Hochschule zu Berlin.

Die Lehre von den Maurerarbeiten beschäftigt sich mit der Herstellung von ganzen Bauwerken oder Bautheilen aus natürlichen Steinen oder Stoffen, welche durch Brennen in zu diesem Zweck erbauten Oefen oder durch Einwirkung der Luft oder des Wassers die nöthige Härte erlangt haben.

Nach den verschiedenen Stoffen, aus welchen Mauerwerk ausgeführt wird, unterscheidet man:

- I. Mauerwerk aus künstlichen Steinen,
 - II. Mauerwerk aus natürlichen Steinen, und zwar:
 1. aus unbearbeiteten, rohen Bruchsteinen,
 2. aus bearbeiteten Werkstücken,
 - III. Mauerwerk aus Stampf- oder Gussmassen.
- Die Vereinigung der Steine zu Mauerwerk erfolgt:
1. durch den Steinverband, d. i. die zweckmässige Anordnung der Steine neben und über einander,
 2. durch Verbindung mittels Mörtels,
 3. durch mechanischen Verband, welcher:
 - a) durch besondere Form der Fugenflächen,
 - b) durch besondere Hilfsstücke von Stein, Holz oder Metall hergestellt werden kann.

I. Mauern aus künstlichen Steinen.

a. Ziegel und andere künstliche Steine und deren Formate.

Künstliche, aus Thon gebrannte Backsteine oder Ziegel werden im grösseren Theile Deutschlands nach dem sogen. Normalformat, 25 cm lang, 12 cm breit und 6,5 cm dick, in Oesterreich 29 cm lang, 14 cm breit und 6,5 cm dick, hergestellt; daneben sind heute noch zahlreiche andere Formate — namentlich kleinere — im Gebrauch. Die Mehrzahl der deutschen Regierungen hat das Normal-Format für ihre Staatsbauten vorgeschrieben. Bei demselben ist die doppelte Breite, zuzüglich einer Fugenstärke, gleich der Steinlänge.

Sind Backsteine beim Brennen sehr stark gehärtet (bezw. gesintert), so nennt man sie „Klinker“. Unter „klinkerhart“ gebrannten Steinen versteht man aber solche gewöhnliche Backsteine, die im Brennofen dem Feuer besonders ausgesetzt gewesen und infolge dessen härter gebrannt sind; gewöhnlich sind dieselben auch etwas krumm und mehr geschwunden, also kleiner als die übrigen Steine.

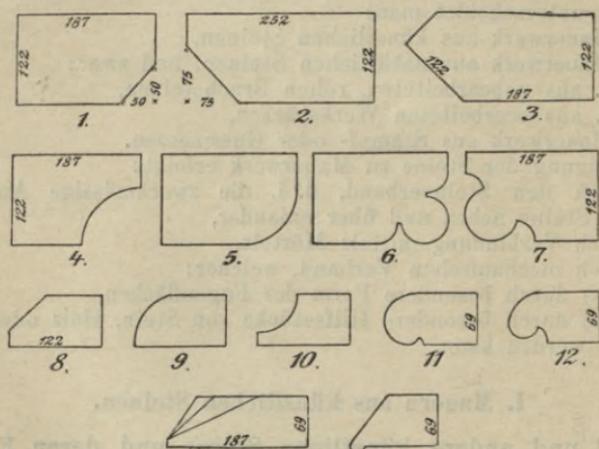
Um möglichst leichte Steine zu erhalten, werden dieselben beim Formen entweder lang- oder auch querdurch mit viereckigen oder runden Löchern versehen, wodurch die sogen. „Hohl-“ oder „Loch-

steine“ entstehen; solche Ziegel können aber nur durch Maschinenbetrieb hergestellt werden. Den gleichen Zweck erreicht man, indem man dem Thon verbrennbare Körper, also Sägespähne, Torf, Lohe, Kohlenstaub usw. beimischt. Beim Brande verbrennen diese Substanzen, die Steine erhalten eine poröse Struktur und davon den Namen. Sind solche vor dem Brande noch durchlocht worden, so heißen sie poröse Lochsteine. Alles aus porösen Steinen hergestellte und der Witterung ausgesetzte Mauerwerk schlägt infolge der in den Steinen zurück gebliebenen Asche und der hierin enthaltenen Alkalien leicht aus. Die Steine haben natürlich auch geringere Festigkeit als nicht poröse Vollsteine.

Ungebrannte Steine aus Thon, sogen. Luftsteine oder Lehmputzen, werden nur noch selten und dann nur bei Gebäuden untergeordneter Art verwendet, dagegen häufiger Schlackensteine, Korksteine, die sogen. rheinischen Schwemmsteine und solche aus Verbindungen von Sand, Kalk und Zement, sogen. Kunststeine.

Für Rohbau-Fassaden werden die sogen. Verblender aus feinerem Thon hergestellt, welche gewöhnlich ein etwas grösseres Format als

Fig. 1.



die gewöhnlichen Ziegel (252:122:69 mm) erhalten, so dass alle Fugen gleichmässig 8 mm dick werden. Auch führen die Thonwaren-Fabriken zumeist eine Anzahl Formen von Profilsteinen für einfachere Rohbauten, die als Normalsteine von dem deutschen „Verein für Fabrikation von Ziegeln usw.“ angenommen worden sind, Fig. 1. Aehnliche Formate sind auch in Oesterreich in Aufnahme gekommen. Um eine bestimmte Färbung der Verblender zu erzielen, kann man entweder verschiedene Thonarten mischen, z. B. sich roth und gelb brennende Thone, oder dem Thone gewisse chemische Stoffe, wie Brauneisenstein, Eisenocker usw. beimengen. Hierbei wird der Ziegel durch und durch eine gleichmässige Farbe erhalten. Es giebt jedoch auch mit dem Namen „engobirt“ bezeichnete Verblender, welche zum Zwecke besserer Färbung entweder vor oder selbst nach dem Brande durch Eintauchen mit einer dünnen Schicht eines anderen Thones überzogen sind, die infolge erneuten Brennens fest an dem Ziegel haftet. Werden die Steine vor dem Brennen mit einem grauen Graphitschlamm bestrichen,

so nennt man sie fälschlich „grau oder blau gedämpft“, eine Bezeichnung, welche nur denen zukommt, die durch das „Schmauchverfahren“, den Einfluss gewisser Rauchgase beim Brennen, eine graue Farbe erhalten haben. „Glasierte Verblender“ erhält man entweder dadurch, dass man in die in Weissgluth stehenden Brennöfen Kochsalz wirft, dessen Dämpfe eine gelbliche oder bräunliche Glasur an der Oberfläche der Ziegel herstellen, oder dass man die bereits gebrannten Steine mit einer „Glasurmasse“ bestreicht und dieselben dann nochmals der Ofenhitze aussetzt. Dieser Glasurmasse kann man durch mannigfache Zusätze fast jede beliebige Färbung geben.

Hat man bei einem Gebäude Ziegel von verschiedenartigem Formate zu verwenden, (die Steine der einzelnen Ziegeleien weichen in der Grösse oft von einander ab) so muss man jedenfalls dafür sorgen, dass sie nicht unter einander gemischt sondern sortirt werden, weil das einen mangelhaften Verband geben würde.

b. Der Verband.

Während die senkrechten Fugen, Stossfugen, nur 1 cm stark gemacht werden, giebt man den wagrechten Fugen, Lagerfugen, eine Stärke von etwa 1,2 cm, so dass man 13 Steinschichten mit ihren Fugen auf 1 sogen. „steigendes“ Meter Mauerwerk rechnet, wenn Normalsteine angewendet werden. Bei grosser Ungenauigkeit in der Form der Steine kann man aber gezwungen sein, anstatt 13 nur 12 Schichten auf 1 steigendes m zu rechnen.

Nach dem deutschen Normalziegel-Format wird eine:

| | | | |
|----------------------------------|---|------------|--------|
| $\frac{1}{2}$ Stein starke Mauer | = | 12 cm dick | |
| 1 | „ | „ | = 25 „ |
| $1\frac{1}{2}$ | „ | „ | = 38 „ |
| 2 | „ | „ | = 51 „ |
| $2\frac{1}{2}$ | „ | „ | = 64 „ |
| 3 | „ | „ | = 77 „ |

usw.

In neuerer Zeit hat man auch $\frac{1}{4}$ Stein starke Mauern in Zementmörtel als Theilungswände mit Erfolg ausgeführt.

Fig. 2.

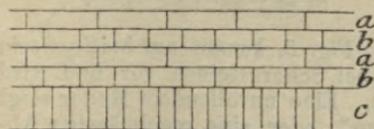


Fig. 3.

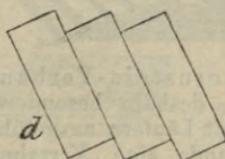
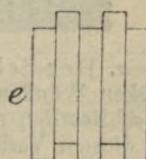


Fig. 4.



Ein Stück von der vollen Steinbreite und Dreiviertel der Länge wird ein Dreiquartier, ein halber Stein ein Zweiquartier, ein Stein von der vollen Steinbreite und einem Viertel der Länge ein Quartier, Kopfstück oder auch Riemchen genannt.

Die lange Seite eines Steines heisst die Läuferseite, die schmale die Strecker- oder Binderseite. Demgemäss spricht man von Läufer-schichten *a* in Fig. 2 und Strecker- oder Bindersschichten *b* und nennt die darin enthaltenen Steine dementsprechend Läufer oder Binder und Strecker. Eine Mauerschicht *c* mit „auf hoher Kante“ stehenden Steinen wird „Rollschicht“ genannt. Ausserdem giebt es die Stromschicht *d*, in Fig. 3, welche dadurch entsteht, dass die

Steine unter 45° geneigt gegen die Seiten der Mauer flach oder hochkantig gelegt werden und den Zahnschnitt *e*, Fig. 4, bei welchem ein Stein gegen den anderen etwas vortritt.

Die Hauptregeln des Steinverbandes sind: 1. die Lagerfugen müssen wagrechte Ebenen durch die ganze Dicke der Mauern bilden; 2. die Stossfugen zweier aufeinander liegenden Schichten dürfen sich nur kreuzen, nie lang auf einander treffen und müssen möglichst durch die ganze Stärke der Mauern reichen; es müssen also möglichst viele Binder angeordnet werden. Eine $1\frac{1}{2}$ Stein starke Mauer wird daher in jeder Schicht eine Läufer- und eine Streckerschicht, eine $2\frac{1}{2}$ Stein starke dagegen 1 Läufer- und 2 Streckerschichten erhalten. Nach aussen kommen möglichst grosse, also ganze Steine und wechselt hier gewöhnlich eine Läufer- mit einer Streckerschicht ab. Zur Ausführung eines regelrechten Verbandes sind Dreiquartiere unerlässlich, welche bei gewöhnlichem Mauerwerk vom Maurer aus ganzen Steinen zurechtgeschlagen werden.

Folgende Arten von Mauerverbänden für gewöhnliche Mauersteine sind bei uns die bekanntesten:

Fig. 5.



Fig 6.



Fig. 7 a.

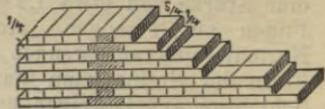


Fig. 7.b.

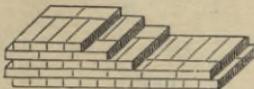


Fig. 8.

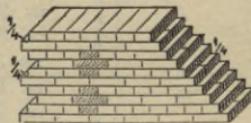


Fig. 9'a.



Fig. 9.b.

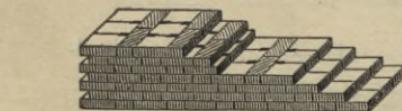
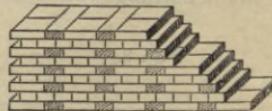


Fig. 10.



a. Der Schornstein-Verband, Fig. 5, kommt nur bei $\frac{1}{2}$ Stein starken Wänden, deshalb besonders bei Schornsteinen vor und wird ausschliesslich mit Läufern ausgeführt. Eine unvollendete Mauer zeigt bei diesem Verbande eine „Verzahnung“, oder eine regelmässige Abtreppung.

β. Der Strecker-Verband, Fig. 6, kann bei einer 1 Stein starken Mauer angewendet werden; doch giebt er wegen des Fehlens jeglicher Läufer- und Binderschichten einen schlechten Verband, weshalb dafür besser:

γ. der Block-Verband, Fig. 7 a u. b, zu wählen ist. Derselbe besteht in der Ansicht aus zwei immer genau über einander wiederkehrenden Schichten, einer Läufer- und einer Binderschicht.

δ. Der Kreuz-Verband, Fig. 8, am meisten im Gebrauch, ist nichts weiter als ein abgeänderter Block-Verband, in welchem die eine Läufer- und Binderschicht immer abwechselnd mit der zweiten um einen halben Stein verschoben ist. Die Abtreppung beim Kreuz-Verband ist ganz regelmässig $\frac{1}{4}$ Stein breit, während sie beim Block-Verband rhythmisch ist. Umgekehrt verhält es sich mit der Verzahnung.

ε. Der polnische oder gothische Verband, Fig. 9a u. b, wird nur selten, manchmal noch bei Quader-Mauerwerk ausgeführt, obgleich er gut aussieht. In jeder Schicht wechseln Läufer und Strecker ab, wesshalb ein grosser Verlust infolge des Verhaues der ganzen Steine zu der grossen Zahl von Dreiquartieren stattfindet. Im Mittelalter wurde dieser Verband bei Füllmauerwerk viel angewendet. Das Gleiche ist mit dem:

ζ. holländischen Verband, Fig. 10, der Fall, dessen Binder-schicht der des Block-Verbandes entspricht, dessen Läufer-schicht sich aber, wie vorher, abwechselnd aus Läufern und Bindern zusammensetzt.

η. Der Strom- oder Festungs-Verband, Fig. 11, kann nur bei sehr starken Mauern Anwendung finden und enthält die meisten

Fig. 11.

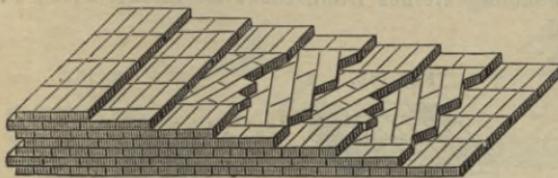


Fig. 12 a.

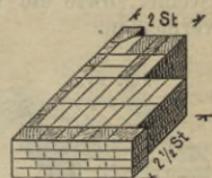


Fig. 12 b.

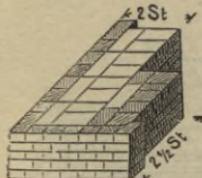


Fig. 13 a.

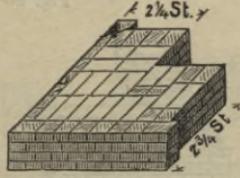


Fig. 13 b.

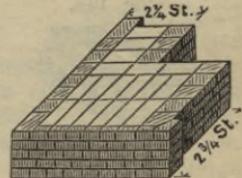


Fig. 14.

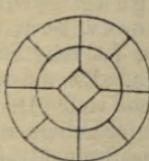


Fig. 15.



Fig. 16 a.

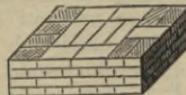


Fig. 17 a.



Fig. 16 b.



Fig. 17 b.



Verwechslungen der Fugen. Der Verhau bei den um mindestens 45° geneigten Diagonalschichten ist jedoch so gross, dass dieser Verband nur noch selten gebraucht wird; im Aeusseren zeigt er den Block- oder Kreuz-Verband. Es folgen 6 verschiedene Schichten, 2 gerade und 4 diagonale, auf einander.

θ. Der Blend-Verband, Fig. 12 a u. b, und 13 a u. b, kommt in neuerer Zeit häufig da vor, wo das Mauerwerk eine Verkleidung mit feinen Verblendern erhalten soll. Der Ersparniss wegen nimmt man zumeist nur halbe und $\frac{1}{4}$ Steine, so dass im Aeusseren nur halbe Steine sichtbar sind. Man kann damit also auch $1\frac{3}{4}$, $2\frac{1}{4}$, $2\frac{3}{4}$ usw. Stein starke Mauern ausführen und es lassen sich mit Hilfe von verschiedenfarbigen und glasierten Steinen dabei leicht die verschiedensten Muster darstellen.

Das bei Fachwerksbauten häufig vorkommende Ausmauern der Fache nach besonderen Mustern, sowie das Durchbrechen des Mauerwerks, wie man es bei Einfriedigungen und Brüstungen verwendet, ist kein eigentlicher Verband, wenn auch manchmal in solchen Fällen von einem „figurirten Verbands“ gesprochen wird.

Runde Säulen können aus besonders geformten Steinen, Fig. 14, mit meist zentral gerichteten Fugen oder aus gewöhnlichen Ziegeln aufgemauert werden, Fig. 15. Im ersteren Falle ist die gewöhnliche Regel zu beachten, dass die Stossfugen zweier auf einander liegender Schichten sich nur kreuzen, nie aber in eine lothrechte Ebene fallen dürfen, im zweiten, dass möglichst viele ganze Steine in jede Schicht kommen und dabei ein richtiger Fugenwechsel stattfindet. Die erste Schicht wird bei jeder folgenden um 45° gedreht, bis sie wieder in die ursprüngliche Lage zurück kommt. Ein starkes Verhauen der Steine, sowie die Verwendung kleiner Steinstücke ist hierbei nicht zu vermeiden.

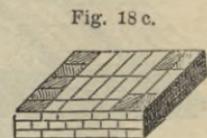
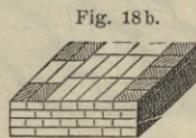
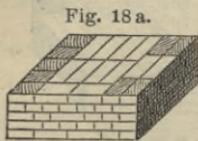


Fig. 19 a.

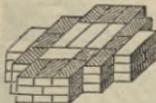


Fig. 19 b.

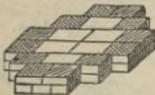


Fig. 20 b. u. c.

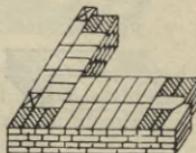
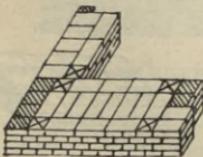
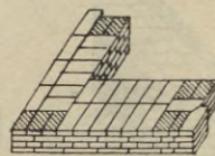
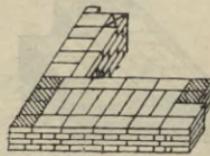


Fig. 20 u. 20 a.



Die Endigung einer Mauer im Blockverband, Fig. 16 a und b, ist sehr einfach herzustellen. Es werden an das Ende so viele Drei- quartiere als Läufer gelegt, wie die Mauer halbe Steinstärken hat; daran ist der erste, gewöhnlich der Läufer - Verband, zu schliessen; in der zweiten Schicht kommen an das Ende

zwei Binder-Drei- quartiere. Die Konstruktion mit Riemenstücken, halben, lang aufgespaltenen Steinen, Fig. 17 a und b, ist nicht zu empfehlen, weil das Spalten selten gelingt und deshalb meist nur Brocken zur Herstellung des Verbandes vermauert werden.

Beim Kreuz-Verband, Fig. 18 a, b u. c, beginnt man ebenso wie beim Block-Verband; doch ist hier auf das Einschieben eines halben Steines zur Herstellung des Verbandes zu achten.

Die gewählten Beispiele zeigen auch deutlich, wie man bei Anlage von viereckigen, quadratischen oder oblongen Pfeiler-Quer- schnitten zu verfahren hat. Bei reicher gestalteten, aber mit geraden Vorsprüngen versehenen Pfeilern sind stets die früheren Regeln anzuwenden; nur die Drei- quartiere rücken nach der gewünschten

Pfeilerform vor, Fig. 19 a u. b. Bekommen die Pfeiler aber runde Ansätze (wie in gothischen und romanischen Formen), so müssen gewöhnlich fast alle Steine des Umfangs verhaun werden. Alle Schichten

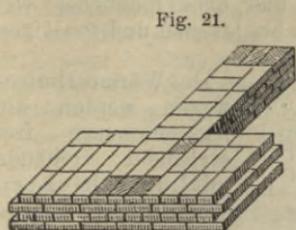


Fig. 21.

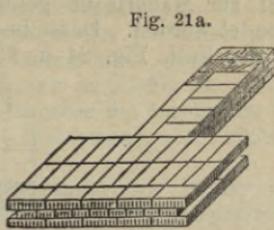


Fig. 21a.

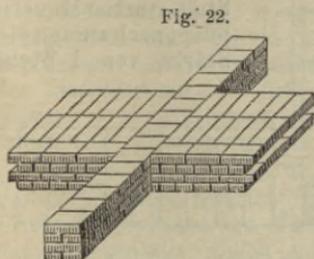


Fig. 22.

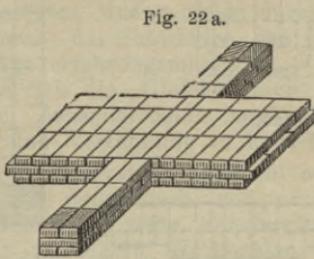


Fig. 22 a.

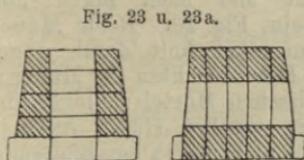


Fig. 23 u. 23a.

werden dann am bestengleichartig hergestellt und es muss nur jede folgende Schicht um 45° gedreht werden.

Bei den Ecken der Mauern muss, wenn an der einen Seite eine Läufer-schicht liegt, dieselbe Schicht an der anderen Seite eine Binder-schicht sein.

Es sei zunächst der Block-Verband, Fig. 20 u. 20 a, zweier

rechtwinklig zusammenstossenden Mauern, von denen eine $1\frac{1}{2}$ Stein, die andere 2 Steine stark ist, herzustellen. Die inneren Kanten der Mauern müssen abwechselnd eine durchlaufende Fuge bilden. Die von diesen Fugen begrenzten Mauern werden wieder jede

mit so vielen Dreiquartieren als Läufern angelegt, als sie halbe Stein-stärken besitzen. Wo das an der Ecke liegende Dreiquartier seine Läuferseite zeigt, folgen die Läuferseiten nach; wo dasselbe als Strecker auftritt, folgen die Streckerseiten.

Beim Kreuz-Verband, Fig. 20 b u. c, sind dieselben Regeln anzuwenden; nur ist hier wieder auf das Einschalten eines halben Steines bei der einen Läuferschicht zu achten.

Stösst eine Scheidemauer mit einer anderen rechtwinklig zusammen, so geht auch hier der Verband abwechselnd durch, Fig. 21 u. 21a. Dasselbe ist bei zwei sich durchdringenden Mauern der Fall, Fig. 22 u. 22 a.

Sind Thür- oder Fenster-Oeffnungen anzubringen, so ergeben sich die Mauer-Endigungen, wie sie vorher in Fig. 12, 13 u. 20 dargestellt sind, deren Vorsprünge hier „Anschläge“ genannt werden. Unangenehm ist bei einem so kleinen Fensteranschlag, wie ihn Fig. 20 zeigt, dass derselbe in der jedesmaligen zweiten Schicht durch einen Viertelstein gebildet werden muss, was natürlich nicht sehr solide, aber unvermeidlich ist, wenn man nicht kostspielige Formsteine beschaffen will. Uebrigens wird der Fall nur da eintreten, wo ohne Doppelfenster gebaut wird, weil diese einen Anschlag von mindestens 12 cm erfordern.

Bei abgeschrägten Zwischenpfeilern zwischen 2 Fenstern muss starker Verhaun stattfinden. Dabei ist die Verwendung von langen Riemstücken durchaus zu verwerfen, Fig. 23 u. 23 a.

Schwieriger wird die Anordnung des Verbandes, sobald mehre Mauern unter spitzen oder stumpfen Winkeln zusammen stossen. Neben den bereits besprochenen Regeln über den Verband ist hierbei vor allem darauf zu sehen, dass die einzelnen Steine stets in rechtem Winkel zur Mauerfront gelegt und dass möglichst viel ganze Steine verwendet werden. Dasselbe ist bei Lisenen und sonstigen Mauervorsprüngen der Fall, Fig. 24 u. 25.

Fig. 24.

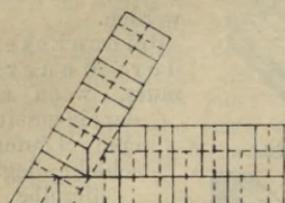


Fig. 25.

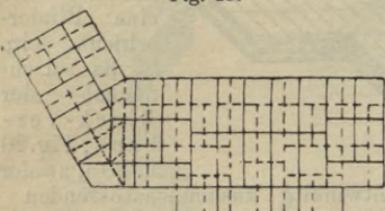


Fig. 26.



Des Wärmeschutzes wegen werden die Aussenmauern freistehender Gebäude mit Luftschichten von etwa 6 cm Stärke hergestellt. Bei $1\frac{1}{2}$ Stein starken Mauern pflegt nach aussen die Stärke von 1 Stein

gelegt zu werden, darauf die Luftschicht und nach innen noch $\frac{1}{2}$ Stein, Fig. 26. Beide Mauern müssen wiederholt durch sogen.

Binder verbunden werden, welche, wenn ein Durchfeuchten der Mauer an dieser Stelle zu befürchten ist, in hydraulischen Mörtel zu legen und vorher in heissen Asphaltlack (Goudron) zu tauchen sind. Auch ist darauf zu achten, dass die enge Luftschicht nicht durch herabfallenden Mörtel verschlossen werde, was man beim Fortschreiten des Baues durch allmähliches Herausziehen eines 6 cm dicken, in der Luftschicht an Handgriffen befestigten Brettstreifens verhindern kann.

Einen annähernd gleichen Erfolg wie mit Hohlmauern kann man übrigens auch durch das Mauern mit Hohlsteinen (Lochsteinen) erzielen. Gerade solche Steine sind immer vorzüglich durchgebrannt und haben weniger, als gewöhnliche Mauersteine die Fähigkeit, Feuchtigkeit aus der Luft aufzunehmen.

c. Ausführung des Ziegelmauerwerks.

Die Ausführung des Ziegelmauerwerks geschieht folgendermaassen:

Nachdem mit Hilfe von Schnurböcken der Gebäude-Umfang und die inneren Mauern festgelegt sind, werden auf sogen. Maasslatten — gehobelten, recht langen und geraden Dachlatten — welche auf der Sohle der Baugrube oder den Fundamenten ausgelegt werden, alle Pfeiler, Vorsprünge, Ecken, Thür- und Fensteröffnungen mit dem Bleistift genau markirt und darnach die ersten Schichten des Mauerwerks angeordnet. Ferner werden einige Latten angefertigt, auf welchen die Höhe der Schichten einschliesslich der Mörtelfugen, sowie die Geschosshöhen angegeben sind. Diese werden bei der Ausführung des Mauerwerks an die Ecken gehalten, damit die Maurer wagrechte Schichten herstellen, wozu übrigens auch die an 2, in die Stossfugen geklemmten Nägeln befestigte Schnur dient. Bei besonders sorgfältiger

Verblendung müssen die Steine vor dem Vermauern sortirt und wo möglich an unregelmässigen Kanten mit Messern und Hämmern nachgearbeitet werden. Dies nach dem Vermauern zu thun, ist nicht gut, weil die kleinen Riemchen losgerüttelt werden würden. Grössere Mauerabsätze, Balkenlagen, Fensterbrüstungen und Stürze lothet man mit der Waagelatte und Setzwaage oder der Wasserwaage ein; statt der Setzwaage bedient man sich häufig auch einer gewöhnlichen Libelle. Bei sehr umfangreichen Gebäuden empfiehlt es sich, wenigstens nach Fertigstellung eines jeden Geschosses die äussersten Punkte des Grundrisses mittels eines Nivellier-Instruments auf richtige Höhenlage zu prüfen.

Hauptregel ist, dass das Mauerwerk immer in gleichen Höhen ausgeführt werde, damit der Druck auf den Untergrund stets gleichmässig vertheilt bleibe und ungleiches Setzen der Bautheile vermieden werde. Setzen tritt übrigens in geringem Maasse schon durch das Trocknen des Mörtels ein. Dieses durch das Schwinden des (Kalk-) Mörtels hervorgerufene Setzen beträgt erfahrungsmässig $\frac{1}{200}$ — $\frac{1}{250}$ der Höhe des Ziegelmauerwerks. Lässt sich die „Gleiche“ nicht überall durchführen, so ist es besser, den Zusammenhang ungleich hoher Theile durch eine Abtreppe, als eine Verzahnung zu bewirken.

An den Thürstellen werden Holzzargen lothrecht aufgerichtet, abgesteift („abgeschwartet“) und dann nach und nach eingemauert. Eiserne Stützhaken zu Thüren usw., feste Fenstergitter, Thürdübel werden ebenfalls gleich mit vermauert, Deckbohlen der Thüren jedoch erst später eingelegt, bevor mit dem Putzen der Räume begonnen wird.

Die Lage von Fenster- und Thüröffnungen in den oberen Geschossen bestimmt man durch Herauflothen der Mitten der unteren Oeffnungen. —

Zur Hintermauerung von Werksteinen ist stets sogen. verlängerter Zementmörtel zu verwenden, damit ein ungleichmässiges Setzen in den beiden Theilen des Mauerkörpers vermieden werde. — Theile, welche grosse Lasten zu tragen haben, also Pfeiler, Gurtbogen mit Widerlagern, mauert man aus hart gebrannten Steinen (Klinkern) mit Zement — oder verlängertem Zementmörtel.

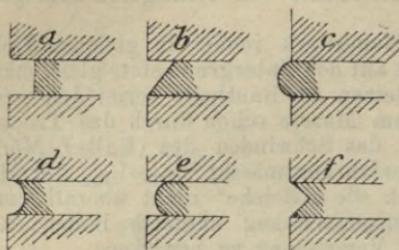
Welchen Mörtel man auch verwenden mag, stets ist die Hauptbedingung, dass der zu verlegende Stein von Schmutz und Staub gereinigt und gründlich angenässt vermauert werde. An heissen Tagen und bei Verwendung von hydraulischem Mörtel ist es sogar nothwendig, den Stein durch Einlegen in Wasser mit Feuchtigkeit zu sättigen, damit dem Mörtel die zum Abbinden nöthige Wassermenge nicht fehle. Bei stark gesinterten, glasigen Steinen ist beim Tränken Vorsicht nöthig, weil sie, vermauert, leicht „schwimmen.“

Der Stein erhält vom Maurer einen Mörtelstreifen an der Läuferseite und wird dann in das auf dem Lager bereitete Mörtelbett ein- und gegen den Nachbarstein angedrückt. Vieles Hin- und Herschieben und Klopfen mit dem Hammer ist schädlich, weil der Stein infolge der sofortigen Wasseraufnahme aus dem Mörtel an der Festigkeit der Lage einbüsst.

Man mauert entweder mit vollen oder, was häufiger geschieht, mit hohlen Fugen. Letztere sind solche, bei denen in der Ansichtsfäche ein etwa 2,5 cm tiefer, leerer Raum verbleibt. Mit hohlen Fugen mauert man immer, wenn das Mauerwerk später geputzt und die Fugen beim Rohbau nachgefugt werden sollen. Vor dem Ausfugen muss Aufkratzen der Fugen mit einem harten Besen bzw. der Kelle

stattfinden. damit auch etwas bröcklicher Mörtel mit entfernt werde; hiernach ist stark mit dem Maurerpinsel zu nassen, endlich mittels eines profilirten Fugeneisens der Mörtel einzustreichen. Fig. 27a zeigt das am häufigsten angewendete Fugenprofil; Fig. 27c ist bei Bruchsteinmauerwerk und bei Verblendern mit schlechten Kanten gebräuchlich, aber stark der Witterung ausgesetzt und deshalb leicht zerstörbar. Bei engfügigem Rohbau bleiben die Fugen häufig hohl,

Fig. 27.



ohne dass überhaupt nachgefugt wird; oder die Steine werden gleich in farbigen Mörtel gelegt, was zwar sehr gut, aber theuer ist. Die Maurer müssen dann 2 Kalkkasten, bezw. mit gewöhnlichem und mit gefärbtem Mörtel gefüllt, bei sich haben. — Zum Färben von Fugenmörtel sind zu empfehlen: Ziegelmehl, gemahlene Hochofenschlacke, Eisenoxyd (*caput mortuum*), allenfalls etwas Kienruss. Am geeignetsten zum Fugen ist Mörtel aus hydraulischem Kalk, weniger solcher aus Fettkalk, der auch der Färbung ein kroidiges Aussehen giebt, noch weniger geeignet Zementmörtel, weil er leicht rissig wird und später einen weissen Ausschlag sowohl in den Fugen, wie an den Kanten der Steine hervorbringt. In die mit Mörtel gefüllten, starken Fugen von Bruchstein-Mauerwerk werden kleine Steinstücke eingedrückt (Auszwicken), um das Reissen des Mörtels zu verhüten.

Bei Rohbau ist ein genaues Aufgehen der Schichtenzahl in die Mauerhöhe nothwendig, um mit einer ganzen Schichthöhe zu endigen, während man bei zu putzenden Mauern allenfalls mit einer Schicht zugehauener Ziegel oder mit Dachsteinen abschliessen kann. —

Fig. 28.



Die unmittelbare Verbindung von alten mit neuem Mauerwerk durch Verzahnung ist zu vermeiden, weil durch das Setzen des letzteren leicht Risse entstehen; besser ist schon eine Abtreppung, doch auch diese nicht einwandfrei. Wenn also ein gewisser Zusammenhang hergestellt werden muss, ohne dass eine offene Fuge zulässig ist, so wird eine Verfalzung, Fig. 28, ausgeführt, welche dem neu hinzutretenden Mauerwerk das Setzen erlaubt.

Einzelne, höher als die übrigen aufzuführenden Bauteile, wie z. B. grössere schmückende Aufbauten, Thürme, hohe Schornsteine werden am besten ausser Zusammenhang mit dem übrigen Mauerwerk hergestellt. Sollte das unvermeidlich sein, so empfiehlt es sich, sie früher aufzuführen, damit das durch die grössere Schwere bedingte Setzen und Zusammenpressen des Baugrundes und des Fugenmörtels bereits vor sich gegangen ist, wenn die übrigen Gebäudetheile errichtet werden. — Stark belastete, kleinere Theile eines Bauwerks, wie z. B. Auflager von Eisenträgern, pflegt man wohl in Zementmörtel zu mauern. Das Verfahren ist wenig zweckmässig und wird besser durch Einlegen einer ausreichend grossen Auflagerplatte ersetzt.

Bei sehr starken Mauern, besonders Fundamenten, kann man im Innern Hohlräume, Luftkanäle, anlegen, um dort dem Mörtel die Möglichkeit des rascheren Erhärtens zu geben.

Bei mehr als 3 Grad Kälte ist das Mauern, ausser an ganz geschützt liegenden Orten, einzustellen; tritt mit der Kälte auch Schneefall auf, so wird das schon früher nothwendig. Das oberflächliche Ausfrieren der Fugen schadet nichts; wenn aber in den oberen Schichten der Mörtel gefriert, so ist der Zusammenhang zerstört und sind die betr. Theile im Frühjahr wieder abzubrechen.

Zum Schutz gegen das Eindringen sowohl von Feuchtigkeit, wie Frost hat man die Mauern im Herbst sorgfältig abzudecken, wozu am besten Dachpappe benutzt wird, welche etwas breiter als die abzudeckende Fläche sein muss. Beim Fehlen von Dachpappe kann man Mauersteine — wenigstens 4 Lagen — aufbringen, oder eine Bretterbedeckung ausführen. Auch die auf dem Bauplatze lagernden Steinvorräthe müssen im Herbst mit Rasen, Stroh oder Brettern gegen das Eindringen der Nässe geschützt werden; oder man hat die nassen Steine im Frühjahr vor dem Verbrauch auszusondern und erst an der Luft zu trocknen. Ein von Regen und Schnee durchnässter Stein trocknet nur schwer wieder.

Bei höheren Kältegraden kann man im Winter mit warmem Mörtel, der mit heissem Wasser bereitet wird, auch mit erwärmten Steinen mauern, besonders Fundamente; nur muss man dann letztere sofort mit Sand verschütten. Die Verwendung von Zementmörtel im Winter erheischt aber grosse Vorsicht, da derselbe frisch schon bei geringen Kältegraden zerstört werden kann. Salzzusatz in ganz geringen Mengen ($\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ Prozent) ist unbedenklich; grössere Antheile bringen aber die Gefahr mit sich, dass das Mauerwerk dauernd feucht bleibt. In jedem Falle ist es vorzuziehen, angewärmtes Mörtelwasser sowohl wie angewärmte Steine und durch reichlichen Sandzusatz gemagerten Mörtel anzuwenden. Putz aus Zementmörtel hergestellt, darf bei Frostwetter nur leicht gerieben werden, damit das überschüssige Wasser austreten kann. Mörtel aus langsam abbindendem Zement braucht mehrere (mindestens 3) Tage bis er dem Frost mit Sicherheit ausgesetzt werden kann; rasch bindender vollendet seinen Abbindeprozess in entsprechend kürzerer Zeit; Gipsmörtel verträgt Frost, weil er rasch abbindet und dann der Frost nur noch wenig Einfluss auf ihn hat.

Rohbau-Fassaden können nach der Fertigstellung mit Bürsten und mit durch Wasser erheblich verdünnter Salzsäure ($\frac{1}{2}$ —1 prozentiger) gereinigt werden. Mit dem Absäuern muss man aber vorsichtig sein, weil manche Verblender das Verfahren nicht vertragen, sondern dadurch grün, eisenhaltige braun werden, auch Abblätterungen möglich sind. Sand- und Granitsteine sind unter keinen Umständen mit Salzsäure, sondern nur mit reinem Wasser abzuwaschen. Wenn es unmöglich ist, dadurch alle Unreinigkeit zu entfernen, so kann man einen Versuch mit Aetzkali-Lösung (Seifenstein) machen, muss aber zuvor deren Einfluss auf den Stein beobachten. Braune Mangan-Ausschwitzungen bei Sandstein lassen sich mit verdünnter (weisser) Schwefelsäure einigermaßen entfernen. Solche Ausschwitzungen verschwinden aber auch mit der Zeit durch den Einfluss der Sonne und des Regens von selbst. Ein Ueberarbeiten der Steine nützt wenig oder nichts.

II. Mauermaterial-Mengen.

Es sei diesem Theile zum Schluss eine Zusammenstellung des Bedarfs an Steinen und Mörtel für die Maurer- und Dachdecker-Arbeiten beigelegt, dazu aber bemerkt, dass der Verbrauch sowohl an Bruch-

wie an Mauersteinen für 1 cbm in Wirklichkeit ein geringerer, als der angegebene, ist, als gewöhnlich veranschlagt und auch in einer vom preussischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten herausgegebenen Zusammenstellung, vom 13. April 1872, mitgetheilt wird.

Wenn lagerhafte Bruchsteine einigermaassen dicht aufgestapelt sind und nicht etwa betrügerischer Weise grosse Hohlräume im Innern bergen, genügt gewöhnlich schon 1,10 cbm für 1 cbm Mauerwerk, (bei unregelmässigen Bruchsteinen wird das Verhältniss allerdings ungünstiger). Für 1 cbm Ziegelmauerwerk reichen 385 Steine vollkommen aus, was daraus hervorgeht, dass 4 Läufer, zuzüglich 4 Fugen schon eine Länge von 1,04 m bei Annahme von Normal-Stossfugen von 1 cm Stärke ergeben. Gewöhnlich werden die Fugen aber etwas stärker, so dass z. B. eine 2 Stein starke Mauer schon 52 cm dick ist, statt 51 cm, und auch in der Höhe 13 Schichten reichlich 1 m ergeben.

Bei allen Bauten treten deshalb Ersparnisse an lagerhaften Bruchsteinen sowohl, wie an Ziegeln ein, sobald 1,25—1,30 cbm Bruchsteine, bezw. 400 Steine auf 1 cbm Mauerwerk veranschlagt sind. Bei nach grossem Halbmesser herzustellenden Gewölben thut man aber gut, die Steine besonders auszuzählen, weil dabei der Bedarf grösser sein könnte, als in den Tabellen angegeben ist. Ebenso soll man bei Veranschlagung von Zementmörtel einen geringeren Sand- und höheren Zement-Zusatz ansetzen, als man bei der Ausführung zu nehmen gedenkt, weil erfahrungsmässig, allerdings ganz unnöthigerweise, von den Maurern mehr Zement verbraucht wird, als nothwendig ist, bezw. veranschlagt war. Bei Bereitung von verlängertem Zementmörtel ist deshalb die Verabreichung von mit trockenem Sande vermischtem, nicht reinem Zement zu empfehlen, ebenso bei Bereitung von magerem Zementmörtel ein Zusatz von etwas Kalkbrei.

Zusammenstellung

des Bedarfs an Steinen und Mörtel zu Maurer- und Dachdecker-Arbeiten.

| | | Gegenstand | Ziegel Stück | Mörtel Liter |
|---|-----|--|-----------------------------|-----------------|
| 1 | cbm | volles Mauerwerk aus Bruchsteinen erfordert 1,25—1,30 cbm regelmässig aufgesetzte Steine | — | 330 |
| 1 | " | volles Ziegelmauerwerk erfordert | 400 | 280 |
| | | 1000 Ziegel in Wänden | } zu vermauern erfordern | 700 |
| | | 1000 " " Schornsteinen | | |
| | | 1000 " " Gewölben | | |
| 1 | qm | 1/2 Stein starke Ziegelmauer ohne Oeffnungen | 50 | 35 |
| 1 | " | 1 " " " desgl. | 100 | 70 |
| 1 | " | 1 1/2 " " " desgl. | 250 | 105 |
| 1 | " | 2 " " " desgl. | 200 | 140 |
| 1 | " | 1/2 " " " Fachwerkswand auszumauern | 35 | 25 |
| 1 | " | 1/2 " " " Fachwerkswand zu verblenden (einschl. 1/2 Stein breiter Einfassung des Holzwerkes) | 75 | 50 |
| 1 | " | 1/2 " " " Fachwerkswand 1/2 Stein stark zu verblenden u. auszumauern | 85 | 60 |

| | Gegenstand | Ziegel Stück | Mörtel Liter |
|---|---|-----------------|-----------------|
| 1 | qm $\frac{1}{2}$ Stein starkes Tonnengewölbe bis zu 4 m Spannweite (in der Ebene gemessen) einschl. der üblichen Hintermauerung . | 95 | 70 |
| 1 | „ 1 „ „ desgl. | 190 | 140 |
| 1 | „ $\frac{1}{2}$ „ „ gedrücktes Gewölbe (elliptischen Querschnitts) desgl. | 90 | 65 |
| 1 | „ 1 „ „ desgl. | 180 | 130 |
| 1 | „ $\frac{1}{2}$ „ „ Kreuzgewölbe (halbkreisförmig, die Grate $\frac{1}{2}$ Stein breit und 1 Stein hoch) . . | 125 | 90 |
| 1 | „ $\frac{1}{2}$ „ „ desgl. (flachbogig, sonst wie vor) | 95 | 70 |
| 1 | „ $\frac{1}{2}$ „ „ Kappengewölbe (flachbogig, ohne Verstärkungsrippen) . | 75 | 55 |
| 1 | „ $\frac{1}{2}$ „ „ desgl. (flachbogig, die Verstärkungsrippen $\frac{1}{2}$ Stein breit und 1 Stein hoch) . . | 82 | 60 |
| 1 | stgd. m frei stehender Schornsteinkasten mit russischen Röhren (13 cm zu 20 cm und $\frac{1}{2}$ Stein starken Wangen bei 1 Röhre | 60 | 45 |
| | „ 2 Röhren | 100 | 70 |
| | „ 3 „ | 140 | 100 |
| 1 | stgd. m frei stehender Schornsteinkasten mit 1 russ. Röhre bei 1 Stein starken Wangen | 85 | 60 |
| 1 | qm flachseitiges Ziegelpflaster mit 12 cm starker Kalkmörtelbettung | 32 | 17 |
| 1 | „ flachseitiges Ziegelpflaster mit vergossenen Fugen in Sandbettung | 32 | 8 |
| 1 | „ hochkantiges Ziegelpflaster mit 6 mm starken Stossfugen in Mörtelbettung | 56 | 30 |
| 1 | „ desgl. ohne Mörtelbettung | 56 | 15 |
| 1 | „ Betonstrich, 10 cm stark (8 cm Betonirung, 2 cm starker Ueberzug von Zementmörtel) . | — | 50 |
| 1 | „ Fliesenpflaster aus Granit, Sandstein-, Schiefer-, Marmor- und Thonplatten durchschnittl. | — | 25 |
| 1 | lfd. m Rollschicht mit vollen Fugen | 13 | 10 |
| 1 | qm Verblend-Mauerwerk ohne Oeffnungen, aus ganzen und halben Steinen im Kreuzverbande (gleichzeitig mit Hintermauerung auszuführen) | 75 | 52 |
| 1 | „ Verblend-Mauerwerk ohne Oeffnungen, aus halben und viertel Verblendsteinen (nachträglich auszuführen an Viertelsteinen) . . | 50} | 40 |
| | „ halben „ | 50} | |
| 1 | „ glatter Wandputz 1,5 cm stark | — | 17 |
| 1 | „ „ „ 2 „ „ | — | 20 |
| 1 | „ „ „ auf ausgemauerten Fachwerkwänden | — | 15 |
| 1 | „ schlichter Fassadenputz mit schwachen, bezw. mit tiefen Fugen | — | 20—25 |

| | | Gegenstand | Ziegel Stück | Mörtel Liter |
|------|--------|--|-----------------|-----------------|
| 1 | qm | Ausfugung bei Feldstein- oder Bruchstein- mauerwerk | — | 15 |
| 1 | " | Ausfugung bei Ziegelmauerwerk | — | 5 |
| 1 | " | " " Fachwerk | — | 3 |
| 1 | " | Rappputz | — | 13 |
| 1 | " | glatter Putz auf halbkreisförmigen Tonnen oder Kreuzgewölben, durchschn. | — | 26 |
| 1 | " | glatter Putz auf gedrückten (elliptischen) Tonnen- oder Kreuzgewölben, durchschn. | — | 23 |
| 1 | " | glatter Putz auf flachen oder böhmischen Kappengewölben | — | 20 |
| 1 | " | Deckenputz auf einfach gerohrter Schalung ohne Gipszusatz | — | 20 |
| 1 | " | " " einfach gerohrter Schalung mit Gipszusatz | — | 17 |
| 1 | " | " " doppelt gerohrter Schalung mit Gipszusatz | — | 30 |
| 1 | " | Wand- und Gewölbeflächen 2 mal zu schlämmen 3—5 Liter Kalk | — | — |
| 1000 | Stück | Dachsteine (Biberschwänze), böhmisch in Kalk zu legen | — | 720 |
| 1000 | " | Dachsteine (Biberschwänze), nur mit Kalk zu verstreichen | — | 480 |
| 1000 | " | Dachpfannen in Kalkmörtel zu legen | — | 1200 |
| 1000 | " | Hohlziegel (zur Dachdeckung) desgl. | — | 720 |
| 1000 | " | desgl. mit Kalkmörtel zu verstreichen | — | 350 |
| 1 | lfd. m | Kalkleisten an Giebeln od. Schornsteinen | — | 5 |
| 1 | qm | Doppeldach aus Biberschwänzen (40:15 cm) auf 14 cm weiter Lattung | 50 | — |
| 1 | " | Kronendach aus Biberschwänzen (40:15 cm) auf 25 cm weiter Lattung | 55 | — |
| 1 | " | Deckung mit kleinen holländischen Pfannen (24:24 cm, 2 cm stark) | 20 | — |
| 1 | " | Deckung mit grossen holländischen Pfannen (39:26 cm, 1,5 cm stark) | 14 | — |
| 1 | " | Falzziegeldach mit 31 cm weiter Lattung | 16 | — |
| 1 | lfd. m | Deckung der First mit Hohlziegeln (40:17 cm, 2 cm stark) | 4 | — |

III. Mauern aus natürlichen Steinen.

a) Mauern aus unbearbeiteten, rohen Bruchsteinen.

Rohe Bruchsteine sind entweder lagerhaft, d. h. sie haben zwei gegenüber liegende, annähernd parallele Bruchflächen, oder es sind runde Feldsteine (Findlinge) oder unregelmässig gespaltene Stücke. Bei lagerhaften Steinen kommt es darauf an, dieselben so zu verlegen, dass ein guter Fugenwechsel ähnlich wie beim Ziegelmauerwerk entsteht, dass öfter tief in die Mauer eingreifende Bindersteine und an den Ecken die grössten, nach 2 Seiten einigermaßen zugehauenen Steine angeordnet werden. Der Höhe nach muss man alle 1—1,5 m eine vollständig wagrechte Abgleichung der Schichten herstellen; bei

den Fundamenten geschieht dies an den Absätzen. Alle Steine sollen auf ihrem natürlichen Lager, nicht hochkantig (sog. „Tiroler“) liegen, weil sie sonst abblättern und verwittern.

Die Unregelmässigkeit der Steine verursacht sehr starke Fugen, die man mit kleinen Steinen „auszuzwicken“ sucht. Um dazu nicht grosse Steine zerschlagen zu müssen, ist es zweckmässig, eine gewisse Menge kleiner Stücke aus den Brüchen zu beschaffen, wo sie vielfach als nutzloser Abraum beseitigt werden. Es ist aber streng darauf zu halten, dass die Anwendung der Zwicker auf das Unvermeidlichste beschränkt bleibe. Sehr gut ist es auch, besonders bei starken Fundamenten, Ziegelbruch, wie er aus den Ziegeleien leicht beschafft werden kann, in den Mörtel hinein zu schlagen, dessen Beschaffenheit dadurch gewinnt.

Viel schwieriger ist die Ausführung mit runden Feldsteinen; die Herstellung eines richtigen Verbandes ist hierbei unmöglich.

Fig. 29.

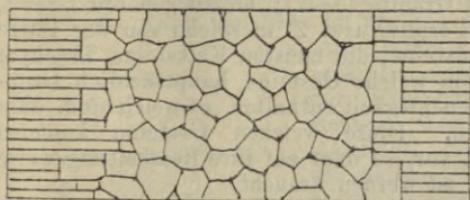


Fig. 30.

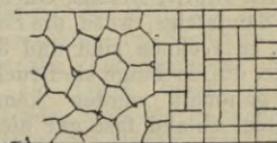


Fig. 31.

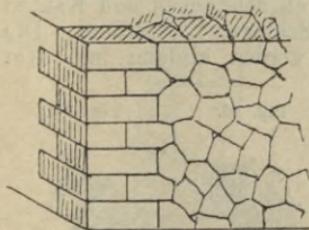
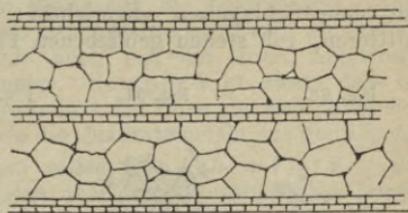


Fig. 32.



man muss die Steine in ziemlich fetten Mörtel — möglichst Zement-Mörtel — so legen, dass Binder tief in die Mauer eingreifen, daneben auf Fugenwechseln sehen und die unvermeidlichen hohlen Stellen gut mit kleinen Steinen und auch Ziegelbrocken auszwicken. Bei grösseren Findlingen kann man durch Zersprengen lagerhafte Flächen erhalten und dann mit den polygonalen Stücken einen guten, netzförmigen (Cyklopen-)Verband erreichen. Schwierigkeiten verursachen hierbei immer noch die Ecken, sowie die Fenster- und Thüranschläge, welche bei besseren Bauten mit Backsteinen oder auch wohl mit Werksteinen hergestellt werden. Beide Arten werden gewöhnlich mit dem Bruchsteinmauerwerk verzahnt, Fig. 29, 30 und 31. Auch werden häufig zur Herbeiführung grösserer Solidität, oder auch nur des besseren Aussehens wegen wagrechte Backstein- oder Werkstein-Streifen in Abständen von 0,60—1 m eingelegt, Fig. 32, was den Maurer zu einer grösseren Sorgfalt bei der Ausführung des Mauerwerks zwingt.

Bruchstein-Mauern müssen immer 15—25 cm stärker angelegt werden, als Ziegelmauern von denselben Höhen- und Längen-Abmessungen.

Bruchstein-Mauern, in Moos oder Gartenerde statt des Mörtels aufgeführt, kommen nur bei ganz untergeordneten Gebäuden, bei Umwehrungsmauern, zuweilen auch noch bei Brunnenkesseln vor.

Alle Bruchsteinmauern haben die unangenehme Eigenschaft, zu „schwitzen“, d. h. die im wärmeren Luftraum befindliche höhere Feuchtigkeit schlägt sich an den Steinen nieder. Am zweckmässigsten ist es deshalb, solche Mauern im Innern $\frac{1}{2}$ Stein stark mit Luftschicht, natürlich unter Anbringung der nöthigen Binder, zu verblenden. Ohne die Einschaltung der Luftschicht würde auch diese Verblendung feucht werden.

b) Mauern aus bearbeiteten Werkstücken oder Quadern.

Die zu Werkstücken zu verarbeitenden Gesteine kann man in Bezug auf ihre Härte in 3 verschiedene Gruppen einteilen: 1) In Gesteine von der Härte des Granits (5—7); hierzu gehören Granit, Syenit, Diorit, Diabas, Gneis, Porphyrr usw. 2) in solche von der Härte des Sandsteins, wozu die Sandsteine, die meisten Kalksteine, Trachyte usw. zu rechnen sind und 3) in weiche Gesteine, hauptsächlich Grobkalke, die, so lange sie Bruchfeuchtigkeit enthalten, so weich sind, dass sie gehobelt werden können. Diese weichen Gesteine kommen in Deutschland fast gar nicht vor, so dass auf ihre Bearbeitungsweise hier nicht näher eingegangen zu werden braucht.

Das Material für die zu bearbeitenden Werkstücke oder Quader kommt aus den Steinbrüchen in roh behauenenem Zustande, mit dem Zweispitz, Fig. 33, „bossirt“, nach den Arbeitsplätzen des Steinmetzen. Hier werden die Quader nach allen Seiten an den Ecken und Kanten mit dem Schlageisen abgerichtet: mit „Schlägen“ versehen. Die mittleren, roh stehen gebliebenen Flächen werden alsdann mit dem

Fig. 33.



Fig. 34.

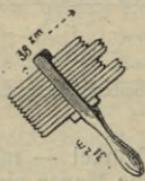


Fig. 35.



Fig. 36.

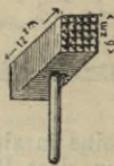


Fig. 37.



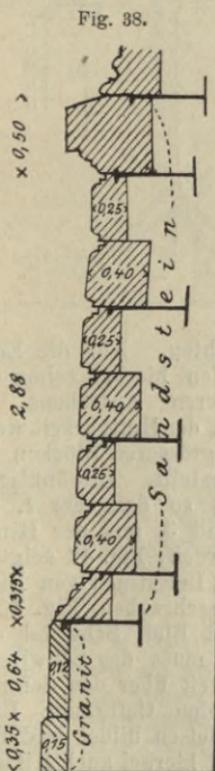
Spitzeisen „gespitzt.“ Soll noch eine sorgfältigere Bearbeitung stattfinden, so kann man Sand- und gleich harte Gesteine mit dem Krönelisen, Fig. 34, „kröneln“, wonach die Fläche gleichsam tätowirt erscheint, oder mit dem Scharrireisen (einem Meissel), Fig. 35, „scharriren“, wobei die Fläche fein oder breit gestreift aussieht. Gekrönelte Flächen werden gewöhnlich ringsum mit einem Scharrirschlag eingefasst, einmal des besseren Aussehens wegen, dann aber auch, weil beim Kröneln die Kanten leicht abspringen. Endlich können die Steine noch geschliffen werden, was gewöhnlich nach einem oberflächlichen Scharriren mittels eines grobkörnigen Sandsteins, meist auf nassem Wege, doch auch trocken, je nach der Materialbeschaffenheit, ausgeführt wird. Granit und verwandte Gesteine werden nicht scharrirt oder gekröneln, sondern mit dem Stockhammer

Fig. 36, einfach, fein oder schleifrecht „gestockt“, dann geschliffen oder schliesslich „poliert“. „Geflächt“ werden die Lagerflächen der Werksteine mit dem Flächhammer, Fig. 37, um grobe Unebenheiten zu entfernen.

Rohe Quader werden, wegen des Verlustes bei der Bearbeitung, aus den Brüchen etwas grösser, „mit dem Arbeitszoll“, geliefert, kostbare Materialien später mit der Säge zu Platten zerschnitten, zumeist mit Wasser- oder Dampftrieb. —

Bei jedem Quader unterscheidet man das obere und untere Lager, das Haupt oder die Stirn — die Aussenfläche und die Fugenflächen — die inneren, lothrechten Seiten.

Im allgemeinen können für den Verband von Werkstücken dieselben Regeln gelten, wie für den der Backsteine, nur dass hier die Mauer gewöhnlich blos mit Werkstein verblendet wird und im übrigen aus Ziegeln oder Bruchsteinen besteht. Da das Fehlen von Mörtel eine ganz genaue, sehr kostspielige Bearbeitung der Fugen (wie bei den Tempeln der Griechen und Römer) voraussetzen würde, sieht man heute davon ab, arbeitet nur die Fugenkanten auf etwa 3 cm Tiefe genau und füllt im übrigen die Zwischenräume mit Mörtel



aus. Wichtig ist es, die Höhe der Quaderschichten einigermaassen den Steinschichten der Hintermauerung entsprechend einzurichten, damit ein guter Zusammenhang stattfindet, dabei wird sich die Verwendung von halben Ziegel- und Dachsteinschichten nicht immer vermeiden lassen. Die Quaderbildung im Aeusseren, sowohl in Bezug auf Abwechslung der Schichthöhen und der Längen der einzelnen Steine, als auch in Bezug auf die Bearbeitung, hängt ganz von den Architekturformen ab, erstere besonders auch von der Höhe und Breite der Fenster. Semper sagt zwar, dass bei Verschiedenheit der Höhe der Schichten sich diese wie die Quadratwurzeln aus den Längen verhalten sollen, also $h : h_1 = \sqrt{l} : \sqrt{l_1}$; das würde sich aber schwer durchführen lassen, man müsste denn glatte, lange Mauern auszuführen haben. Man lässt entweder in den einzelnen Schichten, Läufer und Binder abwechseln, letztere zwischen je 2 Läufern oder auch seltener, und dann erstere 2—3 mal so lang, als sie hoch sind. Oder man lässt immer eine ganze Läufer-schicht auf eine Binderschicht folgen, Fig. 38. Zur Hintermauerung der Quader ist stets verlängertes Zementmörtel zu verwenden. Vor dem Hintermauern sind alle Sandsteine mit einer Mischung von Asphalt und Theer heiss an den rückseitigen Flächen zu überziehen, damit das Mauerwerk nicht durch

den die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre leicht aufnehmenden Sandstein angenässt werde. — Um einen möglichst innigen Zusammenhang der Werkstücke unter einander und mit der Hintermauerung herbei zu führen, verbindet man sie durch hölzerne, steinerne, meistens aber durch eiserne

Dübel, Klammern und Anker. Bronze eignete sich hierfür am besten, ist jedoch zu theuer; Stein ist zu spröde. Deshalb nimmt man jetzt fast immer Eisen, welches zum Schutz gegen Rosten verzinkt, verzinkt oder verbleit wird. Die Dübel, Fig. 39, fertigt man gewöhnlich aus 2—2,5 cm starkem Quadrateisen, die Klammern, Fig. 40, und Anker, einfache und sogen. Gabelanker, Fig. 41, zur Befestigung zweier Steine zugleich, aus 20—25 mm breitem, 7—10 mm starkem Flacheisen. Die Anker mit beweglichem Splint zu machen, ist zwar gut, aber nicht immer rathsam, weil letzterer aus Nachlässigkeit zuweilen nicht eingelegt wird. Praktischer ist es daher, das Ende der Anker aufzuschlitzen und dann die beiden Hälften nach oben und unten umzubiegen, Fig. 41a. Je schwächer man die Quader macht, in desto grösserer Zahl müssen Anker eingelegt werden. Besonders bei Gebäude-Sockeln, die gewöhnlich aus einem härteren und dauerhafteren, deshalb aber auch kostspieligeren Steine hergestellt und oft nur 12—15 cm stark verkleidet werden, ist dies sorgfältig zu

Fig. 39.

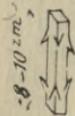


Fig. 40.

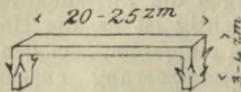


Fig. 41 u. 41a.

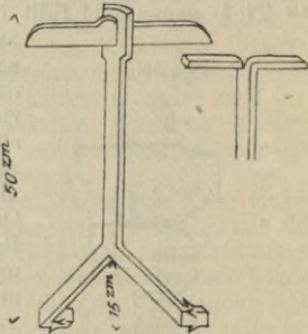


Fig. 42.

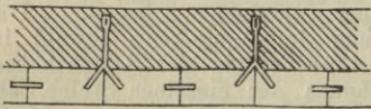


Fig. 43.

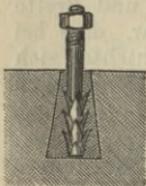
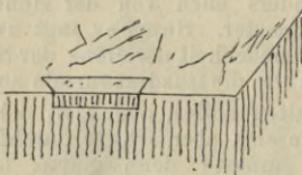


Fig. 44.



beachten. Nur die Ecken werden hierbei schon des besseren Aussehens und auch der Haltbarkeit wegen aus grösseren Blöcken hergestellt. Gewöhnlich

wechselt man mit Klammern und Ankern ab, so dass der 1. und 2. Stein einer Schicht verklammert, der 2. und 3. mit der Hintermauerung durch einen Gabelanker verbunden werden; Fig. 42 zeigt die sogen. Schwalbenschwanz-Verklammerung. Zum Befestigen von Eisentheilen an Steinen dienen zuweilen sogen. Steinschrauben, Fig. 43.

Die Eisentheile werden in den Steinen mit Blei, Schwefel oder jetzt fast immer mit Zement vergossen. Blei muss des Schwindens wegen nach dem Erkalten angekeilt, Schwefel weit über den Schmelzpunkt hinaus erhitzt werden, so dass er eine tiefbraune Farbe annimmt, weil er sonst mit dem Eisen Schwefeleisen bildet und dann durch Ausdehnung den Stein sprengt. Gut sind hierbei auch Kitten zu verwenden, mit denen man sonst wohl Schäden an Steinen ausbessert und von denen der bequemste und beste der sogen. Glycerin-Kitt ist, bestehend aus einem Brei von Bleiglätte und Glycerin, anfangs fleischfarben, nach einiger Zeit äusserlich schneeweiss, so dass er zu Reparaturen auch bei ganz hellfarbigen Steinen anwendbar ist.

Zur Ausbesserung von Schäden an dunkelfarbigem Gestein wird Schellack, mit dem betreffenden Steinpulver vermisch, heiss oder in Spiritus gelöst, aufgetragen. Ist eine Ecke oder Kante des Quaders verletzt, so wird eine „Vierung“ mit einem dieser Kitt eingesetzt, wobei stets zu beachten, dass dieselbe schwalbenschwanzförmig gearbeitet sei, damit auch dann, wenn der Kitt einmal nicht seine Schuldigkeit thun sollte, ein Herausfallen unbedingt verhindert werde, Fig. 44. Ist ein Herausdrängen des Mauerwerks, z. B. bei Böschungs- und Kaimauern zu befürchten, so verankert man die Werkstücke auch durch schwalbenschwanzförmiges Ineinandergreifen, wobei aber spitze Winkel wegen leichter Beschädigung der Steine möglichst zu vermeiden sind, Fig. 45, 46, 47. Besonders bei Brückenpfeilern,

Fig. 45.

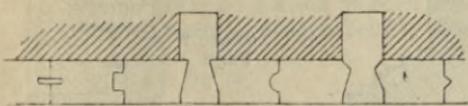


Fig. 47 a.

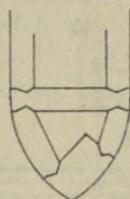


Fig. 47 b.

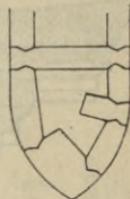


Fig. 46.

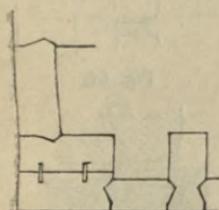


Fig. 47.

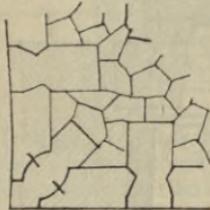


Fig. 47 c.

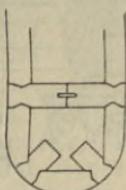


Fig. 47 d.

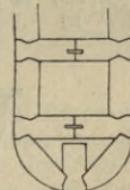


Fig. 48.



Fig. 49.

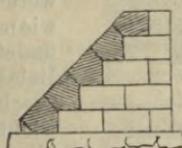


Fig. 50.

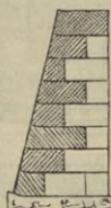


Fig. 51.

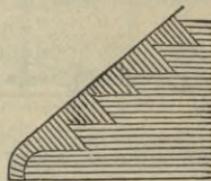


Fig. 47 a, b, c, d, ist auf sehr sorgfältigen Verband und hauptsächlich darauf zu achten, dass hin und wieder Binder durch den ganzen Pfeiler reichen, welche, wenn sie nicht aus einem Stück angefertigt werden können, gut zu verklammern sind. —

Bei reicher gestalteter Quaderung ist die Fuge der einzelnen Quaderschichten nie in die Mitte der ganzen Profilierung, sondern bei wagrechten Fugen oben, bei senkrechten rechts oder links zu legen, Fig. 48, und zwar deshalb, weil man: 1. dadurch die Herstellung einer Kante erspart, 2. weil eine Kante weniger beim Transport und beim Versetzen gefährdet ist, 3. weil die wagrechte Fuge dadurch einigermaßen gegen das Eindringen des Regens geschützt ist. Bei

Böschungsmauern z. B. bei Rampen, pflegt man zur Vermeidung spitzer Winkel an den Steinen die Fugen rechtwinklig zur Böschungslinie zu legen, was allerdings, wenn keine Deckplatten aufgelegt werden, den Nachtheil hat, dass erstere der Einwirkung der Feuchtigkeit und des Frostes offen stehen, Fig. 49 u. 50. Eine ganz ähnliche Konstruktion wird bei Ziegelmauerwerk angetroffen, Fig. 51.

Grosse Aufmerksamkeit ist den wagrechten Sturzen bei Fenstern und Thüren, sowie Architraven zuzuwenden. Sie dürfen nicht belastet

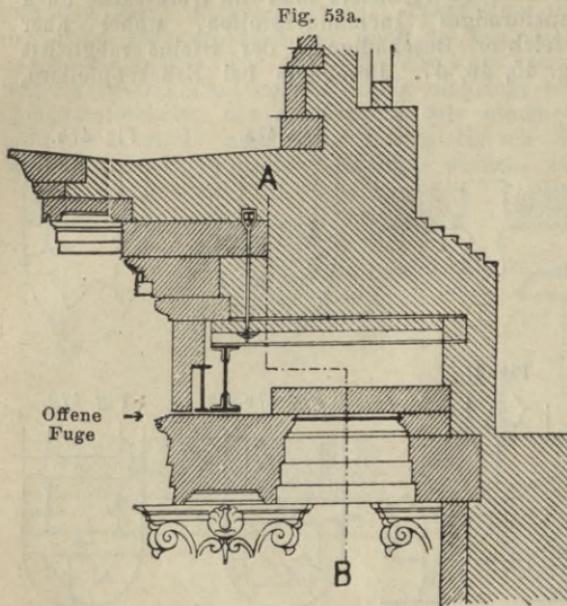
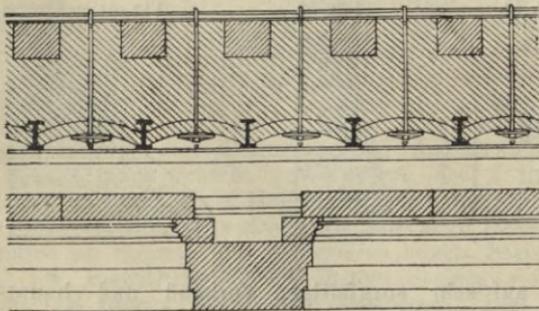


Fig. 53a.

Offene
Fuge

Fig. 53b.



Schnitt nach a—b.

Fig. 52.

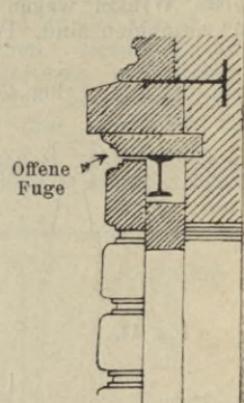


Fig. 54.



werden, weil sie, wie man fast überall findet, unter der Belastung leicht brechen. Besonders wichtig ist es, dass über ihrer Mitte keine Quaderstösse angeordnet werden, da diese Stösse sich nach unten stets in Rissen fortpflanzen.

Am sichersten ist es, darüber liegende Quader so durch eiserne Träger zu unterstützen, dass diese von Aussen nicht sichtbar sind, und die Fugen zwischen ersteren und dem Sturz oder dem Architrav, so weit diese frei liegen, ganz offen zu lassen. Beide sind auf diese Weise nirgends belastet, sondern haben nur ihre Eigenlast zu tragen. Fig. 52 zeigt diese Ausführung auf einen Fenster- oder Thürsturz angewendet, wobei die Unterglieder des Gurtgesimses beliebig über dem Steinquader gestossen werden können.

Fig. 53 a u. b stellen das Gesims über der Vorhalle der Technischen Hochschule in Charlottenburg dar, bei welchem es darauf ankam, die 5,60 m langen Architrave vollständig zu entlasten, die bei einer Breite und Höhe von etwa 90 cm auch noch eine sehr hohe Attika zum Theil zu tragen haben. Durch Einlegung der beiden Träger, welche nur an den Endpunkten auf den Architraven, unmittelbar über den Säulen, aufruhn, sonst aber jene in keinem Punkte berühren, ist dies erreicht.

Architrave sollen immer nur den Kern der Säulen, nicht aber auch die vorstehenden Glieder der Kapitelle belasten, die infolge des Druckes leicht abbrechen. Aus diesem Grunde ist an jedes Kapitell noch ein dem oberen Säulendurchmesser entsprechendes Plättchen von etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 cm Stärke anzuarbeiten, auf welchem der Architrav aufruht, ohne eines der Glieder des Kapitells zu berühren, Fig. 54.

Kanneluren an Säulen werden am besten erst nach dem Versetzen der Säulentrommel ausgearbeitet, damit die scharfen Kanten beim

Fig. 55.

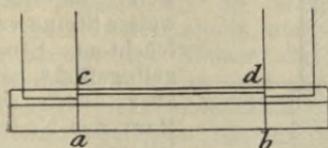


Fig. 57.

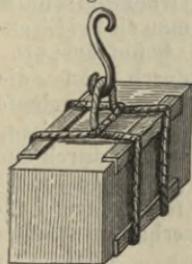
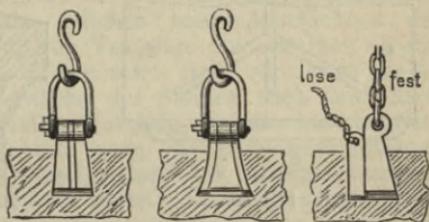


Fig 56 a, b, u. c.



Transport nicht leiden. Sollte das der Kürze der Zeit wegen unausführbar sein, so thut man gut, die Kanneluren vorläufig nur in der Mitte der Säulentrommel fertig zu stellen, am Anfang und Ende aber den Stein roh zu lassen.

Die einzelnen Theile einer Säule sollen der Gefahr des ungleichmässigen Setzens wegen nicht in Mörtel, sondern mit 2—3 mm starken Bleiplatten als Zwischenlage versetzt werden.

Fenstersohlbänke dürfen nicht durch die Gewände belastet werden, weil sie leicht brechen. Es ist deshalb ein Mittelstück a—b, Fig. 55, einzuschieben, so dass bei ac und bd Stossfugen liegen. Muss die ganze Sohlbank aus einem Stück bestehen, so ist die Lagerfuge zwischen a und b hohl zu halten, damit die Sohlbank durch den Druck der beiden Gewände nicht auf Biegung in Anspruch genommen werden kann.

Steinerne Thür- und Fenstersturze in sonst geputzten oder in Ziegelrohbau-Fassaden müssen stets durch Mauerbögen entlastet werden. Der Zwischenraum zwischen Sturz und Bogen bleibt so lange als möglich unausgefüllt und wird zuletzt nur ganz dünn, höchstens $\frac{1}{2}$ Stein stark verblendet. (Vergl. auch den Abschnitt über Mauerbögen). —

Das Versetzen der Werksteine ist nur zu ebener Erde und bei leichteren Stücken durch Umkanten möglich. In grösserer Höhe und bei schwereren Steinen müssen Hebezeuge in Anwendung kommen. Es empfiehlt sich immer ein Tau, keine Kette, zum Aufziehen zu verwenden, weil diese, wenn auch auf ausreichende Trag-

fähigkeit geprobt, bei einem plötzlichen Ruck leicht bricht, der schon dadurch entstehen kann, dass ein Glied beim Umlegen auf die Windetrommel aus einer unrichtigen Lage in die richtige springt. Zur Befestigung am Stein wird der Wolf, Fig. 56, a, b, c, gebraucht, der in ein konisch gearbeitetes Loch eingesetzt, mit Sand verschüttet und dann mit Wasser eingeschlämmt wird; es sind übrigens auch andere als die hier dargestellten Formen des Wolfs und überhaupt noch andere Vorrichtungen zum „Fassen“ schwerer Werkstücke im Gebrauch, worüber u. a. in Brennecke Grundbau, S. 69 ff. zu vergleichen ist. Hat man die Besorgniss, dass das Loch etwa durch einen plötzlichen Ruck, oder die Schwere des Steines ausbrechen könnte, so verwendet man zum Anhängen des letzteren ein Kranztau, Fig. 57, oder besser einen aus starken Hanfschnüren geflochtenen Gurt ohne Ende, in welchem seiner Breite wegen (12—15 cm) der Quader sehr sicher ruht. Die Kanten des Steins kann man durch angelegte Brettstückchen schützen. Hierzu Stroh oder Tannenreisig zu benutzen, oder die Steine in dieses Material

Fig. 58.

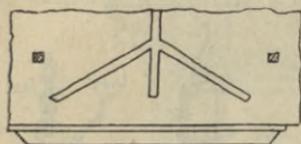


Fig. 60.

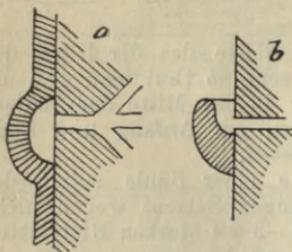


Fig. 59.

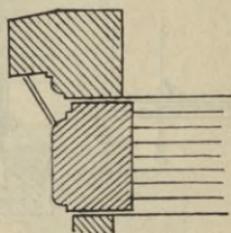


Fig. 61.



beim Transport zu verpacken, ist nicht anzurathen, weil besonders weisse Steine von feuchtem Stroh gelb gefärbt, alle aber durch das Harz des Nadelholzes verunreinigt werden. Am sichersten schützt man sie bei Eisenbahntransport durch an die Kanten gelegte Brettstückchen, welche durch ungenagelte Latten fest in ihrer Lage erhalten werden.

Senkrechte Gewände, Bal-

luster, Maasswerk müssen mit Dübeln versetzt werden, welche in jenen mit Blei zu befestigen sind. Oben erhalten Gewände gewöhnlich einen Anker oder eine Klammer. Nachdem diese Bautheile auf ihr unterstes Lager gestellt sind, werden sie mit Mörtel vergossen. Vor dem Versetzen sind in die Quader die Ankerlöcher zu schlagen und, besonders bei grösseren, in das Oberlager ein paar Rinnen zu hauen, durch welche das Einfließen des Mörtels in die Lagerfuge erleichtert wird, Fig. 58. Hiernach werden auf die 4 Ecken des unteren, bereits vermaurten Quaders kleine Blei-, Zink- oder allenfalls auch Dachpappen-Plättchen, mehre über einander, gelegt, welche zusammen die Dicke der Fuge ausmachen, und darauf wird der neue Quader mit dem Hebezeug langsam niedergelassen. Dieses Verfahren muss gewöhnlich mehrmals wiederholt werden, weil der Stein selten das erste mal richtig liegt, indem zugleich einzelne Plättchen entfernt oder neue hinzugefügt werden müssen. Bei Keilquadern der Fenster benutzt man statt der Plättchen kleine Holzkeile, welche man leicht verrücken kann, bis der Schlussstein gut passt;

auch beim Versetzen von Gesimsgliedern werden sie oft angewendet. Vor dem Gebrauch sind die Keile gründlich anzufeuchten, damit sie keine Nässe aus dem Fugenmörtel aufnehmen, wodurch sie „quellen“ und die Kanten des Steines absprenge könnten. Gesimsstücke mit ungenügendem Auflager, welche vor der Uebermauerung nach vorn kippen, kann man mit kleinen Holzstäben unterstützen, Fig. 59.

Zum Vergiessen wird die Fuge ringsum mit Lehm oder Thon verstrichen und an der Mitte der Hinterseite zum Eingiessen des dünnflüssigen Mörtels ein Trichter („Nest“) gemacht, Fig. 60a u. b. Von hieraus kann man dann mit einem säbelartigen Stück Eisenblech den Mörtel in der Fuge vertheilen, so dass alle Stellen derselben gleichmässig gefüllt werden. Der zur Bereitung dieses Mörtels zu verwendende Sand muss fein gesiebt sein, um eine gute Vertheilung des Mörtels zu schaffen. Trass und Zement sind dabei zu vermeiden, wenn man nicht etwa Granite versetzt. Sandstein mit einem Bindemittel von schwefelsaurem Kalk, wie der Buznlauer, wird infolge des Natrongehaltes von Zement und Trass in kurzer Zeit zerfressen. Das Natron, im Mörtelwasser löslich, dringt mit diesem in den Sandstein ein; hier verbindet es sich mit der Schwefelsäure des Bindemittels zu Glaubersalz, welches beim Austrocknen des Steines auskristallisirt und bei diesem Vorgange die einzelnen Quarztheilchen des Steines abstösst. Dies setzt sich oft lange Jahre hindurch fort, so dass die Oberfläche des Steines nach und nach immer mehr abbröckelt. Derselbe Vorgang wurde bei buntem, thonerdehaltigem Marmor beobachtet, wenn die dünn geschnittenen Platten, Fussboden-, wie auch Wandplatten, auf Zementmauerwerk mit Gipsmörtel verlegt oder vergossen waren. Andere Sandsteine, wie Obernkirchner, Elzer, Deister usw. werden durch das in ihnen enthaltene Mangan dunkelbraun gefärbt. Diese Färbung verschwindet aber mit den Jahren infolge von Witterungseinflüssen und kann auch durch Abwaschen mit verdünnter weisser Schwefelsäure gemildert werden; Abschleifen des Steines nützt nichts. Zu empfehlen ist die Verwendung von natürlichem hydraulischem Kalk, sowie eine Mischung von Ziegemehl mit gutem Fettkalk. — Die mit gewöhnlichem Kalkmörtel vergossenen Quaderfugen sind nicht mit Zementmörtel auszustreichen (nachzufugen). Denn es können, weil der Kalkmörtel noch lange Zeit weich bleibt, der Zement-Fugenmörtel aber an der Luft rasch abbindet, die Kanten der Quader das Setzen des ganzen Mauerwerks nicht mitmachen und „springen“ deshalb durchweg ab, Fig. 61.

Die Härte der zum Werksteinbau verwendeten Gesteine steht in einem gewissen Verhältniss zur Dichtigkeit und somit auch zum spezifischen Gewicht. Während dieses bei den granitischen und granitähnlichen Felsarten zwischen 2,25 und 3, bei Kalk- und Sandstein meist zwischen 1,5 und 2,8 schwankt, geht es bei Tuffen bis auf 1,2 bis 1,4 zurück. Sehr viel verschiedener ist die Druckfestigkeit. Bei granitähnlichen Gesteinen steigt sie von 800 kg, (dem grauen Granit von Waldstein im bayerischen R.-Bez. Oberfranken), bis auf 2560 bei dem Rübeler Diabas, ja bis auf 2600 bei dem Odenwalder Gneiss. Bei den Kalken ist ein Unterschied zwischen 300 bis 400 kg (dem Oolith von Jaumont bei Metz, dem Kreidekalk von Offenstetten in Oberbayern und dem Jurakalk von Solnhofen) und 1500 bis 1600 kg vorhanden, die z. B. bei den Kohlenkalken von Raeren und Cornelymünster gefunden werden. Viel ungleicher ist die Druckfestigkeit bei Sandsteinen. Während der sogen. Portasandstein von der Porta Westphalica nur eine solche von 170 bis 180 kg besitzt, erreicht der Kohlsandstein von Gommern, Plötzky und

Pretzien a. d. Elbe eine Festigkeit von 2700 bis 2880 kg. Die kleinste Druckfestigkeit haben die Bimsteine und Leuzittuffe mit 100 bis 150 kg.

Die Festigkeitsversuche mit kleinen Würfeln von 6 bis 10 cm Seite geben immer höhere Zahlen, als Proben mit grossen Stücken, besonders auch, weil das zu den Versuchen seitens der Bruchbesitzer eingelieferte Material meist sehr sorgfältig ausgewählt und selten willkürlich herausgegriffen ist. Auch können die Versuche nicht die zufälligen Fehler berücksichtigen, mit denen die Steine oft behaftet sind, also Nester, Stiche, Einsprengungen usw., welche die Tragfähigkeit in ausserordentlichem Grade beeinträchtigen. Bei stark in Anspruch genommenen Konstruktionstheilen, belasteten Säulen und Pfeilern, frei tragenden Treppenstufen und Konsolen, muss das zu verwendende Werkstück stets sorgfältig auf solche Fehler untersucht werden. Der Sicherheitsfaktor bei solchen Bautheilen aus Stein sollte deshalb auch nicht kleiner sein, als 8, um sowohl der Verschiedenheit des Materials selbst, als auch anderen Zufälligkeiten Rechnung zu tragen.

Die Wasseraufnahme ist bei den granitischen Gesteinen am geringsten, gewöhnlich 0,30 bis 0,60%, selten bis zu 1%, bei Kalkstein jedoch nach der mehr oder weniger grossen Porosität sehr verschieden, 7,7 bis 8,1% bei den Oolithen von Jaumont, nur 0,19 bis 0,29% bei dem Zechstein von Seesen. Beim Sandstein wechselt sie von 14,5% bei dem Liassandstein von Sassendorf in Oberfranken und bei einigen sächsischen Sandsteinen, bis herab auf 0,045% bei dem Dyassandstein von Oderheim. Die Tuffsteine zeigen die grösste Wasseraufnahme, bis zu 25%, womit bewiesen wird, dass sich aus der Grösse der Wasseraufnahme keine sicheren Schlüsse auf die Wetterbeständigkeit des Steines ziehen lassen.

Die Verwitterung kann auf zweierlei Weise stattfinden, einmal durch mechanische Auflockerung und dann durch chemische Auflösung; beiden folgt der Zerfall der Steine. Der der Befeuchtung und Aufnahme von Wasser folgende Frost verursacht sehr häufig fortdauernde Ablätterungen der Steine, besonders wenn sie durch glimmerige oder sonstige Absonderungen geschichtet und senkrecht zu ihrem Bruchlager versetzt sind. Die grössten Blöcke völlig gleichartiger Gesteine werden häufig von Frost zersprengt, sobald sie noch Bruchfeuchtigkeit enthalten. Andere, besonders Sandsteine, fallen der Zerstörung durch Frost dadurch anheim, dass sie Knoten von Thon enthalten, welcher das Wasser in höherem Maasse ansaugt, als der Stein selbst. Durch die grosse Ausdehnung beim Gefrieren werden dann einzelne Stücke des letzteren abgestossen. Einige Sandsteine, besonders glimmerschichtige, haben die Eigenschaft, infolge von Sonnenhitze nach allen Richtungen zu zerspringen, wenn sie jener in noch bruchfeuchtem Zustande ausgesetzt werden.

Alle Gesteine ohne Ausnahme sind aber in atmosphärischem, stets kohlenensäurehaltigem Wasser löslich; das Maass der Löslichkeit ist aber sehr verschieden. Kalksteine fallen unter den Bausteinen diesen Einflüssen am schnellsten zum Opfer, besonders wenn, wie in grossen Städten, zu der Kohlensäure noch die schweflige Säure der Rauchgase, oder, an der Meeresküste, die Salzsäure tritt. Am widerstandsfähigsten gegen die auflösenden Wirkungen der feuchten Luft sind die an Kieselsäure (an Quarz) reichen Gesteine. Bei Sandsteinen spielt deshalb neben den Quarzkörnern das Bindemittel eine wesentliche Rolle, ob es ein krystallinisches oder amorphes, ein kieseliges oder kalkig-thoniges usw. ist.

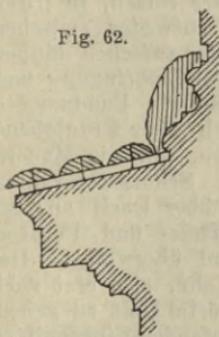
Will man in Bezug auf die Haltbarkeit der Gesteine ganz sicher gehen, so thut man gut, auf Kirchhöfen und an Kirchen in den

betreffenden Steinbrüchen nahe liegenden Orten die Grabsteine und Denkmäler zu untersuchen, deren Alter in der Inschrift durch das Todesjahr der Verstorbenen ziemlich genau angegeben wird. Hat sich hier die Haltbarkeit des Gesteins, welches durch lange Jahre den Witterungseinflüssen schutzlos ausgesetzt war, erwiesen, so kann es für Verkleidung städtischer Gebäude brauchbar erscheinen, obgleich hier, wie gesagt, noch Rauchgase usw. ihren schädlichen Einfluss ausüben können.

Auf heftige Erhitzung, z. B. bei einem Brande, folgende schnelle Abkühlung durch Bespritzen mit kaltem Wasser zersplittert selbst die härtesten Granite. Deshalb sind gemauerte Pfeiler und Treppen in Bezug auf Feuersicherheit den aus Werkstein hergestellten unbedingt vorzuziehen. —

Nach dem Versetzen des Steines werden die Klammern und Anker eingelegt, mit Zementmörtel vergossen, die Rückseiten der Quader mit heissem Goudron bestrichen, wonach nach 24 Stunden die Hintermauerung ausgeführt werden kann. Es ist von Wichtigkeit, jedes Werkstück auf sein Bruchlager zu versetzen. Nur bei unbelasteten Bekleidungsplatten und allenfalls bei grösseren Säulentrommeln und Pilaster-Stücken, welche aus sehr hartem Gestein angefertigt werden und anders nicht zu beschaffen sind, weil die Bänke in den betreffenden Brüchen in zu geringer Mächtigkeit auftreten, kann man jene Regel vernachlässigen, muss sich aber vorher überzeugen, dass die Werkstücke vollkommen frei von „Stichen“, feinen Rissen, sind, welche infolge des Druckes, den der Stein durch seine spätere Belastung erleidet, die Zersplitterung veranlassen würden.

Fig. 62.



Mit dem Fortschreiten des Baues sind alle Gesimse und sonst vortretenden Bautheile oder Gliederungen, zum Schutz gegen Beschädigungen durch herab fallende Steine usw., mit auf Latten genagelten Brettern (Schwarten) oder mit Lehm abzudecken, welcher mit kurz gehacktem Stroh vermischt ist, Fig. 62. Beim späteren Entfernen des mit der Zeit recht hart werdenden Lehms ist Vorsicht zu gebrauchen und besonders das Abschlagen mit dem Hammer zu verbieten, weil dabei leicht die Gliederungen verletzt werden. Ein allmähliches Aufweichen durch Wasser ist am meisten angebracht. Auch vor dem Anstreichen der Sandstein-Fassaden mit Lehmwasser zum Schutz gegen Verunreinigungen

durch Mörtel ist zu warnen, weil die Sandsteine meistens dadurch eine dauernde gelbliche Färbung annehmen, die schwer oder gar nicht wieder zu entfernen ist. — Herunter rieselnder Mörtel sollte stets sogleich abgewaschen werden.

Nach Fertigstellung der Gebäudefronten sind im deutschen Klima die Gesimse mit Zinklech abzudecken, weil die Feuchtigkeit nicht nur in die Fugen dringt und der Frost darnach die Quader auseinander treibt, sondern auch den Stein selbst in den meisten Fällen zerstört; er „verwittert.“ —

Ungleich gefärbte gelbe Steine oder weisse Steine kann man dadurch gelb färben, dass man sie mit in Wasser gelöstem Eisenvitriol und darnach mit einer gesättigten Lösung von Aetzkalk — dem in den Gruben auf der Kalk-Oberfläche stehenden klaren Wasser — bestreicht. Andere, z. B. röthliche Färbungen, lassen sich kaum, höchstens durch verdünnten Essig mit entsprechendem Farbenzusatz hervorbringen.

Zum Schutz der Gesteine gegen Verwitterung hat sich in manchen Fällen, besonders bei porösen Steinen, ein Anstrich mit Wasserglas bewährt; doch lauten die Urtheile hierüber noch sehr verschieden. In anderen Fällen ist mit gutem Erfolg eine ein- oder mehrmalige Tränkung mit heissem Oel ausgeführt worden, die indessen eine möglichst vollkommene Trockenheit des Steins zur Voraussetzung hat und nur bei bestimmten Färbungen desselben zulässig sein wird.

Ein wirksameres Schutzmittel scheint in neuerer Zeit in den Kessler'schen „Fluaten“ gefunden zu sein, welche zugleich den damit getränkten Steinen, besonders Grobkalken, aber auch Sandsteinen, eine wesentlich grössere Härte verleihen, natürlich nur so weit, als diese „Fluate“ in das Innere des Steines eingedrungen sind. Besonders in Frankreich wird von dieser Erfindung jetzt häufig Gebrauch gemacht.¹⁾

IV. Mauerwerk aus Stampf- und Gussmassen.

Zur Herstellung von Mauern aus Stampf- oder Gusswerk kann Lehm oder Kalk mit Sand oder Zement mit Sand verwendet werden; man unterscheidet darnach: 1. Lehm-Pisébau, 2. Kalk-Sand-Pisébau und 3. Zement-Pisé oder Konkretbau, auch Betonbau genannt.

a) Lehm-Pisé.

Hierzu sind alle Erdarten tauglich und ist eigentlich nur magerer Sand, fetter Thon, Dünger- und Humusboden ausgeschlossen. Zu fetter Thon kann durch Sandzusatz gemagert werden. Der Boden, in frisch gegrabenem Zustande am besten geeignet, wird entweder zwischen zangenartig verbundenen Holzwänden und Kasten oder zwischen dünnen Mauern von Luftsteinen entsprechend geformt, wobei Einbringung und Stampfen in Lagen von etwa 10 cm Stärke stattfindet. Fundamente und Sockel müssen, letztere noch 50—60 cm hoch über Erdgleiche, massiv hergestellt werden, Dächer weit überladen, um die Mauern gegen die Einflüsse der Witterung zu schützen. Schornsteinröhren werden innerhalb des Gebäudes von Luftsteinen, über Dach aus gebrannten Ziegeln in Kalkmörtel aufgemauert, Thür- und Fensteröffnungen mit ebensolchen Steinen eingefasst und überwölbt. Der Abputz der Piséwände darf frühestens nach 1 Jahr, also erst nach vollkommener Austrocknung erfolgen. Um dem Mörtel Halt zu geben, werden die Wände mit 5—8 mm tiefen, schräg verlaufenden Einschnitten rau gemacht und angenässt. Der alsdann aufgebraachte Rapputz besteht am besten aus 1 Theil Kalkbrei, 3 Th. Lehm und 2 Th. Sand. Auf den angeworfenen Rapputz folgt ein gewöhnlicher Kalkmörtel-Putz. Besser ist es, die Lehmwände aussen mit Dachpappe zu bekleiden, welche an hölzernen Dübeln befestigt ist, die man in die Masse bei der Herstellung eingefügt hat.

b) Kalk-Pisé.

Hierzu kann man sowohl gewöhnlichen Fettkalk, als auch hydraulischen Kalk, diesen besonders für feucht gelegene Bauten, benutzen. Dem Sande können Kiesel und Steine bis zu Nussgrösse beigemischt sein. Je nach der Ausgiebigkeit verträgt der Kalk einen Sandzusatz von 8—12 Theilen. Der Kalk wird durch Zusatz der nöthigen Wassermenge in „Kalkmilch“ verwandelt und der Sand dieser nach

¹⁾ S. Hauenschield, die Kessler'schen Fluete.

und nach zugesetzt. Die entsprechende Wassermenge wird so ermittelt, dass man ein Gefäss mit dem Sande anfüllt und dann so viel Wasser zuschüttet bis alle Hohlräume gefüllt sind. Die Formung erfolgt ebenfalls in hölzernen Formkästen, deren Einzelheiten in Engel, Kalksand-Pisébau und die Kalkziegelfabrikation, (3. Aufl., Berlin, 1877, Thaer-Bibliothek Bd. 32) genau mitgetheilt sind. Fundamente und Sockel sind aus Stein herzustellen, Fenster- und Thüranschläge, sowie Bögen aller Art jedoch, nach besonderen Lehrgerüsten, aus Pisé. Um Schornsteinröhren ausführen zu können, werden zylindrische Hölzer von etwa 16^{cm} Durchmesser mit eingestampft und der fortschreitenden Höhe entsprechend höher gezogen. Eine nächsthöhere Schicht darf immer erst aufgebracht werden, wenn die vorhergehende derartig erhärtet ist, dass der Stampfer beim Auffallen zurückschnellt und einen hellen Klang giebt. Bei heftigem Regen ist die Arbeit einzustellen und das bereits fertige Mauerwerk sorgfältig mit Brettern oder Dachpappe abzudecken. Die mit gewöhnlichem Fettkalk auszuführenden Pisémauern müssen um $\frac{1}{4}$ stärker, solche, bei denen hydraulischer Kalk angewendet wird, in gleicher Stärke wie Ziegelmauern hergestellt werden. Sollen auch die Fundamente aus Pisé gestampft werden, so ist zu der Mischung von 1 Th. Kalkbrei und 6—8 Th. Sand, oder einer solchen von 2 Th. hydraulischem Kalk und 8—9 Th. Sand noch 1 Th. Portlandzement hinzu zu setzen. Für Wölbungen sollte immer eine solche Mischung benutzt werden.

Als eine dem Kalkpisébau nahe verwandte Bauweise sind die sogen. Rabitz-Wände und Rabitz-Decken hier kurz zu erwähnen. In den 70er Jahren erlangte der Maurermeister Rabitz in Berlin ein — jetzt erloschenes — Patent auf eine besondere Konstruktionsweise von Zimmerdecken, welche bezweckte, den Decken eine grössere Feuer-sicherheit zu verschaffen. Dieselbe wird dadurch erzielt, dass unter der Decke ein engmaschiges Drahtnetz ausgespannt und gegen dieses der Mörtel geworfen wird, welcher, zum Theil durch die Maschen tretend, an den Drahtfäden ausreichenden Halt findet. Die Decken benöthigen also keiner Schalung, wie ebensowenig der Berohrung oder einer sonstigen Unterlage des Putzes. Letzterem werden zur Erhöhung seines Zusammenhangs und seiner Widerstandsfähigkeit gewisse Stoffe, wie Gips und Kälberhaare, zugesetzt. Später ist die Konstruktion auch auf Wände und Thüren übertragen worden und hat eine grosse Verbreitung gefunden, die durch die günstigen Eigenschaften derselben vollauf gerechtfertigt wird. Ausser grosser, durch Proben mehrfach nachgewiesener Widerstandsfähigkeit gegen Feuer besitzen die Rabitzwände die Eigenschaften geringer Dicke, Schwere und des sogen. Freitragens, sind also sehr brauchbar für Aufstellung als Scheidewände auf nicht unterstützten Decken. Besonders günstig erweisen sie sich für Kanäle und Schachte zu Heizungs- und Lüftungszwecken, zumal sie mit Leichtigkeit auch nachträglich angebracht werden können. Ebenso können sie als sogen. feuersichere Thüren in Brandmauern und an anderen gefährdeten Stellen eiserne Thüren vertreten, wie auch durch Vorsetzen vor feuchte Aussenmauern zur Trockenlegung feuchter Räume benutzt werden. Durch Anwendung von zwei Drahtgittern können bequem Luftschichten in den Rabitz-Wänden, -Thüren und -Decken geschaffen werden.

c. Zement-Pisé oder Beton- (Konkret-)Mauerwerk.

Fast ohne Rücksicht auf die Besonderheiten des Baues oder Bau-theils, der in Beton ausgeführt werden soll, erfordern Auswahl, Be-

handlung und Mischung der Materialien besondere Sorgfalt. Das zum Beton nöthige Steinmaterial muss eine Druckfestigkeit besitzen, die nicht hinter derjenigen des Zements zurück bleibt. Der Sand muss scharf und frei von fremden Bestandtheilen (Thon, Humus usw.) sein. In dem Korn sowohl von Steinen als des Sandes müssen alle Grössen vertreten sein, damit die Zwischenräume möglichst gering werden. Endlich sind die Steine vor der Verwendung zu waschen, sowohl um anhaftende Schmutztheile zu entfernen, als sie anzufeuchten, damit sie dem Mörtel nicht zu grosse Mengen von Feuchtigkeit entziehen. Die Grösse der Steine oder Steinschlagstücke ist wesentlich durch die Dicke des betr. Bautheils bedingt; in Wänden, Decken usw. kann sie bis zu 6—8 cm Durchmesser gehen. Da nach der Einschüttungsweise des Zements derselbe in der Dichtheit der Lagerung sehr wechselt, ist es, um gleichartige Mischungen zu bekommen, nothwendig, denselben nach Gewicht zuzusetzen; dieses wird entweder in unmittelbare Beziehung zu dem Gewicht von Sand und Steinen gebracht, oder ein für alle mal auf Rauminhalt zurück geführt. Man kann als Mittelwerth rechnen, dass 70 kg Zement ein Volumen von 50^l ausfüllen. Bei der Bereitung des Mörtels auf einer sogen. Mörtelpritsche wird zunächst der Sand — in abgemessener Menge — aufgeschüttet, darüber der Zement ausgebreitet und die — trockne — Masse zunächst 3—4 mal durchgearbeitet; alsdann folgt der Wasserzusatz, der nicht grösser sein darf, als so, dass der fertig gemischte Beton erdfeucht — nicht schwimmend — ist. Dem bei 2—3 maliger Durcharbeitung entstandenen, ziemlich trockenen Mörtel werden die Steine in abgemessener Menge zugeführt, und folgt dann wiederum eine 2—3 malige Durcharbeitung der Masse so weit, dass alle Steine mit Mörtel umhüllt sind. Die Menge des jedesmal so zubereiteten Mörtels ist gering zu halten, da die Verarbeitung desselben innerhalb der nächsten 2 Stunden erfolgen muss. Vor jeder neuen Benutzung der Mörtelpritsche ist dieselbe gut abzukehren, damit nicht bereits abgebundene alte Mörteltheile sich dem neuen Mörtel beimischen.

Das Einfüllen des Betons in die aus Bretterschalungen oder Eisen hergestellten Formen geschieht in schwachen Schichten von etwa 20 cm Höhe; es ist nothwendig, dass die Fläche der unten liegenden Schicht sauber gereinigt — event. angefeuchtet — werde, bevor das Auftragen einer neuen Schicht erfolgt; günstig ist auch ein Rauhen dieser Fläche, um das Aneinanderhaften der beiden Schichten zu vermehren. Beim Schütten der Schicht etwa heraus rollende Steinstücke sind sorgfältig wieder einzubetten. Die obere Fläche der Schicht soll wagrecht abgeglichen werden; handelt es sich um grössere Längen, oder ist es aus sonstigen Gründen unthunlich, auf einmal die Schicht in ganzer Länge herzustellen, so sind in regelmässigen Abständen Absätze (Abtreppungen) zu bilden. Unmittelbar nach dem Einbringen wird jede Schicht mit eisenbeschlagenen Stampfen (von 12—15 kg Schwere) so lange bearbeitet, bis sich Wasser an der Oberfläche zeigt. Durch Einbetten grösserer Steine in die Schüttung kann der Mörtelverbrauch entsprechend vermindert werden.

Zementmörtel in der Mischung von 1:3 Gewichtstheilen muss, nach den Normen geprobt, eine Kleinst-Zugfestigkeit von 16 kg für 1 qcm und eine Kleinst-Druckfestigkeit von 160 kg für 1 qcm haben; meist wird ein Erzeugniss von höherer Festigkeit geliefert; in zahlreich vorliegenden und bewährten Ausführungen sind diese Festigkeiten zu etwa $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ ausgenutzt. Aber auch wenn man weniger weit gehen und nur eine Ausnutzung von $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{8}$ gestatten will, ergeben sich

Wand- usw. Stärken, welche die aus Mauerwerk in Kalkmörtel noch nicht erreichen, da dessen Zug- und Druckfestigkeit hinter den oben angegebenen des Zementmörtels zurück bleiben.

Folgende Mischungs-Verhältnisse sind üblich und ergeben etwa die dabei aufgeführten Betonmengen:

| | | | | |
|---------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------------------------|
| 1 Th. Portlandzem., | 0,60 Th. Sand, | 0,7 Th. Kies, | 0,8 Th. Kalk, | 1 Th. Steinschlag = 2,0 Th. Beton. |
| 1 " " " | 2,0 " " " | 2,5 " " " | Schotter | = 3,2 " " |
| 1 " " " | 2,0 " " " | 4,0 " " " | Kies | = 4,4 " " |
| 1 " " " | 3,0 " " " | 6,0 " " " | " " | = 6,6 " " |
| 1 " " " | 4,0 " " " | 8,0 " " " | " " | = 8,8 " " |
| 1 " " " | 4-6 " " " | Kies, 4-8 " " " | " " | 4,5-9,0 " " |

Es ist dabei zu bemerken, dass, wenn der Beton zur Verbrauchsstelle weiten oder unbequemen Transporten unterliegt, oder wenn derselbe im Wasser geschüttet wird, der Bedarf an lockerer Masse wegen der Zusammendrückung beim Stampfen und der Verluste um 10 bis 15 Proz. vergrößert angenommen werden muss.

Ein Zusatz von Fettkalk zum Zementmörtel macht letzteren geschmeidiger für die Verarbeitung und dichter gegen Wasserdurchtritt.

Beton ist den Wirkungen der Wärme unterworfen; desgleichen sind mit dem Abbinden des Materials geringe Volumen-Aenderungen verknüpft; alle diese Aenderungen bleiben jedoch hinter denen anderer Materialien zurück. Versuche von Dr. Schumann (welche sich über 5 Jahre erstreckten) ergaben bei Zement-Mörtel (1:3) im Wasser für 1^m Länge eine Zunahme um 0,30 mm, davon im ersten Vierteljahre allein 0,20 mm. Derselbe Spezialist hat an Prismen von 10 cm Seitenlänge aus Zementmörtel (1:3), die 3 Wochen an der Luft erhärtet waren, eine Längenverminderung der Seiten von 0,042 mm beobachtet. Diese Aenderungen sind sehr unbedeutend.

Die Vermeidung von Haarrissen usw. hat besonderen Werth nur bei Mauern, welche Wasserdichtigkeit besitzen müssen; bei gewöhnlichen Hochbauten ist sie belanglos. Doch ist es ein Gebot der Vorsicht, sie möglichst zu vermeiden. Theils dient dazu eine entsprechende Magerung des Zementmörtels. Je fetter der Mörtel genommen wird, um so mehr ist die Entstehung von Rissen begünstigt; man soll daher weder Mörtel von fetteren Mischungen als etwa 1:3, noch auch Mörtel ungleicher Zusammensetzung unmittelbar neben oder auf einander verwenden. Es soll ferner bei dem Einstampfen des Betons nicht so weit gegangen werden, dass alle, auch die kleinsten Hohlräume desselben geschlossen sind, sondern es muss das Stampfen aufhören, bevor der Schluss sich vollzogen hat.

Zementputz durch scharfe Bügelung mit Eisen in der Oberfläche besonders dicht zu machen, empfiehlt sich selbst in dem Falle nicht, dass die Putzlage durchgehends aus demselben Mörtel hergestellt ist.

Die Herstellung von Wänden in Betonbau setzt insbesondere sehr solide Formen voraus; wo es sich um wiederholte Ausführungen handelt, wird es zweckmässig sein, die Formen unter Zuhilfenahme eiserner Stützen, oder ganz aus Eisen herzustellen, da an solchen Stützen die Vorrichtungen zum Heben der Form mit der wechselnden Höhe der Mauer bequem anbringbar sind. Soll die Mauer Gesimse erhalten, so können dieselben nachträglich angesetzt oder von vorn herein mit erstergeformt werden; in ersterem Falle muss an der entsprechenden Stelle in die Form ein Holzkörper eingelegt werden, wodurch eine Nuth gebildet wird, in die das Gesims sich einfügt. Verblendungen aus dünnen farbigen Plättchen, auch von Ziegel-

oder anderer — Form, können mit einem Betonbau unmittelbar verbunden werden. Die Verblendung ist in diesem Falle als Seitenwand der Form benutzbar, und es kann sogar eine grosse Sauberkeit der Verblendung erzielt werden, indem man an dem Eisengerüst wagrecht einen Eisenstreifen beweglich befestigt, welcher Fugenlage, Fugenstärke und Fugentiefe bestimmt. — Ueber Beispiele von ganzen Hochbauten in Beton-Ausführung vergl. u. a. D. Bauztg. J. 1872 S. 44, 61 u. J. 1877 S. 458, sowie Baugew.-Zeitg. 1884 No. 34.

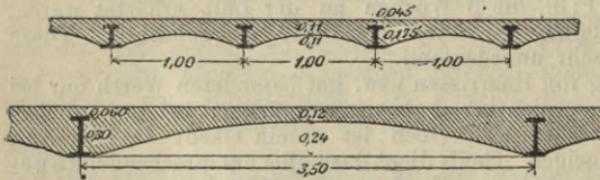
Grössere Bedeutung als für Mauern besitzt der Beton für Herstellung innerer Bautheile, als Treppen-Podeste, insbesondere aber Decken. Treppen mit ihren Podesten werden in derselben Weise wie Mauern eingeformt; mit Bezug auf Feuersicherheit ist eine Treppe aus Beton einer solchen aus Haustein überlegen und, da die Betonausführung sich mit Leichtigkeit jeder Grundrissform der Treppe anschmiegt, bei nicht geraden Treppen auch billiger als jene.

Da bei Zement die Druckfestigkeit gross, die Zugfestigkeit gering ist, so wird eine bogenförmige Decke aus Beton grundsätzlich im Vorzuge vor der ebenen Decke sein.

Seitlich liegende Betonkappen an der einen Seite auf einen Eisenträger, an der anderen auf eine Mauer sich stützen zu lassen, ist nicht zu empfehlen, weil dabei im Scheitel leicht Risse entstehen; besser ist es, an der Mauer entlang einen \square förmigen Träger zu legen.

Soll nicht ein besonderer Fussboden hergestellt werden, sondern ein Estrich aus Zementmörtel, so empfiehlt es sich, die Träger so

Fig. 63, 64.



tief zu legen, dass der obere Trägerflansch etwa 6 cm hoch mit Beton bzw. Estrichmörtel bedeckt ist und dann den Estrich event. noch mit quadratisch geführten

Einkerbungen zu versehen, in deren Tiefen etwa sich bildende Haarrisse unsichtbar sind. Betr. Ausführungen zeigen die Fig. 63, 64.

Die Pfeilhöhe von Betondecken kann zu $\frac{1}{10}$ und noch geringer angenommen werden; wo es auf grosse Ausnutzung der Höhe ankommt, kann man die — statisch ungünstigere — Korbbogenform anwenden, bei welcher daher die Spannweite zu verringern ist. Immer wird es des Feuerschutzes wegen zweckmässig sein, Eisenträgern eine allseitige starke Umhüllung von Beton zu geben.

Betonkappen, bei denen der Versuch gemacht ist, der Deckenuntersicht eine gewisse architektonische Gliederung zu verschaffen, zeigt Fig. 65; aufmerksam zu machen ist darauf, dass die Zwickelausfüllung aus einem mageren Beton aus Weisskalk und Kohlschlacken besteht.

Die Kappen, Fig. 66, im Krankenhaus der Diakonissen-Anstalt in Karlsruhe ausgeführt, haben eine Stärke von nur 10 cm bei einer Betonmischung aus 1 Th. Zem., 2 Th. Sand und 4 Th. Kies, während die Zwickelausfüllung aus einer Mischung von 1 Th. Weisskalk und 8 Th. Kohlschlacken besteht; die Decken tragen hier Parketfussboden, während im vorigen Beispiel ein gewöhnlicher Dielenfussboden angeordnet ist. Die Kohlschlacken enthalten oft Schwefel, der Eisen heftig angreift.

Um die Trägeruntersichten gleich der übrigen Deckenuntersicht behandeln, — insbesondere dieselbe putzen zu können, hat man zu den Seiten der Träger wohl Klötze einbetonirt, an denen man Rohr oder ein Drahtgeflecht befestigte; desgl. sind als Putzträger schwache Holzstäbe gegen die Untersichten befestigt worden. Bei dem Verfahren von Ludolff wird bei den „geraden“ Decken die Untersicht mit 5 mm starken Drähten, die von Träger zu Träger reichen, unterspannt, — durch Umbiegen der Drahtenden auf die Oberseite der Flansche. Nachdem alsdann die Unterschaltung (Form) angebracht ist, wird — beim Trägerabstande von 0,7—0,8 m — eine 10 cm hohe Betonschicht eingebracht, nunmehr die Form fortgenommen und die Decke an der Unterseite mit Zementputz — rau beworfen. Später erst wird die Anfüllung der Deckenfelder bis zur Trägergleiche mit Schlackenbeton bewirkt und dessen Oberfläche genau abgeglichen; hat dieser

Fig. 65.



Fig. 66.

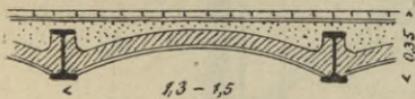


Fig. 67.



ein wenig angezogen, so wird durch Nagelung mit 5 cm starken Schmiedenägeln — die noch gut eindringen und Halt gewinnen — ein starker Bezug von Jutestoff aufgenagelt. Auf diesen wird mit dem bekannten Klebemittel aus Käse und Kalk ein Blindboden geklebt, der dem Parket als Unterlage dient. Fig. 67 zeigt schematisch die betr.; bereits bewährte Ausführungsweise.

Am einfachsten lässt sich die Fussbodenbildung bewirken, wenn ein Belag aus Linoleum genügt, da dieser durch Aufkleben unmittelbar auf einem Zementestrich befestigt werden kann.

Passende Mischungsverhältnisse des Betons für Decken sind: 1 Th. Zement, 5—6 Th. Sand mit Kies untermischt, oder 1 Th. Zement, 2 Th. Sand, 4—6—8 Th. Steinschlag. —

Eine „verfeinerte“ Anwendung des Zementbaues liegt in der Art und Weise vor, wie derselbe in dem „System“ Monier mit und neben Eisen zur Benutzung gelangt. Aus Rundeisen von 5—25 mm Dicke wird ein Gerippe gebildet, welches in der, dem besonderen Zwecke angepassten Dicke mit Zementmörtel umhüllt und so zu ebenen oder gekrümmten Platten, Füllkörpern, zu binderähnlichen Tragkörpern und zu Hohlkörpern, welche sowohl inneren als äusseren Druck aufnehmen können, geformt wird.

Die Zulässigkeit und bezw. Zweckmässigkeit der unmittelbaren Verbindung von Eisen und Zement ist darin begründet:

- a) dass von Zementmörtel umhülltes Eisen nicht rostet, bezw. ein bereits eingeleiteter Rostvorgang mit der Umhüllung aufhört;
 b) in der Grösse der Adhäsion, welche zwischen Zementmörtel und Eisen stattfindet; nach Versuchen von Bauschinger wird dieselbe

Fig. 68–71.

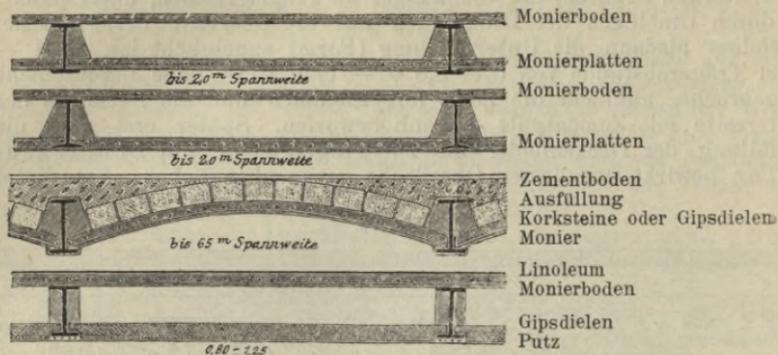
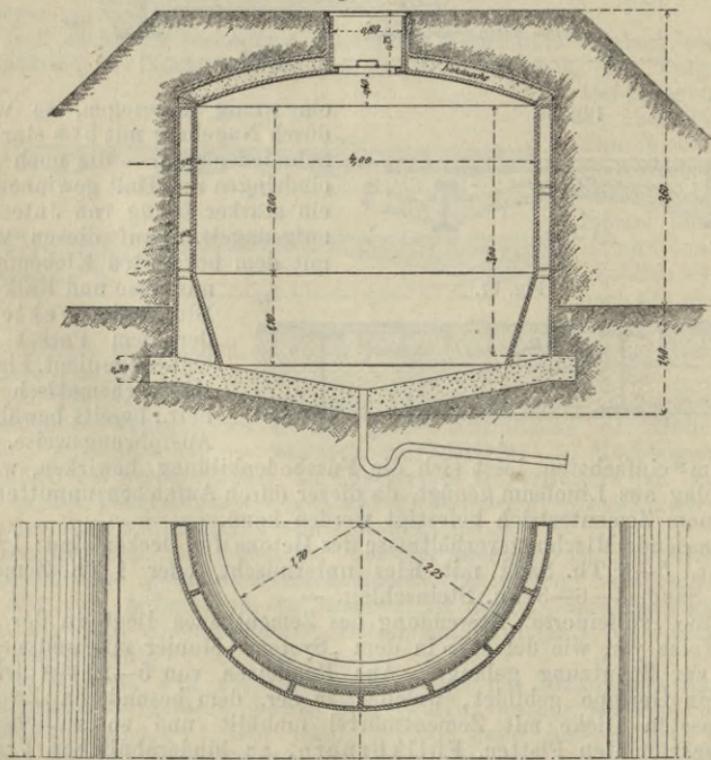


Fig. 72, 73.



zu 40–47 kg/1 qcm angegeben. Die grosse Adhäsion ist von besonderer Wichtigkeit für das Zusammenwirken von Eisen und Mörtel in Konstruktionen, welche auf relative Festigkeit beansprucht werden;

c) auf der Erscheinung, dass die Ausdehnungskoeffizienten für Eisen und Zement nicht weit auseinander liegen¹⁾).

Nachstehend folgen einige charakteristische Beispiele ausgeführter Monier-Konstruktionen.

Fig. 75, 76.

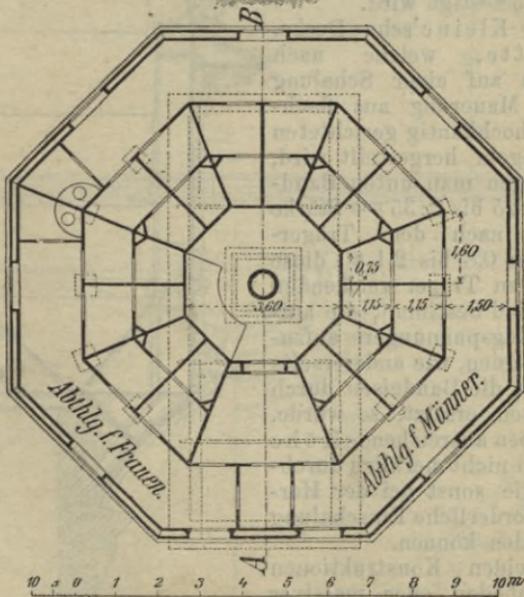
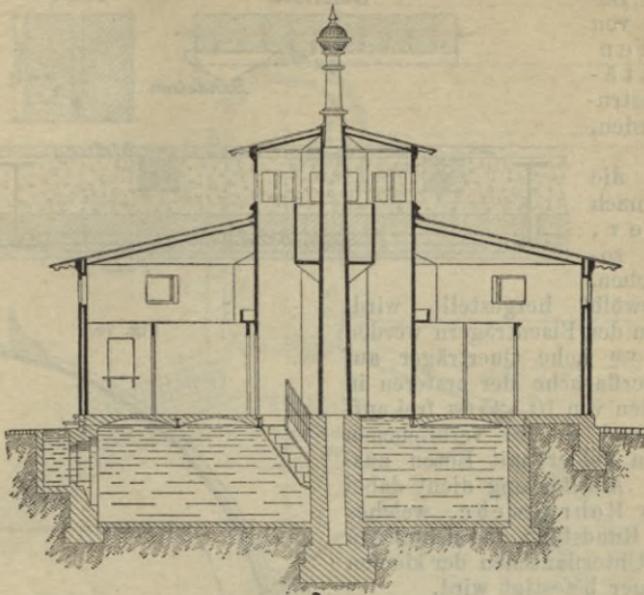


Fig. 68—71 geben verschiedene Anordnungen von Decken unter Benutzung eiserner Träger und theilweiser Mitbenutzung von Beton,

¹⁾ Ann. d. ponts et chauss. 1883. 1. sem. p. 181.

Gipsdielen usw.; bei allen sind des Feuerschutzes wegen die Eisenträger in Beton eingehüllt.

Neuere Deckensysteme, welche unter Benutzung von leichten Eisenstäben konstruiert werden, sind:

a. die Decke nach Holzner, welche sowohl eben, wie gewölbt hergestellt wird. Zwischen den Eisenträgern werden etwa 2 cm hohe Querträger auf die Unterflansche der ersteren in Abständen von 10—25 cm frei aufgelegt und die so verbliebenen schmalen Felder mit Beton ausgefüllt. Als Rüstung dient dabei nur das Rohrgewebe, welches mittels Rundstäbe und Klammern an den Unterflanschen der kleinen Querträger befestigt wird.

b. die Kleine'sche Decke, eine Platte, welche nach Fig. 74a—c auf einer Schalung durch eine Mauerung aus flachseitig oder hochkantig gerichteten leichten Ziegeln hergestellt wird, in deren Fugen man unten Bandeisen von 1:25 bis 2:35 mm Stärke einlegt, je nach dem Trägerabstände von 0,8 bis 2,1 m; diese von Träger zu Träger reichenden Bandeisen sind bestimmt, die auftretenden Zugspannungen aufzunehmen. Werden, wie andererseits beabsichtigt, die Bandeisen durch kleine T-Eisen ersetzt, so würde, wenn dieselben ausreichende Höhe erhalten, um nicht merklich durchzubiegen, die sonst bei der Herstellung erforderliche Einschalung erspart werden können.

Bei beiden Konstruktionen ist Holzfussboden oder massiver Fussboden anwendbar.

Fig. 72 und 73 (S. 32): Verschütteter runder Eisbehälter von 4 m Durchmesser und 36 cbm Fassungsraum mit 16 Rippen und Doppelwand, auf einer Sohle aus Stampfbeton errichtet.

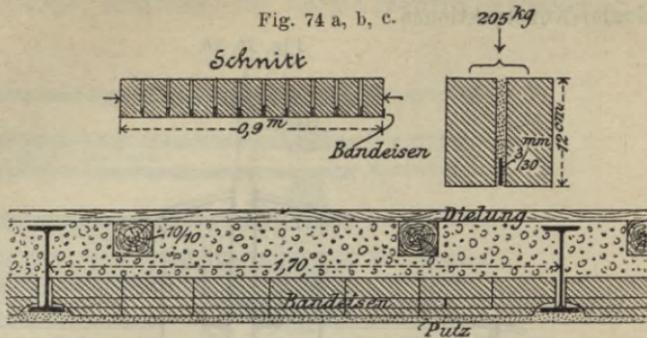


Fig. 78.

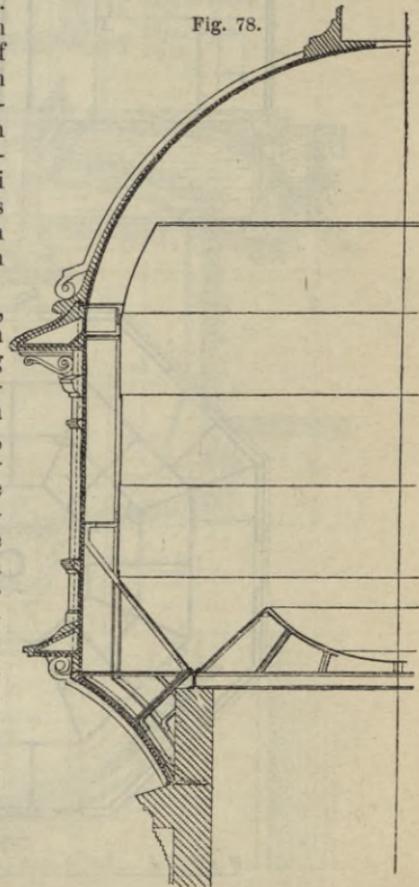


Fig. 79.

Schnitt e-f

Schnitt g-h

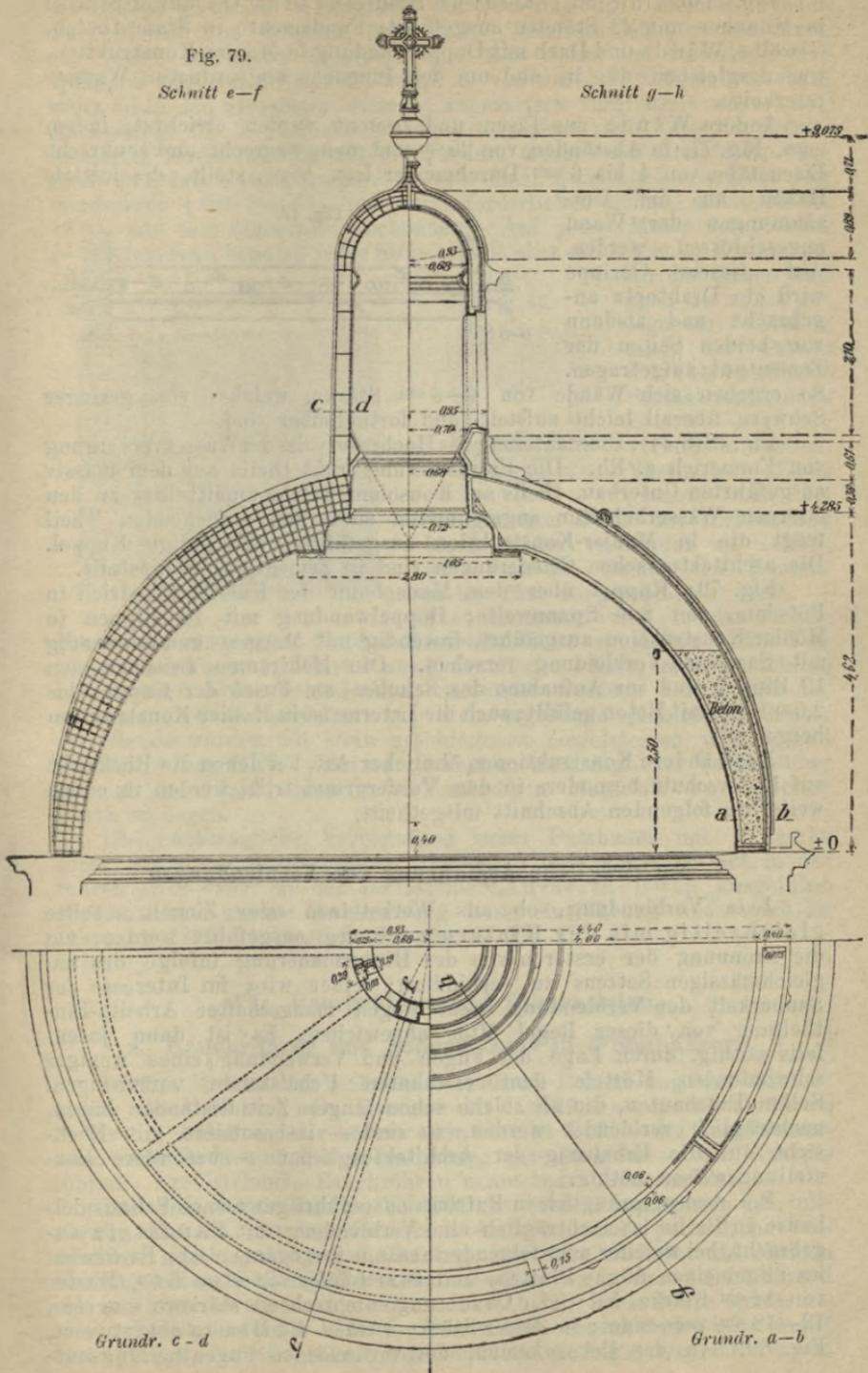


Fig. 75 und 76 (S. 33): Städtisches Brausebad an der Ohlmüller-Strasse in München mit 22 Ständen ausgeführt; Fundamente in Stampfbeton, Gewölbe, Wände und Dach mit Doppelwandung in Monier-Konstruktion, wie desgleichen die in und um den Innenbau angeordneten Wasserreservoirs.

Andere Wände aus Eisen und Zement werden errichtet, indem man, Fig. 77, in Abständen von 25 cm und mehr wagrecht und senkrecht Eisenstäbe von 4 bis 6 mm Durchmesser legt bzw. stellt, die mittels Haken an die Umsäumungen der Wand angeschlossen werden. Auf diesem Gerippe wird ein Drahtnetz angebracht und alsdann von beiden Seiten der Zementputz aufgetragen. So ergeben sich Wände von 4–6 cm Stärke, welche, von geringer Schwere, überall leicht aufstell- und fortnehmbar sind.

Fig. 77.

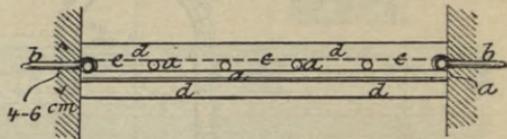


Fig. 78 (S. 34): Ummantelung des Hochreservoirs der Wasserversorgung von Emmerich a. Rh. Die Ummantelung ruht theils auf dem massiv ausgeführten Unterbau, theils auf Konsolen, welche unmittelbar an den eisernen Wasserbehälter angeschlossen sind; den aufgehenden Theil trägt die in Monier-Konstruktion ausgeführte, einwandige Kuppel. Die architektonischen Gliederungen sind in Zementputz hergestellt.

Fig. 79: Kuppel über dem Mausoleum des Kaisers Friedrich in Potsdam, von 8 m Spannweite; Doppelwandung mit 10 Rippen in Monier-Konstruktion ausgeführt, inwendig mit Marmor- und auswendig mit Sandstein-Verkleidung versehen. Die Hohlräume zwischen den 10 Rippen sind zur Aufnahme des Schubes am Fusse der Kuppel bis 2,5 m Höhe mit Beton gefüllt; auch die Laterne ist in Monier-Konstruktion hergestellt.

Noch andere Konstruktionen ähnlicher Art, bei denen die Rücksicht auf Feuerschutz besonders in den Vordergrund tritt, werden in einem weiterhin folgenden Abschnitt mitgetheilt.

V. Nachträgliche Ausführung von Verblendungen.

Jede Verblendung, ob aus Werksteinen oder Ziegeln, sollte gleichzeitig mit der Hintermauerung ausgeführt werden, um die Trennung der ersteren von der Hintermauerung infolge des ungleichmässigen Setzens zu verhindern; leider wird im Interesse der Sauberkeit der Verblendung, oder wegen mangelhafter Arbeits-Eintheilung von dieser Regel öfter abgewichen. Es ist dann jedenfalls nöthig, durch Enge der Fugen und Verwendung eines weniger schwindenden Mörtels dem erwähnten Uebelstande vorzubeugen. Sollen Putzbauten, die als solche schon längere Zeit bestanden haben, nachträglich verblendet werden, so sind — insbesondere mit Rücksicht auf die Erhaltung der Architekturglieder — besondere Herstellungsweisen nöthig.

Bei dem ursprünglich in Putzbau ausgeführt gewesenen Schauspielhaus in Berlin ist nachträglich eine Verblendung mit Sandstein angebracht, bei welcher man folgendermaassen vorgegangen ist: Es wurden im allgemeinen dünne Platten, und zwar Läufer von etwa 6 cm, Binder von 12 cm Stärke, bei tiefer Quaderung entsprechend stärkere von etwa 12–18 cm verwendet; in dieser Stärke wurden die Mauern abgestemmt, Fig. 80. An den Ecken kamen, der vorhandenen Fugentheilung ent-

sprechend, grössere Werkstücke zur Verwendung; kleinere Pfeiler wurden voll aus Quadern hergestellt. Gesimse erhielten die durch das Profil bedingten Abmessungen. Das Ober- und Unterlager der Quadern wurde mit einer Gussnuth *a*, von nur 1,5 cm Weite versehen, während in den Stossfugen dieselbe angemessen vergrössert ward. Die Rückseiten der Werkstücke wurden möglichst rau, also in bruchmässigem Zustande belassen, die Quadern trocken auf Bleiplatten versetzt und durch Bauklammern — mit einem quadrat. Querschnitt von mindestens 4 mm Seite — und der erforderlichen Länge, meist 10 bis 12 cm, mit dem Mauerwerk verbunden. Auf jedes Meter Länge sind 2—3 Klammern benutzt, jeder Stein erhielt aber mindestens 2 Klammern.

Fig. 80.

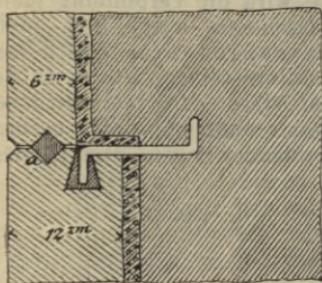
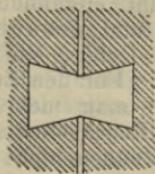


Fig. 81.



An den Ecken und auch an sonst geeigneten Stellen sind die Stücke durchgängig mit Stossklammern aus Bronze, Fig. 81, verbunden worden. Verzinktes Eisen glaubte man bei

der geringen Dicke der Verblendung hierzu nicht verwenden zu sollen, weil man die Gefahr des Rostens nicht für ausgeschlossen hielt. —

Die Klammern sind in das Ziegelmauerwerk eingepiast, in die Sandsteinstücke eingeleit. Zum Vergiessen der Fugen ist Mörtel aus hydraulischem Kalk, unter Ausschluss von Zement, Fettkalk und Gips, verwendet worden. Durch das Abstemmen des Mauerwerks etwa sich ergebende Hohlräume hinter der Blende wurden mit klein geschlagenen Ziegelsteinen und Mörtel sorgfältig ausgefüllt. — Bei so schwacher, nachträglicher Verblendung ist auf die Wahl eines wetterbeständigen Materials besonderer Werth zu legen.

Die nachträgliche Verblendung eines Putzbaues mit Ziegeln unter Schaffung einer reichen Gliederung des Aeusseren ist in den Jahren 1878—1879 an der Jerusalemer Kirche in Berlin ausgeführt worden. Eine genaue Beschreibung dieser Ausführung findet sich im Jahrgang 1880 der Deutsch. Bauztg. S. 206 ff.

VI. Rauchröhren und Schornsteine.

a. Rauchröhren und Schornsteine in Wohnhäusern.

In den Mauern der Wohnhäuser müssen Röhren angelegt werden: 1) für die Abführung des Rauches der Heizöfen — die Rauchröhren, 2) für die Ableitung der kalten oder warmen Luft — die Ventilations- oder Luftröhren und 3) für den Abzug von Dämpfen — die Wrasenröhren. Frei stehende Rauchröhren nennt man „Schornsteine“.

Die Anlage von Rauch-, Ventilations- und Wrasenröhren ist vollständig dieselbe, nur dass für Rauchröhren besondere polizeiliche Vorschriften gegeben sind, die allerdings meistens auch für die übrigen Geltung haben, weil mit Recht angenommen wird, dass leicht einmal ein von vorn herein nicht als Rauchröhre hergestellte Röhre später als solche benutzt werden könnte. Von diesen unterscheidet man weite, besteigbare, oder Steigröhren mit einem rechteckigen Querschnitt von

42—47 cm im Lichten (grössere müssen Steigeisen erhalten) und enge, oder russische Röhren mit einem Querschnitt von 16—21 cm. In Berlin werden sie 13 cm breit und 20 cm lang gemacht, weil die Polizei einen Kleinst-Querschnitt von 250 qcm vorschreibt und jene Abmessungen sich in den Steinverband gut einfügen. — Besteigbare Röhren werden heute nur noch selten ausgeführt.

Die Wände (Wangen) der Rauchröhren müssen, um beim Reinigen nicht durchschlagen oder durchstossen zu werden, auch des Wärmeschutzes wegen, mindestens $\frac{1}{2}$ Stein, an Nachbargrenzen 1 Stein stark sein; ebenso erhält die Scheidemauer zwischen 2 Röhren (Zunge) 12 cm Stärke. Eiserne Zungen werden rasch zerstört, sei es beim Fegen, sei es durch den Rauch. Die Beispiele Fig. 82, 83, 84 legen den anzuordnenden Steinverband einigermaassen klar. — Wenn man mehrere Oefen in ein und dieselbe Röhre einmünden lässt, wird die Verbindung meist nur mit Oefen eines und desselben Geschosses ausgeführt, nicht dagegen mit mehreren Oefen, die in verschiedenen Geschossen über einander stehen. Für den Zug in Schornsteinen ist es in der Regel gleichgiltig, ob man mehrere Oefen eines oder verschiedener Geschosse an dieselbe Rauchröhre anschliesst, wenn nur dafür gesorgt ist, dass die Röhrmündungen nicht so zu einander liegen, dass Hinder-

Fig. 82, 83.

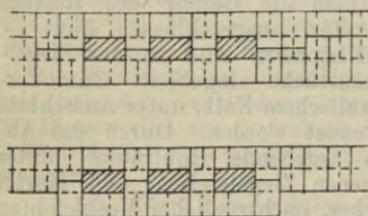
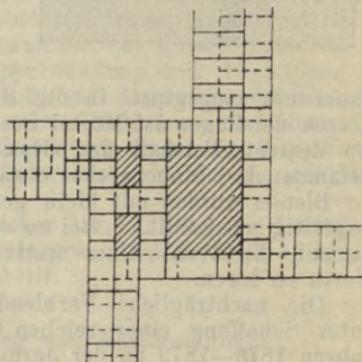


Fig. 84.



nisse für die Rauchbewegung entstehen. Es muss aber beachtet werden, dass durch den Anschluss mehrerer in verschiedenen Geschossen aufgestellter Oefen an eine gemeinsame Rauchröhre eine Verbindung zwischen den verschiedenen Räumen geschaffen wird, welche zu Zeiten zum Eindringen von Rauch aus einem unten stehenden Ofen in einen höher liegenden Raum Veranlassung geben kann und im übrigen immer stark schalleitend wirkt. — Bei dem weniger guten Zuge, den Kochmaschinen (Kochherde) gewöhnlich haben, ist es immer gewagt, in eine Rauchröhre, an welche bereits ein Ofen angeschlossen ist, noch eine Kochmaschine einzuführen; diese erhält daher regelmässig eine besondere Rauchröhre. — Rauchröhren gleichzeitig als Wrasenröhren zu benutzen, empfiehlt sich in der Regel nicht, da leicht ein Rückschlagen des Rauches in die Küche stattfinden kann.

In eine Rauchröhre mit 250 qcm Querschnitt dürfen, da man als Querschnittgrösse für einen Ofen etwa 80 qcm annimmt, höchstens 3 Stubenöfen einmünden, besser nur 2. 1 Kochherd oder 1 Waschküchen-Feuerung gilt in Berlin für 3 Stubenöfen. Jede Röhre muss unten, möglichst im Keller — um die Verunreinigung durch Russ zu verhindern — eine eiserne Reinigungsthür, oder, besser, Doppelhür erhalten. Vielfach werden solche auch in den Dach-

bodenräumen für den Schornsteinfeger angebracht; das ist indessen feuergefährlich und daher an einzelnen Orten (wie auch in Berlin) verboten. — Die Lage der Rauchröhren in Fig. 85 ist eine höchst ungeeignete, weil die Röhren „gezogen“ werden müssen, damit die

Fig. 85.

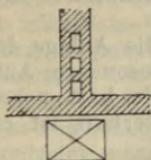
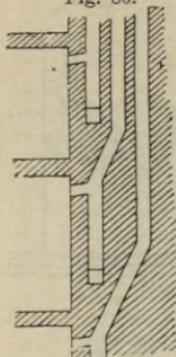


Fig. 86.



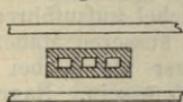
Oefen in den verschiedenen Geschossen in sie einmünden können, Fig. 86; das Ziehen darf höchstens unter 45° geschehen. Bei stärkerem Ziehen, wie es nur unter Verwendung von Hilfskonstruktionen möglich ist, ist am unteren Ende des stark geneigten Theils eine Reinigungsthür anzubringen. In Fällen, wie dem vorliegenden, ist es besser, die Rauchröhren in die schwache Mauer zu legen, Fig. 83.

Der Russ ist entweder Staub- oder Glanzruss. Letzterer setzt sich besonders bei feuchten oder kalten Mauern an den Wangen als Kruste fest, schlägt auch häufig durch, färbt den Putz oder Fugenmörtel braun, riecht sehr unangenehm und kann auch feuergefährlich werden. Zur Abhilfe muss der Putz entfernt werden und sind die Fugen tief auszukratzen, worauf die ganze Fläche neu mit nicht zu magerem Zementmörtel zu putzen ist. Aus dem Grunde ist es empfehlenswerth (und in Berlin auch polizeilich vorgeschrieben), für Küchen mit engen Rauchröhren besondere Wrasenröhren anzuordnen, weil diese Feuchtigkeit abführen, welche die Entstehung von Glanzruss möglich macht. Wrasenröhren liegen am besten

zwischen 2 russischen Röhren, weil sie dabei warme Seitenwände haben und gut ziehen; sie erhalten gewöhnlich dieselben Abmessungen wie Rauchröhren. Die Leistungen kalt liegender Wrasenröhren sind sehr gering.

Von Balkenlagen und sonstigem Holzwerk müssen die Aussen-seiten der Schornsteine, falls ihre Wangenstärke weniger als 25 cm beträgt, überall mindestens 10 cm entfernt gehalten, oder durch doppelte, in Verband und Mörtel gelegte Schichten aus Dachsteinen getrennt werden. Nach den Berliner Polizei-Vorschriften sind Kachelöfen von verputztem oder verblendetem Holzwerk 25 cm , eiserne Oefen 50 cm entfernt zu halten. Bei freiem Holzwerk ist wenigstens die doppelte Entfernung nothwendig, also auch bei Thürbekleidungen, welche anderenfalls mit Zink- oder Eisenblech zu schützen sind.

Fig. 87.



Reinigungsthüren müssen von allem Holzwerk 1 m weit entfernt bleiben und dürfen nie unter hölzernen Treppen angeordnet sein.

Um die Rauchröhren in einem gemeinsamen Schornsteinkasten über das Dach hinaus zu führen, legt man sie gern zusammen und, wenn es irgend angeht, so, dass sie zwischen 2 Sparren austreten, Fig. 87, damit eine Sparren-Auswechslung vermieden werde. Putzen der Rauchröhren im Innern hat keinen besonderen Zweck, weil der Putz beim Fegen leicht beschädigt wird. Besser ist es, das Mauerwerk im Innern recht glatt zu fügen. Will man trotz der Schwierigkeit, in der Rauchröhre einen haltbaren Putz herzustellen, dennoch putzen, so benutzt man einen hölzernen Kasten als Lehre, der etwa $50\text{--}100\text{ cm}$ lang ist und das Röhrenprofil bestimmt, schiebt denselben nach dem Mörtelanwurf an einer Handhabe in der Röhre auf

und nieder, wodurch der Mörtel geglättet und auch verhindert wird, herab zu fallen und den fertigen Theil der Röhre zu versperren.

An den Aussenseiten sollen die Schornsteinkasten, so weit sie innerhalb der Gebäude liegen, stets geputzt werden, um zu verhüten, dass bei nicht ganz ausgefüllten Mörtelfugen die Hitze oder auch Funken durchschlagen, wodurch häufig Deckenbrände entstehen.

Aus dem bisher Gesagten ist zu ersehen, dass die Anlage der Rauchröhren schon beim Entwerfen des Grundrisses besondere Aufmerksamkeit erfordert. Unzweckmässig z. B. liegen sie hart neben Thüröffnungen, da hier der Ofen im Wege steht. Fehlerhaft ist es, den Schornstein in den Aussenwänden anzuordnen, weil hier die Rauchgase schnell erkalten und der Zug leidet, auch Kollisionen mit der Dremplwand und den Dachrinnen eintreten. Kann diese Lage nicht vermieden werden, so ist durch eine Luftschicht im Mauerwerk Schutz gegen Abkühlung zu schaffen, Fig. 88.

Jeder Schornstein muss auf gemauertem Fundament, nicht auf Mauer-Auskragungen oder gar auf Holzwerk, ruhen. Ecken müssen durch Bögen von mindestens 1^m Halbmesser ausgerundet werden, um nicht Widerstände für den Abzug der Rauchgase zu schaffen und um das Fegen zu erleichtern. An nicht vermeidbaren Brechpunkten sind für letzteren Zweck Reinigungsthüren anzuordnen, Fig. 89.

Liegen zwei Schornsteine einander gegenüber, so können sie sich gegenseitig stützen, Fig. 90; doch sollen die Röhren nicht vereinigt, sondern getrennt zum Dache hinaus geführt werden. Ist das „Ziehen“ oder „Schleifen“ nicht anwendbar, so muss im Grundriss eine andere, passendere Lage für den Schornstein aufgesucht werden.

Nach Berliner Polizei-Vorschrift muss jeder Schornstein die Dachfläche um mindestens 30 cm überragen; doch ist es rätlich, um dem Einfluss des Windes zu begegnen, den Schornsteinkopf um eben soviel über den First des Hauses oder über hohe Nachbargiebel aufzuführen. Die frei stehende Höhe solcher Röhren, welche im äusseren Mauerwerk nicht breiter als 60 cm sind, darf nicht grösser als 4, bei 2 oder mehreren Röhren neben einander nicht über 5 m sein. Ragen solche Röhren höher als 1,25 m über Dachfläche auf, so müssen sie 1 Stein starke Wangen erhalten oder durch Zuganker gehalten werden, was überhaupt nöthig wird, sobald diese Höhe mehr als etwa 2,5 m beträgt.

Erleichtert wird die Erhöhung der Schornsteinköpfe durch Verwendung von Aufsätzen (Kappen, Hüten, Deflektoren, Rauchsauger usw. genannt), die aus Thon, Zink oder Eisenblech gefertigt werden. Aufsätze müssen so geformt sein, dass sie das Fegen des Schornsteins nicht hindern, event. dazu seitliche Thüren usw. besitzen. Sie dürfen

Fig. 88.



Fig. 89.

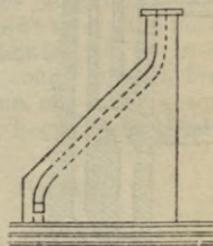
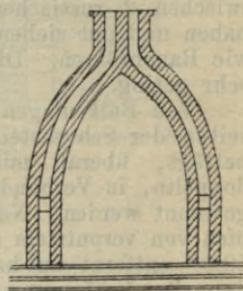


Fig. 90.



auch kein angesammeltes Wasser in den Schornstein leiten und sind, um einen festen Stand zu erhalten, entweder fest einzumauern oder zu verankern.

Die meisten Aufsätze heben auch das Hinderniss für den Rauchabzug auf, welches durch einfallende Sonnenstrahlen oder durch Eindringen von Schnee und Regen gebildet wird, abgesehen davon, dass sie schädliche Luftströmungen abhalten oder in günstig auf den Rauchabzug wirkende umwandeln. Dasselbe suchte man früher durch Aufmauerung der Schornsteinköpfe mit oberem Schluss und Austrittsöffnungen an den Seiten, Fig. 91, zu erreichen; doch waren diese Konstruktionen manchmal mehr schädlich als nutzbringend. Heute verwendet man lieber Kappen aus Gusseisen, verzinktem oder, besser, mit Asphaltanstrich versehenem Eisenblech, Fig. 92. Fig. 93 zeigt

Fig. 91, 92.

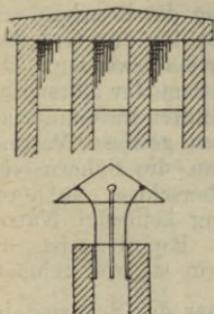


Fig. 93.

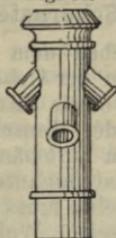
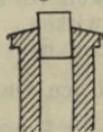


Fig. 94.



einen der bekanntesten Thonrohr-Aufsätze, dessen abwärts geneigte Stutzen dem Rauche unter allen Umständen, selbst bei starkem Winde, einen Ausweg gestatten.

Aufsätze sind nicht als Abhilfsmittel bei schlecht angelegten Rauchröhren zu betrachten, sondern im allgemeinen nur geeignet, verbessernd auf den Zug zu wirken. Ehe man sich zur Anwendung entschliesst, sollte eine genauere Untersuchung der Mängel einer Anlage, sowie darüber, ob durch das Anbringen eines Aufsatzes Abhilfe zu erwarten ist, stattfinden. Ein Fall, wo die

Anwendung immer angezeigt sein wird, liegt bei öfter unterbrochener Heizung vor, weil ein durchkälteter Schornstein fast immer rauchen wird; man hilft hier für den ersten Anfang durch Entzündung eines schnell auflodernden Feuers mittels Stroh, Papier usw.

Der Mörtel in der Mündung der Schornsteinköpfe wird sehr bald durch die Einflüsse der Witterung, verbunden mit der Hitze des ausströmenden Rauches und der zersetzenden Wirkung von schwefliger Säure zerstört. Man sollte stets Zement-Mörtel verwenden und ausserdem die Mündung durch eine Blechabdeckung, Fig. 94, schützen.

Der Materialbedarf für frei stehende Rauchröhren mit $1\frac{1}{2}$ Stein starken Wangen ist für 1 sogen. „steigendes Meter“ folgender:

| Bedarf an Ziegeln für | frei stehend auf | | |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| | a. allen Seiten | b. 3 Seiten | c. 2 Seiten |
| Steigröhren von $\frac{38}{45}$ cm | | | |
| Weite bei | | | |
| einfachen Röhren | 120 | 78 | 52 |
| doppelten „ | 190 | 130 | 104 |
| dreifachen „ | 286 | 182 | 156 |
| vierfachen „ | 351 | 284 | 208 |

bei b und c wird angenommen, dass die Rauchröhren an Mauern liegen.

| Bedarf an Ziegeln für | frei stehend auf | | |
|---|-----------------------|-------------------|-------------------|
| | a. allen Seiten | b. 3 Seiten | c. 2 Seiten |
| Russische Röhren von $13\frac{13}{20}$ cm | | | |
| Weite bei | | | |
| einfachen Röhren | 60 | 40 | 30 |
| doppelten " | 100 | 70 | 55 |
| dreifachen " | 140 | 100 | 80 |
| vierfachen " | 180 | 120 | 105 |

bei b u. c wird angenommen, dass die Rauchröhren an Mauern liegen.

1000 Ziegel erfordern zum Vermauern 350—375 l Kalk einschliesslich des inneren Putzes der Schornsteine.

b. Fabrik-Schornsteine.

Fabrik-Schornsteine haben neben dem Zwecke der Zugerzeugung bei grösseren Feuerungen auch den der Ueberleitung der Rauchgase in höhere Theile der Atmosphäre, wo sie unschädlich für das Gedeihen der Pflanzen und die Gesundheit der Menschen vertheilt werden. Die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft hängt von dem Gewichtsunterschied der beiden, durch den Schornsteinmantel getrennten Luftsäulen ab.

Am oberen Ende des Schornsteins muss noch ein gewisser Wärmervorrath in den Gasen vorhanden sein. Wollte man die Schornsteinhöhe so gross machen, um jenen Wärmeüberschuss aufhören zu lassen, so würde eine noch weitere Erhöhung keinerlei Nutzen mehr bieten, sogar schädlich wirken. Nach Reiche ist die Höhe der Schornsteinmündung über dem Rost (in m) zu nehmen:

$h = 0,00277 \left(\frac{B}{R}\right)^2 + 6d$, worin d den Durchmesser der Schornsteinmündung in m , R die Rostfläche der Kesselanlage in qm , B die in 1 Stunde von der Feuerungsanlage verzehrte Brennstoffmenge in kg bezeichnen, ferner $d = 0,1 \left(\frac{B}{R}\right)^{0,4} = 0,1 B^{0,4}$. Der untere lichte

Schornstein-Durchmesser d_1 ist vorläufig zu $d_1 = d + \frac{1}{50}h$, oder wenn die Standfähigkeit dies fordert, grösser¹⁾ anzunehmen. Bei kleineren Anlagen betrage der obere Schornstein-Querschnitt $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$ der Rostfläche bei Braunkohlen- und $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{10}$ bei Steinkohlen-Feuerung. Der untere Querschnitt wird wie oben angegeben berechnet.

Grössere Schornsteine erhalten meist einen viereckigen oder runden Querschnitt, selten einen polygonalen, weil dessen Ecken nicht wohl ohne Benutzung von Formsteinen ausführbar sind. Der zweckmässigste Querschnitt ist der runde, weil dabei der Winddruck am kleinsten ist und er auch die drehende Raubbewegung am wenigsten hindert, der Reibungswiderstand und die verlorene Wärmemenge, endlich die erforderliche Mauerwerks-Menge am geringsten ausfallen; der viereckige Querschnitt ist am wenigsten zu empfehlen. Der Schornstein soll einen Winddruck $p = 300 kg$ für 1 qm ebener Fläche, die normal zur Windrichtung steht, aushalten können. Ein so hoher Druck kommt in freier Lage im deutschen Binnenlande erfahrungsmässig nicht vor; es muss aber beachtet werden, dass auf der dem Winde abgekehrten Seite eine Luftverdünnung stattfindet, welche die Einführung des obigen Werthes rechtfertigt. Im übrigen ist zu beachten, dass die mittlere Windrichtung etwa 10° zur Horizontalen abwärts geneigt ist.

¹⁾ S. hierüber „Hütte“ und im Deutschen Baukalender.

Wenn r den äusseren Halbmesser eines Schornsteinquerschnittes (m), G das Gewicht der darüber befindlichen Mauermenge (kg), F die vertikale Projektion derselben (q^m), s den Abstand des Schwerpunktes von F von dem betreffenden Querschnitte (m) bezeichnen, so müssen zur Sicherung der Standfähigkeit folgende Bedingungen erfüllt sein:

| | |
|------------------------------|-----------------------|
| für den 4eckigen Schornstein | $G r \geq p F s$ |
| „ „ Seckigen | $G r \geq 0,83 p F s$ |
| „ „ runden | $G r \geq 0,78 p F s$ |

Die Formeln lassen aber die Biegung des Schornsteins unter dem Winddruck ausser Acht und ebenso die entstehenden Kantenpressungen, sind daher bloss, sogen. Faustformeln, die für wichtigere Fälle nicht ausreichen. Was solche betrifft, so vergl. u. a. eine Abhandlung von Schlösser, Deutsche Bauztg. 1894, S. 198 ff.

Fabrik-Schornsteine stehen meist ganz frei und hängen mit dem Kesselhause nur durch den Rauchkanal, den „Fuchs“, zusammen. Soll ein Schornstein innerhalb des Kesselhauses oder mit dessen Mauern zusammenhängend erbaut werden, so ist derselbe früher aufzuführen, weil durch das ungleiche Setzen des Mauerwerks Risse entstehen würden. Auch wenn der Schornstein ganz frei steht, ist erst nach seiner und des Kesselhauses Fertigstellung der Fuchs zu erbauen oder, wenn zugleich erbaut, ohne Verzahnung anzufügen.

Die Breite der Fundamentsohle des Schornsteins betrage $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{7}$ der ganzen Höhe, so dass der gute Baugrund nur mit 0,75—1,5 kg auf $1 q^m$ belastet wird. Bei mangelhaftem Baugrund ist eine Betonschicht von 0,75—1,25 cm Dicke,

Fig. 96.

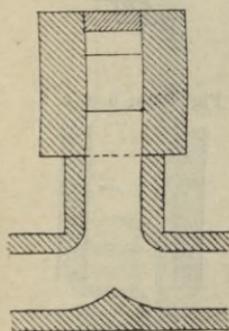
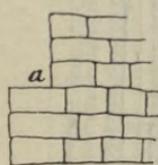


Fig. 95.



event. zwischen Spundwänden, oder ein Pfahlrost anzuwenden. Jede dieser Gründungen erfordert die grösste Sorgfalt; die Fundamentabsätze a , Fig. 95, sind schmal zu halten. Kalkstein-Fundamente müssen von dem Zuge der Feuergase so weit entfernt bleiben, dass

kein allmähliches Brennen des Kalkes stattfinden kann; sie werden ausserdem durch schweflige Säure, die in den Feuergasen enthalten ist, stark angegriffen. Die Schornstein-Sohle liegt 0,60—0,80 m tiefer als die Sohle des Fuchses, um als Äschensammler zu dienen; sie muss durch eine seitliche Öffnung im Schornstein-Sockel

von wenigstens 60 cm Breite, die nach jedesmaligem Gebrauch wieder zumauern ist, gereinigt werden, Fig. 96. Münden von 2 Seiten Füchse in den Schornstein, so ist die nothwendige Trennungswand nicht quer zu den Einmündungen, sondern in diagonaler Richtung zu ziehen, um den Anprall des Rauches zu mildern; dazu sind auch die Ecken des Mündungskanales zu runden.

Der Sockel wird meist quadratisch angelegt mit $d + 1 m$ als Seite und einer Höhe, die nicht grösser als unbedingt nöthig zu wählen ist; hierbei spielt auch die architektonische Formgebung eine Rolle.

Die obere Wandstärke bei runden und achteckigen Schornsteinen wird gewöhnlich zu 12 cm angenommen, sobald der Durchmesser geringer als 1 m ist, bei grösserem Durchmesser oder bei quadratischen Schornsteinen zu 25 cm (bei Verwendung von Formsteinen 15 cm, wenn $d > 1,0 m$, 20 cm, wenn $d > 1,5 m$). Diese Wandstärken nehmen bei runden Schornsteinen aus Formsteinen zu: auf je 5 m um

5 cm, bei solchen aus gewöhnlichen Ziegeln bei je 6—10 m um 12 cm oder $\frac{1}{2}$ Stein. Die Höhe der einzelnen Absätze sei um so kleiner, je höher die Temperatur der Schornsteingase ist. Aus diesen Angaben ergibt sich die äussere Schräge (Böschung) des Schornsteins.

Die Konstruktion eines gewöhnlichen Fabrik-Schornsteins geschieht, Fig. 97, folgendermaassen: Man theile die Höhe des Schornsteins als senkrechte Linie aufgetragen, hier z. B. = 30 m, in Geschosse von etwa 6 m, trage nach rechts und links von dieser Linie die halbe lichte Weite des Schornsteins ab und fange am oberen Ende mit $\frac{1}{2}$ bzw. 1 Stein Stärke an. Alsdann mache man jedes tiefere Geschoss $\frac{1}{2}$ Stein stärker und lege darnach den Umriss des Schornsteins fest. Der Uebergang aus der quadratischen Form des Sockels in die Rundung des oberen Schornsteins wird durch Auskrägung der Ecken bewirkt, Fig. 98 a und b.

Der Vorsprung des Sockels bei dem Uebergang vom Viereck zum Kreis wird als Wasserschlag mit schrägem Ablauf gebildet Fig. 98 b und mit einer Rollschicht, mit besonderen Formsteinen, Fig. 99, oder mit überfalzten Schieferplatten abgedeckt. Zum Mauerwerk dürfen nur besonders gut gebrannte Ziegel benutzt werden. Dem Mörtel ist, behufs schnellerer Erhärtung, Zement oder auch etwas Trass zuzusetzen. Sonne und trocknende Winde befördern das Erhärten des Mörtels an der ihnen zugekehrten Seite, während derselbe an der abgekehrten Seite weich bleibt; dadurch „geräth“ der Schornstein leicht schief. Weil auch durch persönliche Eigenthümlichkeiten beim Mauern Unregelmässigkeiten vorkommen können, welche das Neigen des Schornsteins bewirken, müssen, wenn mehre Maurer beschäftigt sind, diese ihren Standort öfter unter einander vertauschen.

Um den Schornstein bestiegbar zu machen, werden im Innern Steigeisen in Abständen von 50 cm eingemauert, Fig. 100 a, b und c. Bei sehr hohen Schornsteinen werden diese Steigeisen halbkreisförmig und so gross gemacht, dass ein Arbeiter, mit dem Rücken gegen die Wand gelehnt, sicher innerhalb derselben zur Höhe aufsteigen kann. Anstatt der Steigeisen etwa durchgehende Anker anzubringen, ist

Fig. 97.

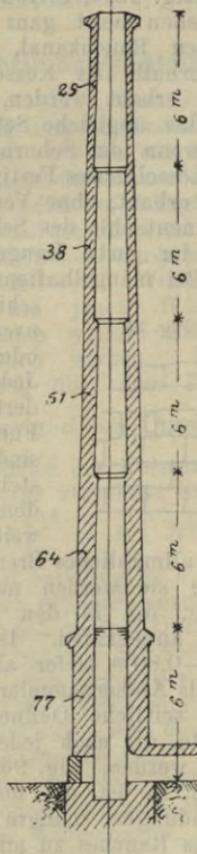


Fig. 98 a u. b.

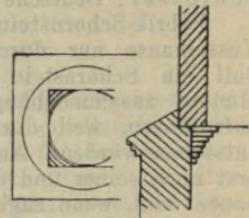


Fig. 99.



Fig. 100 a, b u. c.

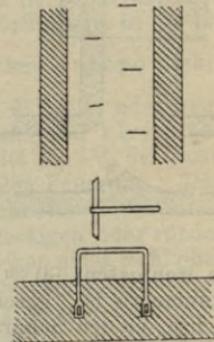
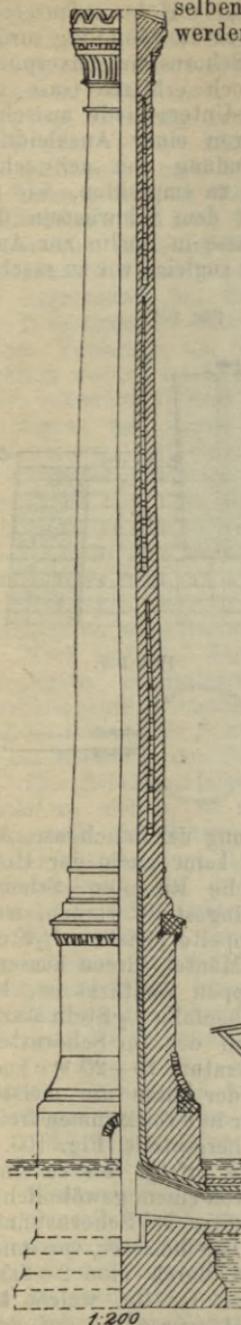


Fig. 102.



wegen der mit der Erhitzung zunehmenden Länge derselben bedenklich. Muss eine Verankerung angewendet werden, so darf dieselbe nur aussen liegen und muss

Fig. 103.

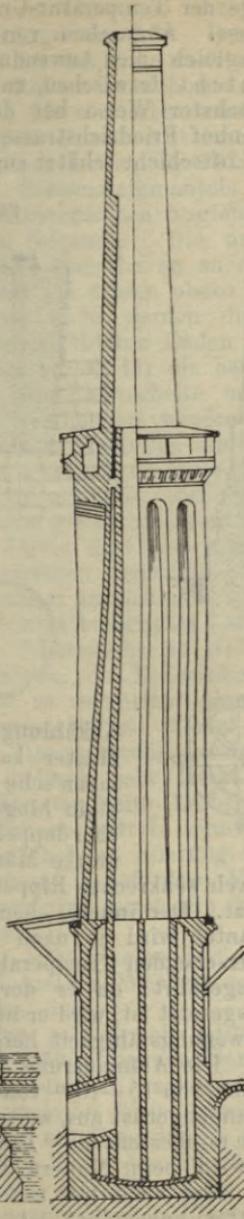
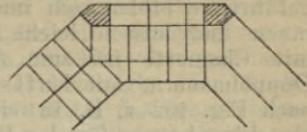


Fig. 101.



aus einzelnen Ringen bestehen, welche senkrechte Stangen, die ebenfalls aussen liegen, umschliessen; nur so kann das Eisen sich ausdehnen, ohne das Mauerwerk zu zerstören.

Runde Schornsteine mit geringem Durchmesser können nur mit Formsteinen, solche mit grösserem auch im Streckerverband mit gewöhnlichen Steinen aufgemauert werden; achteckige erhalten nur einen Formstein für die Ecken, der nach beiden Seiten hin gebraucht werden kann, Fig. 101. Des besseren Aussehens wegen erhält der Schornstein einen verzierten „Kopf“ von Mauersteinen oder von mit kupfernen Klammern zusammengehaltenen Werksteinen, Granit oder Sandstein; der Kopf darf aber von nur geringer Ausladung sein, da ein schweres Kapitell das Schwanken des Schornsteins im Sturm begünstigt. Da die nach oben offenen Stossfugen durch die Witterungseinflüsse bald gelockert werden, ist es nothwendig, die obere Endigung mit gusseisernen, überfalzten und an Oesen zusammengeschaubten Platten abzudecken, deren Fugen mit einem Eisenkitt zu dichten sind; öfter wird auch ein

schwerer, gusseiserner Hohlkörper, der aus mehreren Stücken zusammengesetzt ist, bei kleineren Schornsteinen eine mehrtheilige Abdeckung aus Sandstein benutzt, letztere ist aber ihrer Schwere wegen bedenklich.

Die Mündung ist nach einem Winkel von etwa 30° abzuschrägen und alsdann ein zylindrisches Rohrstück von $0,5\text{ m}$ Höhe aufzusetzen, welches verhüten soll, dass der Wind den Rauch in die Mündung zurück drücke. Auch im Innern bleibt ein solcher Schornstein unverputzt.

Werden durch Fabrikshornsteine sehr hoch erhitzte Gase abgeführt, so bilden sich infolge der Temperatur-Unterschiede zwischen innen und aussen leicht Risse. Abgesehen von einer Auskleidung mit Chamotte ist zum Ausgleich die Anwendung von schwachen Doppelmauern, mit Luftschicht dazwischen, zu empfehlen, wie sie nach Fig. 102 z. B. in einfachster Weise bei dem Schornstein des Maschinenhauses für den Bahnhof Friedrichstrasse in Berlin zur Ausführung gekommen ist. Die Luftschicht schützt zugleich vor zu rascher

Fig. 104.

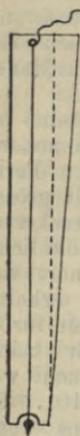


Fig. 105.

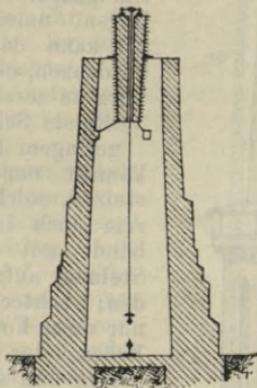


Fig. 106.

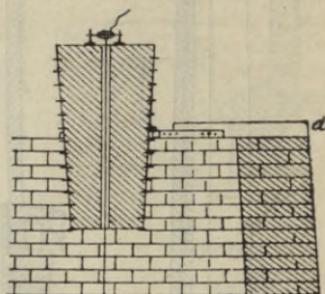


Fig. 107.

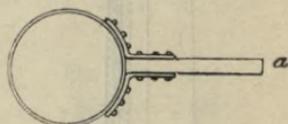
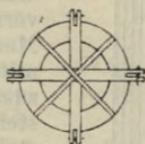
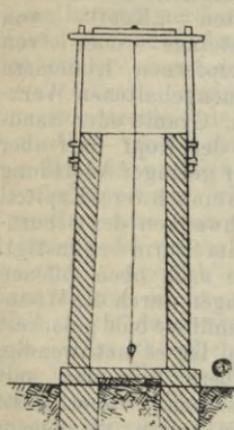


Fig. 108 a u. b.



Abkühlung der Rauchgase. Als Muster kann auch der Hoffmann'sche Ringofen - Schornstein hingestellt werden, welcher doppelte, meist nur $\frac{1}{2}$ Stein starke Mäntel, deren äusserer

durch senkrechte Rippen verstärkt ist, besitzt. Der innere, ebenfalls $\frac{1}{2}$ Stein starke Mantel wird je nach der im Schornstein herrschenden Temperatur $10-20\text{ m}$ hoch ausgeführt; da er der Hitze am meisten ausgesetzt ist, wird er mit vollkommen freier Bewegungsfähigkeit hergestellt, Fig. 103.

Die Aufmauerung erfolgt bis zu einer Höhe von $15-18\text{ m}$ von einem gewöhnlichen Stangengerüst aus, weiter, bei Schornsteinen von mindestens 60 cm Durchmesser, von innen

„über Hand“. Die Schräge wird beim Mauern durch eine $2-2,5\text{ m}$ lange Schablone mit Bleiloth oder auch nur mit Libelle, welche besonders bei stürmischem Wetter anwendbar ist, geregelt; auf dem Brett sind auch die Schichtenhöhen anzugeben, Fig. 104.

Im Inneren muss auf einem abgezimmerten, auf der Sohle des Schornsteins solide befestigten Kreuze der Mittelpunkt unverrückbar

markirt sein, welcher mittels eines von einem zweiten, oben befestigten Kreuze herabhängenden Lothes zur Arbeitsstelle „hinaufgelothet“ wird. Eine zweite Schablone kann man, nach Fig. 105 und 106, als abgestumpften Kegel herstellen, dessen Form mit der des Schornsteines übereinstimmt. Soll z. B. der Schornstein 40 m hoch werden, bei einer Böschung von 0,80 m, so entspricht dem eine Verjüngung des Kegels von 2 m Länge um 4 cm. Der Kegel wird genau in seiner Axe durchbohrt und, mit der Basis nach oben, mit Hilfe dreier Stützen auf herausgekragten Steinen im Schornstein so befestigt, dass durch das Bohrloch ein Loth bis zur unten markirten Mitte des Schornsteins hinabreicht. Eiserne, die einzelnen Steinschichten angehenden Stifte am Kegelmantel dienen einer Leier, Fig. 107, zur Unterlage, deren Ende *a* die Begrenzung des Schornsteinmantels und die radiale Richtung der Stossfugen der Steinschichten angiebt. — Ein anderes sehr einfaches Verfahren ist folgendes: Die unteren Enden von 4 Richtscheiten werden mittels Mauerhaken an dem frischen Mauerwerk lothrecht befestigt, so dass sie dessen obere Endigung um etwa 1,5 m frei überragen; am oberen Ende werden die Richtscheite mittels eines Lattenkreuzes mit aufgeschlizten Enden gegen einander abgespreizt. Diese Schlitzlöcher sind an vorher für die betr. Höhe berechneten Stellen durchlocht, so dass die Richtscheite mittels durchgesteckter Stifte fest mit den Latten verbunden werden können. Im Schnittpunkte des Lattenkreuzes ist zum Einstellen ein Loth befestigt. Ueber diesem Lattenkreuz liegt ein zweites, um eine Axe drehbares, durch welches die Rundung des Schornsteins mit Hilfe von 4 herabhängenden Schnüren an jeder Stelle genau bestimmt werden kann, Fig. 108 a und b.

Noch einfacher dürfte die Vorrichtung sein, auf einem senkrecht befestigten, schmiedeisernen Gasrohre ein drehbares Lattenkreuz mit herabhängenden Schnüren anzubringen. Durch ein am oberen Ende und im Innern des Rohres befestigtes Loth ist das Gasrohr stets genau in die Mittelaxe des Schornsteins zu stellen. —

Das Arbeitsverfahren, die Materialien mit Hilfe eines Auslegers herauf zu ziehen, ist zu verwerfen, einmal deshalb, weil dabei die Aussenseite des Schornsteins mit Mörtel bespritzt wird und später nur schwer mittels einer Hängerüstung gereinigt werden kann, dann aber insbesondere, weil dadurch sehr leicht eine Neigung des Schornsteins nach der belasteten Seite herbeigeführt wird. Besser ist es, die Materialien im Innern mittels eines Flaschenzugs oder Klobens, der an einem auf der obersten Rüstung stehenden Bocke befestigt ist, sowie einer Winde hinauf zu befördern, Fig. 109. Die einzelnen Podeste der Rüstung im Innern sind durch die früher beschriebenen Steigeisen mit einander verbunden.¹⁾

Den Bau hoher Schornsteine darf man nur in Jahreszeiten ausführen, wo während mehrerer Wochen nach der Fertigstellung keine Störungen zu erwarten sind.

Alle Schornsteine sollten mit Blitzableitern versehen sein, an welche auch in der Nähe liegende Dampfkessel anzuschliessen sind.

Wenn ein Schornstein sich nach einer Seite geneigt hat, so kann man denselben auf dreierlei Weise wieder gerade richten: 1. durch allmähliche Beseitigung des Baugrundes unter der, der Neigung entgegengesetzten liegenden Seite des Fundaments, 2. durch Heraussägen von Steinschichten oder Mörtelfugen an der konvexen Seite, 3. durch Ausbrechen des Mauerwerks und Einschlebung einiger schwächerer

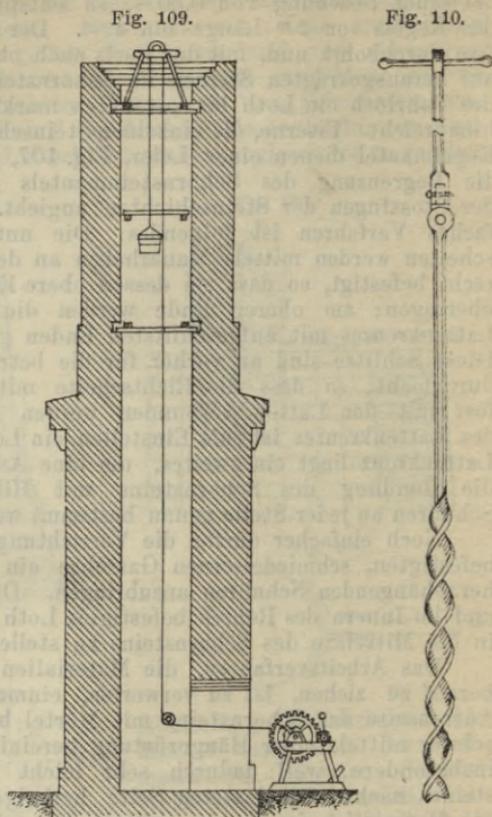
¹⁾ Vergl. über die Standfähigkeit von Dampfschornsteinen, ausser den schon S. 43 angegebenen Quellen, Deutsche Bau-Ztg. 1876, S. 267 und Zeitschr. des Ver. Deutsch. Ing. 1874, S. 60 ff.

Schichten. Die Beseitigung des Baugrundes ist bei runden Fundamenten mittels des in Fig. 110 dargestellten Bohrers auszuführen, mit welchem unter dem Fundamente nach Aufgrabung der Baugrube von Innen aus wagrecht und radial gerichtete Bohrlöcher herzustellen sind, die man enger und weiter neben einander anordnen kann¹⁾.

Das Heraussägen von Steinschichten, od. meistens von Mörtelfugen, wird ausgeführt, wenn die Steine nicht zu hart sind oder der Mörtel noch nicht völlig erhärtet ist. Es ist dann gewöhnlich ein Loch durch die Schornsteinwand zu brechen, um die Säge durchstecken und von der Oeffnung aus nach rechts und links gleichmässig die Einschnitte herstellen zu können und zwar in verschiedenen Höhen so viele, bis der Schornstein seine senkrechte Stellung wieder angenommen hat.

Wenn der Mörtel bereits hart geworden, auch der Baustein sehr hart ist, so muss man einzelne Schichten abtheilungsweise herausbrechen und die Steine durch dünnere ersetzen. Die Dicke der Schicht muss von der Mitte aus nach rechts und links geringer werden; auch ist durch Einschieben von Holzkeilen das allmähliche Zurückgehen des Schornsteines in die senkrechte Richtung genau zu beobachten.²⁾

In neuerer Zeit werden hohe Schornsteine vielfach rund, entweder aus Formsteinen oder aus Zementbeton hergestellt; beide Konstruktionen bewähren sich.



VII. Keller.

a) Kellerfenster.

Liegt die Decke des Kellers hoch genug über Strassengleiche, so bietet die Anlage der Kellerfenster keinerlei Schwierigkeiten; liegt sie in derselben Höhe mit jener oder tiefer, so muss man zur Anlage von Lichtschächten oder Lichtgräben seine Zuflucht nehmen, welche an der Strasse entweder mit Geländern zu umgeben oder mit eisernen Gittern abzudecken sind.

Damit einfallendes Regenwasser ablaufen könne, werden die äussere Fensterbank und die Sohle des Lichtschachtes schräg an-

¹⁾ Zeitschr. f. Bauw., Jahrg. 1867, S. 227.

²⁾ Zeitschr. f. Bauw., Jahrg. 1869, S. 370.

gelegt und durch die Mauer des Lichtschachtes eine oder mehrere Thonröhren gesteckt, deren Mündungen mit Steinschlag oder Kies zu umgeben sind, um das Versickern des Regenwassers im Erdreich zu erleichtern, Fig. 111a und b. Da der Erdboden durch das Grundgraben in unmittelbarer Nähe der Umfassungsmauern stets aufgelockert

Fig. 113 a u. b.

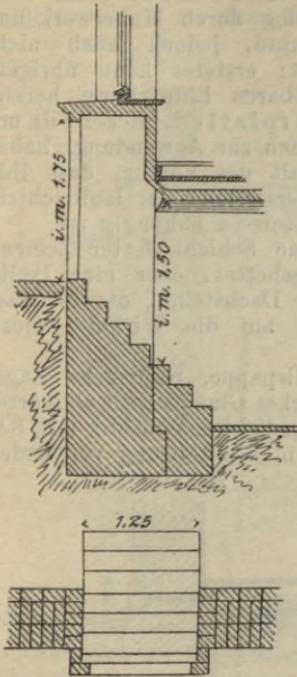


Fig. 111 a u. b.

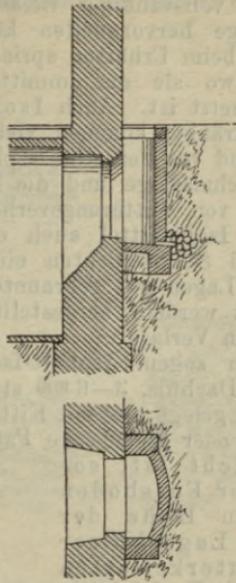
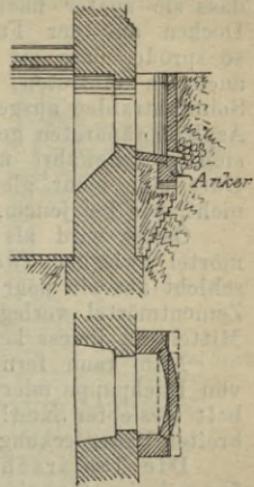


Fig. 112 a u. b.



ist und die Lichtschächte gewöhnlich erst später, nach Vollendung des Roh-

baues aufgemauert werden, sinken dieselben immer etwas ein und trennen sich vom Gebäude, wenn man nicht die Vorsicht

gebraucht hat, sie ebenso tief wie letzteres zu gründen. Um solche tiefen Fundamente zu vermeiden, kann man in vielen Fällen auf einem Fundamentabsatz des Gebäudes Konsolen zu beiden Seiten des Kellerfensters auskragen, diese durch einen Gurtbogen mit Verankerung verbinden und darauf den Lichtschacht sicher aufmauern, Fig. 112a und b. Oben, in Strassengleiche, ist derselbe mit einer Rollschicht oder einem Hausteinkranz abzudecken.

b) Kellereingänge.

Gegen das Eindringen von Schnee und Regen sind die Kellereingänge durch die sogen. Kellerhalse zu schützen, welche — gemäss polizeilicher Vorschriften — gewöhnlich nur wenig über die Gebäudeflucht vorspringen dürfen. Die Kellertreppen müssen bei der Raumege meist ausserordentlich steil, mit einer Steigung von 20—22 cm, angelegt werden. Die lichte Höhe des Eingangs muss am niedrigsten Punkte mindestens 1,50 m betragen, Fig. 113 a und b. Nach Höfen hinaus ist man mit dem Kellerhals-Vorbau nicht beschränkt, weshalb hier die Höhe nicht unter 1,90 m angenommen zu werden pflegt. Die Thüren schlagen stets nach Innen auf.

Wie die von aussen zu betretenden Kellereingänge, so sind auch die im Innern der Gebäude anzulegenden zu gestalten, die z. B. aus Vorhallen oder Durchfahrten nach Hausmeister-Wohnungen führen.

c) Schutz gegen seitlichen Zutritt von Feuchtigkeit.

Auch wenn ein Gebäude keine Keller hat, müssen sämtliche Mauern gegen das Aufsteigen der Grundfeuchtigkeit durch Isolierungen geschützt werden, welche man am häufigsten durch eine mindestens 1 cm starke Lage von Gussasphalt herstellt, gemischt aus 5 Gewichtstheilen Asphaltmastix, $\frac{1}{2}$ bis 1 Gew.-Th. Goudron und 2 Gew.-Th. Sand. Die Masse darf nicht so weich sein, dass sie später nach vollständiger Belastung durch Mauerwerk und Decken aus der Fuge hervorquellen könnte, jedoch auch nicht so spröde, dass sie beim Erhärten springt; ersteres kann übrigens auch da eintreten, wo sie der unmittelbaren Einwirkung heisser Sonnenstrahlen ausgesetzt ist. Auch Isolirplatten, dicker Filz mit Asphaltpräparaten getränkt, kommen vielfach zur Anwendung, haben sich gut bewährt und vor dem Gussasphalt den Vorzug, dass ihre Güte eine mehr gleichmässige und die Herstellung der Isolirschiicht nicht, wie bei jenem, von Witterungsverhältnissen abhängig ist.

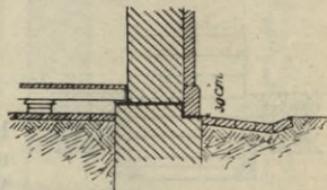
Oefter wird als Isolirmittel auch eine Schicht fetter Zementmörtel zwischen zwei Steinschichten eingebettet, oder eine Isolirschiicht aus ein paar Lagen gut gebrannter Dachsteine, die in fettem Zementmörtel verlegt werden, hergestellt; auf die Wirkung dieses Mittels ist indess kein Verlass.

Man kann ferner sogen. Asphalt-Isolirpappe, mehrfache Lagen von Dachpappe oder Dachfilz, 3—6 mm starkes Glas in ein Kalkmörtelbett (gesiebter Sand!) gelegt und mit Kitt gedichtet, Walzblei mit 8 cm breiter Ueberdeckung oder Siebel'sche Patent-Bleisolirung verwenden.

Die Isolirschiicht ist, sofern kein massiver Fussboden vorhanden ist, in Höhe der Unterkante der Lagerhölzer und bei nicht unterkellerten Gebäuden 1—2 Ziegelschichten hoch über Geländehöhe, bei massivem Fussboden über dessen Oberkante anzuordnen.

Bruch- oder Feldstein-Fundamente werden erst durch 2, in verlängerten Zementmörtel verlegte Ziegelflachschiichten abgeglichen, welche dann die Asphaltchiicht oder das sonstige Isolirmittel aufzunehmen haben.

Fig. 114.



Damit das Traufwasser der Gesimse nicht den Erdboden in der Nähe des Mauerwerks durchtränke und letzteres besonders feucht mache, ist die Anlegung eines sogen. Traufpflasters anzurathen, welches das Gebäude in einer Breite von etwa 65 cm bis 1 m umgibt und das ablaufende Wasser in gepflasterte Rinnen abführt; die Fugen des Traufpflasters müssen mit Zementmörtel oder Asphalt ausgegossen werden.

Fig. 114 zeigt, wie bei einem Gebäude ohne Keller mit Sockel aus Granit bei der Isolirung zu verfahren ist.

Gegen das Eindringen des Spritzwassers sind die Plinthen entweder durch Bekleidung mit guten Klinkern, Granitquadern, oder durch Zementputz mit Oelfarbenanstrich zu sichern. Alle stark porösen Steine, wie die meisten Sandsteine usw., eignen sich zur Plinthenbekleidung nicht. Aus dem vom Gebäude bedeckten Geländestück ist aller Mutterboden sorgfältig zu entfernen, da derselbe den sogen. Mauerfress, wie auch Hausschwamm hervor rufen, bezw. die Ausbreitung dieser Krankheiten des Gebäudes befördern kann. Anstatt des Mutterbodens ist Sand- oder Lehmboden einzubringen. Hiernach müssen

derartige Auffüllungen durch eine Flachschiicht in Kalkmörtel, durch eine Einstampfung von Ziegelschotter mit einem Mörtelguss, oder noch besser durch eine Zementbetonschiicht abgedeckt werden.

Zur Unterstützung hölzerner Fussbodenlager dienen meist kleine aufgemauerte Pfeiler aus Ziegelstein, die mit Dachpappe abgedeckt werden, um sie vom Holzwerk zu isoliren, Fig. 114. Der hohle Raum unter der Dielung wird am besten mit einer Rauchröhre oder einer, im Anschluss an einen Kachelofen an dessen Rückseite senkrecht auf-

Fig. 115.

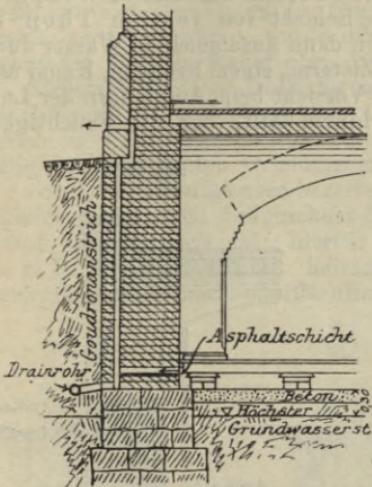
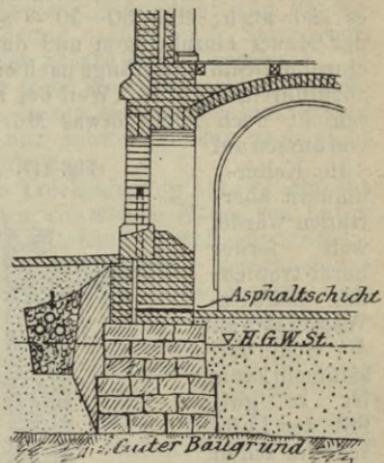


Fig. 116.



gemauerten, etwa 10 cm weiten Röhre in Verbindung gesetzt und für Luftumlauf durch kleine, mit durchlochtem Blechplatten geschützte Oeffnungen in der Aussenwand oder auch im Fussboden gesorgt; die Anbringung der Oeffnungen im Fussboden ist weniger zu empfehlen, weil dabei höher erwärmte Luft unter den Fussboden geführt wird, die hier abkühlt und einen entsprechenden Theil ihrer Feuchtigkeit abgibt. Günstig wird noch ein Anstrich der Lagerhölzer und der Unterseiten des Fussbodens mit Kreosotöl oder Carbolinum sein. Vom Mauerwerk sind die Hirnenden der Lagerhölzer mindestens 2,5 cm, die Flachseiten 5 cm entfernt zu halten.

Die Anordnungen sind dieselben wie eben angegeben wenn der hölzerne Fussboden, anstatt über Erdboden, über Wölbungen liegt.

Auch hölzerne Schwellen der Fachwerksbauten sind in entsprechender Weise gegen die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit zu sichern.

Ist ein Gebäude unterkellert, so sind entweder nur die Umfassungsmauern gegen das seitliche Eindringen der Feuchtigkeit, oder die Räume selbst gegen das aufsteigende Grundwasser zu schützen. Ersteres geschieht in sicherster Weise durch Anlage senkrechter Luftschichten von 4—5 cm Weite in den Mauern, welche von Höhe der Asphaltschicht bis mindestens zur Geländehöhe hinauf reichen müssen. Diese Luftschichten werden, wenn die Umfassungsmauern aus Ziegeln bestehen, nach der Aussenseite gelegt, so dass sie von dem Erdreich nur durch eine $\frac{1}{2}$ Stein, bei nassem Boden 1 Stein starke Mauer, aus Klinkern in verlängertem Zementmörtel gemauert, getrennt sind, Fig. 115 und 116. Bestehen die Kellermauern aus Bruchsteinen, so ist die Luftschicht mit $\frac{1}{2}$ Stein starken Trennungsmauern an die Innen-

seite zu rücken, Fig. 118, desgleichen bei an Nachbargrundstücke anstossenden, aus Ziegeln aufgeführten Kellermauern, Fig. 117. Stets sind aber die Luftschichten so anzuordnen, dass sie ausserhalb der Flucht des Erdgeschoss-Mauerwerks liegen. — Die Trennungsmauern sind mit den Aussenmauern durch in Goudron getauchte Bindersteine in Zementmörtel zu verbinden. — Die Aussenflächen des im Erdboden liegenden Kellermauerwerks sollen glatt gefugt und, nachdem das Mauerwerk gut getrocknet ist, zweimal mit heissem Goudron gestrichen werden; einen unbedingten Schutz gewährt jedoch dieser Anstrich ebenso wenig wie ein Abputz mit Zementmörtel. Bei sehr nassem Boden empfiehlt es sich auch, eine 30—50 cm starke Schicht von fettem Thon vor der Mauer einzubringen und das sich dann ansammelnde Wasser durch einzelne Drainrohrstränge nach einer Zisterne, einem Brunnen, Kanal usw. abzuführen, Fig. 116. Weil bei aller Vorsicht beim Aufmauern der Luftschicht doch leicht etwas Mörtel hinein fällt, der die Feuchtigkeit von aussen auf

die Kellermauern übertragen würde, weil ferner herabtropfendes Schwitzwasser sich auf der Sohle ansammeln kann, ist es gut, mit der Luftschicht schon ein wenig unter der Asphalt-Isolirschrift zu beginnen, dieselbe auch

seitwärts durch kleine Kanäle in Drainröhren zu entwässern, sobald nicht die Gefahr vorhanden ist, dass Wasser durch Rückstau in die Luftschicht eingeführt werde, Fig. 115. Ausserdem sind die Luftschichten einerseits durch kleine, vergitterte, im Innern der Wohnräume auch mit Absperrschiebern versehene Kanäle mit dem Keller, andererseits durch solche, meist in den Fensterlaibungen endigende, und hier vergitterte Kanäle mit der Aussenluft zu verbinden, damit durch Erzeugung eines Luftstromes das Austrocknen des Kellermauerwerks befördert werde.

Fensterbrüstungen von geringerer Mauerstärke als 38 cm müssen stets mit Luftschicht angelegt werden, weil sonst die Feuchtigkeit an dieser Stelle durchschlägt und die Tapeten hier vermodern, Fig. 116.

Die bei Wohnräumen durch eine Betonirung oder eine Asphaltschicht gegen das Aufsteigen von Dünsten gedichtete Kellersohle muss mindestens 30 cm über dem höchsten bekannten Grundwasserstande liegen.

Das Bekleiden der Mauern mit Hohl- oder Lochsteinen zur Erzielung trockener Wände nützt zur Trockenhaltung wenig. Eher ist noch eine Isolirung mittels Dachpappe zu empfehlen, wie sie bei den Bauten der Universitäts-Institute in Halle angewendet worden ist und welche nur 1,25 M. für 1 qm gekostet haben soll. Auf dem Bankett wurde an der Innen-

Fig. 117.

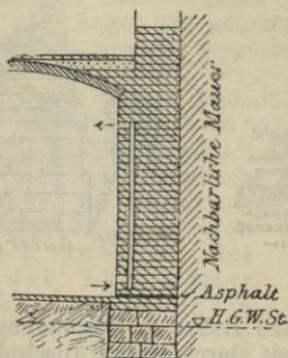


Fig. 118.

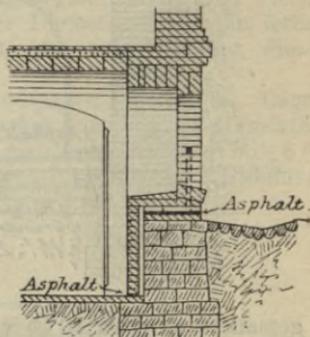
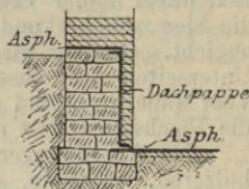


Fig. 119.



seite ein etwa 18 cm breiter Streifen mit 15 mm starker Asphalttschicht überzogen, Fig. 119. Darauf wurde das Fundament bis zur Plinthe in Bruchsteinen 13 cm schwächer als die beabsichtigte Mauerstärke aufgeführt und die rauhe Innenfläche desselben durch einen Rappputz aus Zementmörtel etwas abgeglichen. Nachdem dieser äusserlich trocken geworden, wurde er mit heissem Goudron gestrichen und auf diesen Dachpappe in senkrechten Bahnen mit handbreiter Ueberdeckung an den Rändern geklebt. Dieselbe legte sich unten auf den Asphaltstreifen, wurde oben über den Rand umgebogen und dort in ganzer Breite (Dicke) des Bruchstein-Mauerwerks durch eine Asphalttschicht gedeckt. Nachdem noch die Fugen der Dachpappe mit Holzzement und Papierstreifen gedichtet waren, wurde die Isolirung nach innen $\frac{1}{2}$ Stein stark verblendet und die Mauer oben in voller Stärke weiter geführt.

Sicherer als diese Isolirung würde wohl eine senkrechte Asphalttschicht von 1 cm Stärke wirken; doch lassen sich solche senkrechten Schichten bei grösserer Ausdehnung nur schwer an den noch nicht völlig ausgetrockneten Grundmauern anbringen.

Grosse Schwierigkeiten bereitet die Trockenlegung alter, schlecht isolirter Keller- und Erdgeschoss-Mauern, in welche Nässe von unten herauf eingedrungen ist; hierfür sind allerhand Mittel angepriesen, wie z. B. ein Anstrich mit heissem Colophonium und verschiedenen Theerpräparaten nach oberflächlicher Austrocknung der Mauer, auch

Fig. 120.

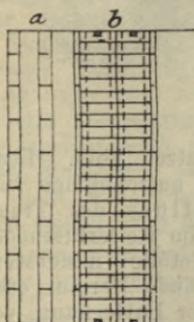
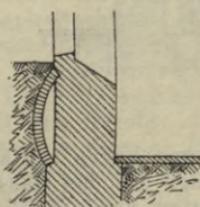


Fig. 121.



wohl Zementabputz, Bekleidung mit Walzblei, Anstriche mit Silikaten usw., welche alle theuer sind, auf die Dauer aber gewöhnlich nichts nützen. Vielleicht wäre ein aus Bleiglätte, Ziegelmehl und Leinöl bereiteter Abputz noch am empfehlenswerthesten. Folgende Mittel allein wirken durchschlagend; welches derselben anzuwenden, ist im Einzelfalle zu erwägen.

Bei einer feuchten Wand ist der Putz zu entfernen, und, wenn es zulässig, den Raum ein wenig zu verengen, nur der Fugenmörtel auszukratzen. Die Wand ist darauf künstlich möglichst gut auszutrocknen und mit Goudron zu streichen. Mittels Zementmörtels sind alsdann senkrechte Dachsteinstreifen, in Entfernungen gleich einer Dachsteinlänge von Mitte zu Mitte anzusetzen und darüber wagrechte Dachsteinlagen so anzubringen, dass eine glatte Wandfläche entsteht, welche schliesslich mit verlängertem Zementmörtel geputzt wird, Fig. 120. Zwischen den senkrechten Dachsteinstreifen ergeben sich auf diese Weise Hohlräume — Luftschichten — in welchen durch unten und oben angebrachte, kleine, vergitterte Oeffnungen ein Luftstrom unterhalten wird, der die Trockenhaltung der äusseren Dachsteinschicht bewirkt. Sollte eine Verengung des Raumes nicht statthaft sein, so muss die feuchte Mauer etwa 4 cm tief abgestemmt werden. Statt der Dachsteine können auch Glasplatten verwendet werden; doch wird dann die Ausführung erheblich theurer.

Ist das Mauerwerk und auch der Fussboden völlig durchnässt, so muss man zunächst das feuchte Erdreich durch Anlage von Lufträumen rings um das Gebäude von der unmittelbaren Berührung mit den

Kellermauern abzuhalten suchen. Dies kann nach Fig. 121 durch Herstellung fortlaufender Bögen, nach Fig. 122a und b durch eine Anlage wie bei den gewöhnlichen Lichtschächten oder, nach Fig. 123, durch Hinzufügung eines vollständigen, mittels einer Futtermauer hergestellten Isolirgrabens erreicht werden. Die Luftschicht bei der Isolirung nach Fig. 121 ist selbstverständlich mit der Aussenluft durch Kanäle in Verbindung zu bringen, was man bei den Anordnungen Fig. 122a u. b und 123 leichter mittels eiserner Abdeckungsgitter bewerkstelligen kann. Dass das Einbinden der Steine, Fig. 121 und 123, in das alte Mauerwerk mit allen früher angegebenen Vorsichtsmassregeln geschehen muss, versteht sich von selbst. In dasselbe sind, um das Austrocknen zu befördern, Luftöffnungen c zu stemmen, Fenster und Thüren zu demselben Zweck möglichst offen zu halten. Der durchnässte Fussboden ist zu entfernen und durch eine trockene Kiesschüttung nebst Abpflasterung zu ersetzen, ebenso der Mörtel

an den nassen Wänden, deren Fugen tief auszukratzen sind. Etwa schadhafte Pflasterungen rings um das Haus sind aufzunehmen und zu erneuern, wobei für guten und schnellen Abfluss des Trauf- und Regenwassers zu sorgen ist. Schliesslich ist im Kellerfussboden ein Netz von Drainröhren mit möglichst grossem Gefälle, mindestens 2 cm auf 1 m, eventuell auch rings um das Gebäude herum, etwa 0,45 cm unter Oberkante des Fussbodens und in der Entfernung von etwa 25—30 cm zu legen. Die Röhren werden 4 cm weit genommen; sie werden an Sammeldrains von 8 cm Weite angeschlossen, welche das Wasser an Zisternen, Brunnen oder Kanäle abgeben. Diese Drainröhren sind jedoch leicht Verstopfungen ausgesetzt: in der Nähe von — besonders frischem — Mauerwerk durch Niederschläge von kohlen saurem Kalk, in der Nähe von Bäumen und Sträuchern durch deren Wurzeln, welche in sie hineinwachsen und völlig ausfüllen. Weite Röhren verstopfen sich leichter als enge, weil hier das schnellere fließende Wasser Ablagerungen verhindert. Jedenfalls ist es praktisch, sich durch Einsteiggeschächte die Möglichkeit zu wahren, hin und wieder die gute Wirksamkeit der Drainage untersuchen zu können. Wenn in der Tiefe, in der die Drainrohre liegen, sich fetter, wenig durchlässiger Boden findet, so empfiehlt es sich, um genügende Vorfluth zu erzielen, die Drains in eine Schüttung von Steinschotter einzubetten, welche stark drainirend wirkt. Bei dieser Ausführungsweise ist ein geringeres als das oben angegebene Gefälle der Drains ausreichend.

Fig. 122 a u. b.

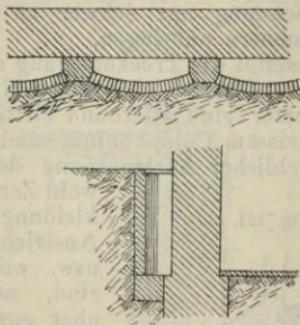
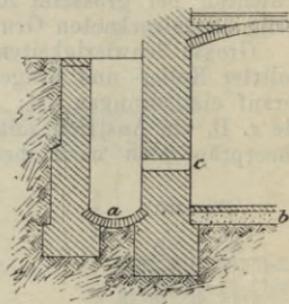


Fig. 123.



d. Schutz gegen Zutritt von Grundwasser.

Um einen wirksamen Schutz gegen Grundwasser zu erzielen, ist sehr sorgfältige Arbeit Voraussetzung. Zunächst müssen die Umfassungsmauern seitlich zutretendes Wasser zurück halten. Sie werden deshalb aus einem möglichst wenig Feuchtigkeit annehmenden Stein, also am besten aus Ziegeln oder Klinkern von besonderer Dichtigkeit in Zementmörtel aufgemauert, wobei darauf zu halten ist, dass alle Fugen mit Mörtel gut gefüllt werden. Die Hinterfüllung mit einer 30 bis 50^{cm} starken Schicht von fettem Thon wird sehr vortheilhaft sein. Ferner kann man, wie in Fig. 124 dargestellt, eine senkrechte Asphaltlage anbringen und sie im Innern mit einer 12^{cm} starken Schicht von Klinkern in Zementmörtel verblenden, damit durch diese das Ablösen des Asphalts vom Fundamentmauerwerk verhindert werde. Den Asphalt kann allenfalls auch eine doppelte Dachsteinschicht in fettem Zementmörtel ersetzen. Endlich wird auch empfohlen, Luftschichten im Mauerwerk etwa 5^{cm} stark auszusparen und diese mit fettem Zementmörtel auszugießen, ein Mittel, welches aber nicht ganz zuverlässig erscheint, theils weil Sand und Zement sich leicht sondern — der Sand nach unten sinkt — theils hohle Räume bestehen bleiben können.

Bei Innenmauern bleibt nur das Aufsteigen des Grundwassers in solchen selbst zu verhindern, was durch Einlegen einer wagrechten Isolirschicht in Höhe der Oberkante des Steinfussbodens geschieht. Wendet man eine Betonirung der ganzen überbauten Fläche mit einer darauf liegenden Asphaltschicht an, so ist es nothwendig, der Betonlage eine so grosse Stärke zu geben, dass bei ungleichmässiger Belastung nicht ein Bruch eintritt, der den erwarteten Erfolg vernichten würde. Einheitlichkeit der Betonplatte ist unbedingte Voraussetzung für den Erfolg; die Einlegung selbst einer sehr starken Sohle aus Beton in einzelne Räume des Kellers gewährt keine Sicherheit gegen Grundwasserzutritt, weil dieses durch die nie dicht werdenden Anschlüsse an Umfassungs- und Scheidemauern leicht seinen Weg findet.

Kann man bei der Herstellung eines wasserdichten Kellerfussbodens im Trocknen arbeiten, so sind zunächst alle Pfeilerstellungen

Fig. 124.



im Keller durch umgekehrte Gurtbögen unter einander zu verbinden. Darauf muss durch Einbringung einer etwa 12^{cm} starken Betonlage, oder durch eine Ziegel-Flachschiebt die Lehre für ein umgekehrtes Gewölbe in Form von flachen preussischen oder böhmischen Kappen geschaffen werden, und es ist darüber, anschliessend an eine senkrechte Lage in den Umfassungsmauern, eine etwa 1,5^{cm} starke Schicht aus Gussasphalt zu bringen. Damit diese durch den Auftrieb des Grundwassers nicht angehoben werde, ist auf dieselbe ein $\frac{1}{2}$ Stein

starkes Gewölbe in Ziegeln und verlängertem Zementmörtel zu legen, dessen Höhlung mit Bauschutt usw. ausgefüllt wird, um darauf endlich einen wagrechten Arbeitsboden von Ziegelpflaster oder Beton anzuordnen, Fig. 124.

Weniger kostspielig ist die Dichtung in Beton- und Zementmörtel, wie sie in der Markthalle No. IV. in Berlin ausgeführt worden ist, deren Kellerfussboden 94^{cm} unter dem höchsten Grundwasser-

Weniger kostspielig ist die Dichtung in Beton- und Zementmörtel, wie sie in der Markthalle No. IV. in Berlin ausgeführt worden ist, deren Kellerfussboden 94^{cm} unter dem höchsten Grundwasser-

stande liegt. Die Fläche des Fussbodens (350 qm) wurde durch Gurtbögen c von $1,14\text{ m}$ Breite in einzelne Gewölbefelder zerlegt. Fig. 125 a und b. Gegen jene spannen sich die Kappen a , welche, wie die Gurtbögen, aus schichtenweise aufgebrachtem und festgestampftem Zementbeton in Stärke von 12 cm mit 35 cm Pfeilhöhe bestehen. Diese Gewölbe wurden mit einer $2,5\text{ cm}$ starken Zementmörtelschicht b überzogen, welche mit reinem Zement geglättet worden ist, um alle Poren zu verschliessen.¹⁾ Die Höhlung der Gewölbe wurde mit Bauschutt und Ziegelschlag ausgefüllt und darauf der Arbeitsboden e , bestehend aus einer 6 cm starken Zementbetonschicht und einer Deckschicht f von 2 cm Stärke, in Zementmörtel aufgebracht. Ein kleines Fundament g unter dem Gewölbescheitel hat den Zweck, das Setzen oder Brechen des Gewölbes infolge Zurückgehens (Sinkens) des Grundwassers zu verhindern. An den Kellerwänden entlang wurde 1 m hoch ein 2 cm starker Zementputz angebracht.

Fig. 125 a u. b.

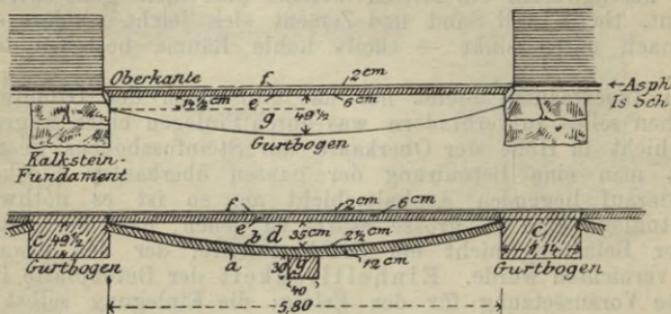
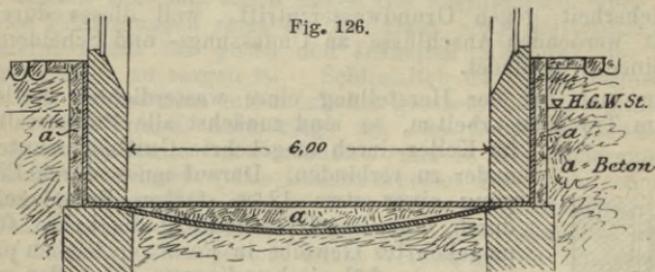


Fig. 126.



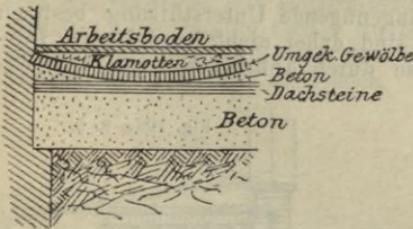
Im Kellergeschoss der Maschinenfabrik von Nagel & Kaemp in Hamburg wurde im Jahre 1884 ein derartiger wasserdichter Zementbetonboden ausgeführt, der aber hier nicht nur gegen den 60 cm starken Auftrieb des Wassers Widerstand leisten, sondern auch als Lagerboden für schwere Maschinenteile eine grosse Tragfähigkeit erweisen sollte. Es wurden Gewölbe mit Verstärkungsrippen zwischen Gurtbögen (also nicht umgekehrte Gewölbe) angewendet, bestehend aus einem Beton aus 1 Theil Portland-Zement, 6 Theilen Kiessand und 8 Theilen Steinschlag, der einen Ueberzug von 1 Theil Portland-Zement zu $1\frac{1}{2}$ Theilen Sand erhielt. Der Erfolg war ungeachtet des sehr wenig tragfähigen Untergrundes ein vollständiger.

¹⁾ Das Glätten ist, um nicht den Erfolg in Frage zu stellen, unter Anwendung von nur mässigem Druck zu bewirken.

Nach der Monier'schen Bauweise wird statt des umgekehrten Gewölbes aus Beton, Fig. 126, eine bogenförmige, wasserdichte und erheblich dünnere Zement-Schicht mit Eisen-Einlage eingebracht, wozu ein Mörtel aus 1 Theil Zement und 1 Theil Sand verwendet wird. Die Höhlung wird mit einem Beton geringster Mischung ausgefüllt und darauf wieder ein Zementstrich als Arbeitsboden gelegt. Die Umfassungsmauern des Gebäudes sind gegen seitliches Eindringen des Grundwassers durch eine 20—25 cm starke Betonschicht geschützt.

Muss die Ausführung im Wasser bewirkt werden, so empfiehlt sich die Schüttung einer Betonplatte von 0,75—1 m und bei hohem Grundwasserstande von noch grösserer Stärke, welche über die ganze baute Fläche einheitlich fortreicht. Auf dem Rande dieser Platte kann

Fig. 127.



dann ein bis über Grundwasserspiegel hoch geführter Fangedamm aus Beton geschüttet werden, der event. als Theil der Grundmauer zu benutzen ist (s. auch Fig. 171). Wenn das nicht geschieht, werden die Fundamente in besonderer Stärke wasserdicht hoch geführt. Die Dichtung kann in solchem Falle, nach Fig. 127, auch durch eine 2- bis 3fache Dachsteinlage, in fettem Zementmörtel verlegt, welche gegen den Auftrieb durch

ein umgekehrtes Gewölbe zu schützen ist, beschafft werden. —

Durchlässige Stellen in Mauern und Fussböden lassen sich schwer dichten, selbst wenn der Wasserdruck nur gering ist. Auftragen eines Zementputzes, Bekleidung mit Dachsteinen in Zementmörtel, Ausstemmen des undichten Mauerwerks und Erneuern desselben in tadelloser Weise sind Ausführungen, von welchen ein Erfolg nur erwartet werden darf, wenn sie mit ganz besonderer Sorgfalt und bei Abwesenheit von Wasserdruck bewirkt werden können.

Wenn die Mauern nur „schwitzen“, kann man sie dadurch dicht bekommen, dass man eine Brettwand in der Entfernung von 2 bis 3 cm parallel mit ihnen aufstellt, die Zwischenräume mit reinem, trockenem Zement füllt und diesen mit einem dünnen Brettstücke fest einstampft. Nach einigen Tagen kann die Brettwand entfernt, das noch nicht abgebundene Zementpulver abgebürstet und die Stelle glatt geputzt werden.

Bei grossen Kellerceien ist anzurathen, der Sohle und dem Fussboden nach einer bestimmten Stelle hin Gefälle zu geben und hier einen Sumpf oder eine Sammelgrube anzulegen, um das von undichten Stellen zugeflossene Wasser ausschöpfen zu können. Das Pumpen muss aber mit grosser Vorsicht betrieben werden, um durch dasselbe nicht den Baugrund zu lockern, bezw. bereits fertig gestellten Bautheilen durch Fortschwimmen des Sandes die Unterstützung zu entziehen.

VIII. Stein-Gesimse.

Massive Gesimse werden: 1. aus Ziegeln: a) in Rohbau, b) geputzt, 2. aus Terrakotta, Formsteinen, 3. aus Werksteinen hergestellt. Ausserdem sind die Kunststein-Gesimse zu nennen, deren Glieder an den Stellen, wo sie möglichst wenig belasten sollen, ebenso wie die Terrakotta-Gesimstheile, hohl, sonst aber voll gestaltet hergestellt werden.

Gesimse mit geringen Ausladungen, wie die Gurtgesimse und alle gothischen Gesimse, bieten keinerlei Schwierigkeiten in der Konstruktion, weshalb hier nur Hauptgesimse mit grösseren Ausladungen behandelt werden sollen. Gewöhnlich werden diese erst nach Aufstellung des Dachstuhles versetzt, weil sie das Aufbringen der langen und schweren Hölzer mittels des Richtebaumes zu sehr hindern würden und daher auch leicht beschädigt werden könnten. — Alle Gesimse nebst den zugehörigen Drempeiwänden sind mit einem hydraulischen Mörtel oder auch verlängertem Zementmörtel aufzumauern, um ihnen grössere Festigkeit zu geben.

a. Die gewöhnlichen Backstein-Gesimse bei Ziegel-Rohbau.

Die einzelnen Glieder der gewöhnlichen Backstein-Gesimse werden in der Weise vorgemauert, dass kein Stein derselben mehr als 12 cm vorspringt, weil er sonst eine ungenügende Unterstützung besitzen würde; weit vortretende Platten sind daher nicht herstellbar. Dar-nach lassen sich derartige Gesimse durch Anbringung von treppen-

Fig. 128.

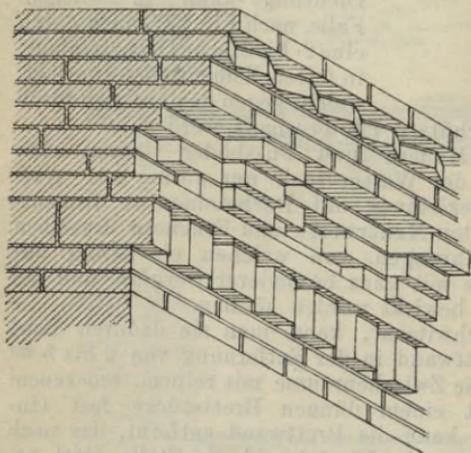
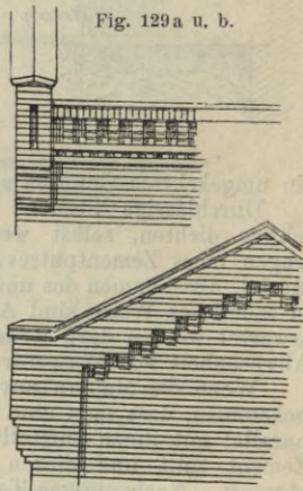


Fig. 129 a u. b.



förmig angeordneten Konsolen, von flachseitigen und hochkantigen Zahnschnitten und Stromschichten, von lang durchgehenden, vortretenden Bändern, durch Bildung hinter die Mauerflucht zurücktretender vertiefter Felder, durch Wölbung kleiner Bögen über Konsolen, schliesslich durch Verwendung verschieden gefärbter Materialien in grösster Mannichfaltigkeit und Wirksamkeit herstellen, wobei nur die früher gegebenen Regeln über den Steinverband gehörig zu beachten sind. Fig. 128 beweist das Gesagte; es ist dabei aber zu bemerken, dass derartige grosse Gesimse sich nur bei frei stehenden Gebäuden, deren Dächer abgewalmt sind, an allen Seiten herumführen lassen. Bei mit gewöhnlichen Satteldächern bedeckten Gebäuden müssen solche Gesimse sich an starken, entweder konsolartig vorgekragten oder vom Fundament aus hoch geführten Eckpfeilern todlaufen, während der Giebel durch treppenartig ansteigende Gesimse zu verzieren ist. Fig. 129 a u. b zeigen die Anordnungen an einem ganz einfachen Beispiele.

b. Putz-Gesimse.

Kleinere Putzgesimse von 25—35 cm Ausladung werden in derselben Weise, wie vorher, durch nicht über 12 cm weites Herausstrecken der einzelnen, der Umrisslinie entsprechend zugehauenen Ziegeln aufgemauert. Ist die Ausladung eine grössere, etwa 40—50 cm, so dass die gewöhnliche Ziegellänge dafür nicht ausreicht, so werden einzelne Glieder, besonders die Hängeplatten, aus mehreren Lagen gewöhnlicher Dachsteine (Biberschwänze) gebildet, welche eine Länge von 36—40 cm haben, Fig. 130. Ehe die Dachsteinschichten vorn belastet werden, sind sie hinten einige Schichten hoch zu übermauern, damit das Ueberkippen verhindert ist. Solche Gesimse bedürfen einer Abdeckung aus Zinkblech zum Schutz gegen die Einwirkung der Witterung; leider aber zerstört der frische Aetzkalk bald auch das stärkste Zinkblech und es ist deshalb anzurathen, die zu schützende Fläche des Gesimses mit Holzkohlentheer zu bestreichen oder, besser, mit Theer- oder Paraffin-Papier zu bekleiden, damit das Blech nicht in unmittelbare Berührung mit dem Kalk komme. Auch Zement- und Gipsmörtel schaden dem Zinkblech.

Fig. 130.

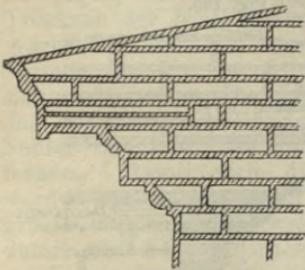


Fig. 131 a u. b.

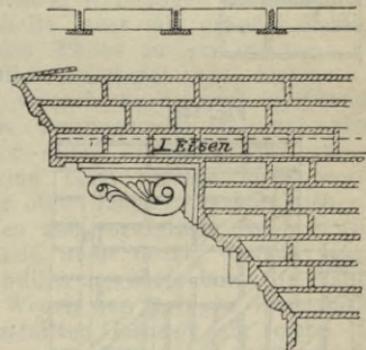
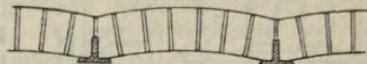


Fig. 131 c.



Vergrossert sich die Ausladung der Gesimse über 45—50 cm, so muss man zur Unterstützung durch Eisen greifen. Am einfachsten ist es, kleine \perp Eisen in Entfernungen von 26—27 cm von Mitte zu Mitte heraus zu strecken und zwischen dieselben Backsteine so einzuschieben, dass dieselben auf den wagrechten Flanschen der Eisen ein sicheres Auflager finden.

Sollten grössere Ziegelplatten zur Verfügung stehen, so vereinfacht sich die Konstruktion wesentlich, Fig. 131 a und b. Hat die Drempelwand nicht die Stärke, um den \perp Eisen eine feste Lage zu gewähren, so kann man sie in einfachster Weise, wie später bei den Hausteingesimsen gezeigt werden wird, verankern. Die Untersichten der wagrechten Flansche der \perp Eisen werden verputzt. Bei grösseren Gesimsen kann man zwischen die entsprechend weit liegenden \perp Eisen auch flache Kappen spannen, Fig. 131 c.

Sehr häufig wird die Hängeplatte nach Fig. 132 u. 133 durch Flacheisenstäbe a von etwa 7 mm Stärke und 30—36 mm Breite unterstützt, welche wieder durch derartige Stäbe b getragen werden. Die Hängeplatte ist in diesem Beispiele als Rollschicht aufgemauert. Die Träger-eisen b sind hochkantig in eine Fuge derselben eingelegt, vorn zum Tragen der Schiene a umgekröpft und mit dieser vernietet, hinten

rechtwinklig umgebogen, so dass sie 2—3 Schichten tief hinabreichen und dann abermals rechtwinklig so gekrümmt, dass das entstehende, wagrecht liegende Ende d von dem darüber liegenden Mauerwerk belastet wird. Beim Drehpunkt liegt ein kleines Flacheisenstück c, um dem Anker ein recht festes Auflager zu geben. Weil an den Ecken die Anker nicht hochkantig eingelegt werden können, ist hier ein vollständiges Gitterwerk gebildet, welches alle Steine sicher unterstützt. Von einer Verbindung der Gesimsanker mit dem Holzwerk des Daches ist abzusehen, weil:

Fig. 132.

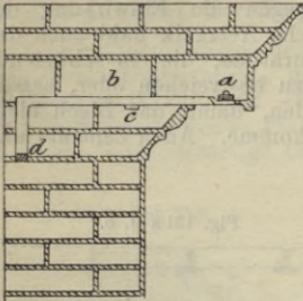


Fig. 134.

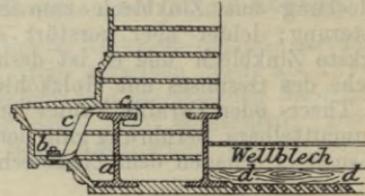


Fig. 133.

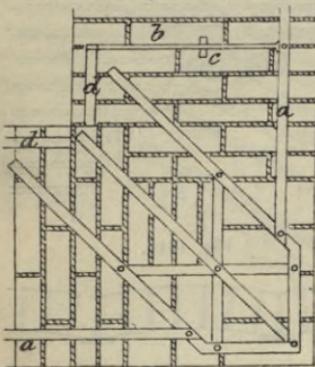
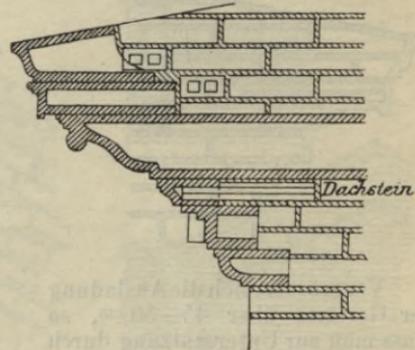


Fig. 135.



1. Balkenköpfe, besonders in der Dachbalkenlage, wo sie bei Undichtigkeit der Dacheindeckung und Unachtsamkeit oft durchnässt werden können, leicht faulen;

2. das Holzwerk stark schwindet, wodurch unberechenbare Zugspannungen in der Verankerung des Gesimses eintreten können, welche die Bildung von Rissen veranlassen würden;

3. durch Stürme, besonders während der Bauzeit, das Holzwerk des Daches, und somit durch Uebertragung mittels der Verankerung, das Gesims erheblich erschüttert werden kann, was bei der, erst geringen Erhärtung des Mörtels sehr schädlich wirken muss;

4. endlich bei einem Brande der Anker bald seinen Halt verlieren und das Gesims herabstürzen wird.

Zum Schluss sei hier noch der Befestigung der Gurtgesimse Erwähnung gethan, wie sie bei Erkervorbauten in der Höhe der diese stützenden, eisernen Träger gebräuchlich sind. Der das Unterglied bildende Stein a, Fig. 134, wird zunächst in Zementmörtel auf den unteren Flansch des Eisens aufgelegt, wo er, allenfalls mit Hinzurechnung

der Bindekraft des Mörtels, ein sicheres Auflager findet; die darüber liegenden beiden Schichten müssen jedoch auf dem Flacheisen *b* ruhen, welches seinerseits wieder durch die 3fach gebogene Schiene *c* in Abständen von etwa 50 cm unterstützt ist. Diese umfasst für gewöhnlich den oberen Flansch des äusseren Trägers nur hakenförmig, weil eine Verschraubung mit demselben schwer ausführbar wäre. Der Zwischenraum zwischen den Trägern wird durch eingeklemmte Steine ausgefüllt. Darüber erfolgt dann die Ausführung der Erkermauern. In der Figur bezeichnen *d* Holzstücke, die zur Befestigung des Putzes an der Wellblechdecke dienen.

c. Formstein-, Terrakotta-Gesimse.

Zu der Herstellung von Formsteinen oder Terrakotten gehört ausgezeichnetes Material und eine sehr sorgfältige Behandlung des Thons, welcher häufig Zusätze von alkalischen Erden, gemahlenen Thonscherben usw. erhält. Um ein Verziehen der Masse zu verhindern, ist es nothwendig, dem kastenartigen, hohlen Konstruktionstheile nach Art der Lochsteine gleiche Wandstärken von nur etwa 2,5—3 cm zu geben, auch bei grossen Stücken im Innern Stege von Thonmasse anzubringen, welche die gegenüberstehenden Wandungen absteifen. Das Trocknen der frisch geformten Bautheile muss mit grösster Vorsicht geschehen, um das Rissigwerden des Thons zu verhindern. Das Formen erfolgt in Gipsformen, die manchmal aus mehreren zusammenfügbaren Theilen bestehen, wonach noch, nach Entfernung der letzteren, ein Nachmodelliren vorzunehmen ist, um kleine Fehler und Unvollkommenheiten, vor allem die Gussnäthe, zu entfernen. Damit sich die Formsteine beim Brande nicht werfen, werden sie in der Regel nicht über 50 cm lang gemacht; auch sind grosse Vorsichtsmaassregeln zu treffen und vorzügliche Oefen nöthig, damit die Färbung nach dem Brande nicht fleckig werde. Häufig werden sie deshalb mit dünnen Thonhüllen umgeben, damit die Flamme sie nicht unmittelbar treffen kann. Wegen der geringen Wandstärken der Formsteine sind die daraus hergestellten Gesimse sehr leicht. Die Konsolen tragen hierbei Hängeplatte und Sima und greifen tief in die Mauer ein. Dadurch, dass man in Untergliedern Dachsteine einmauert, kann man eine noch grössere Ausladung oder grössere Haltbarkeit des Gesimses erzielen. Auf der Abschrägung des Sima-Steines werden längliche Löcher eingebrannt, um die Zinkblech-Abdeckung mittels Draht befestigen zu können. Zum Hintermauern der Gesimse, so weit sie über die vordere Drempekwandkante auskragen, nimmt man möglichst leichtes Material, also poröse Lochsteine usw., dagegen unmittelbar über der Drempekwand gewöhnliche Mauersteine¹⁾.

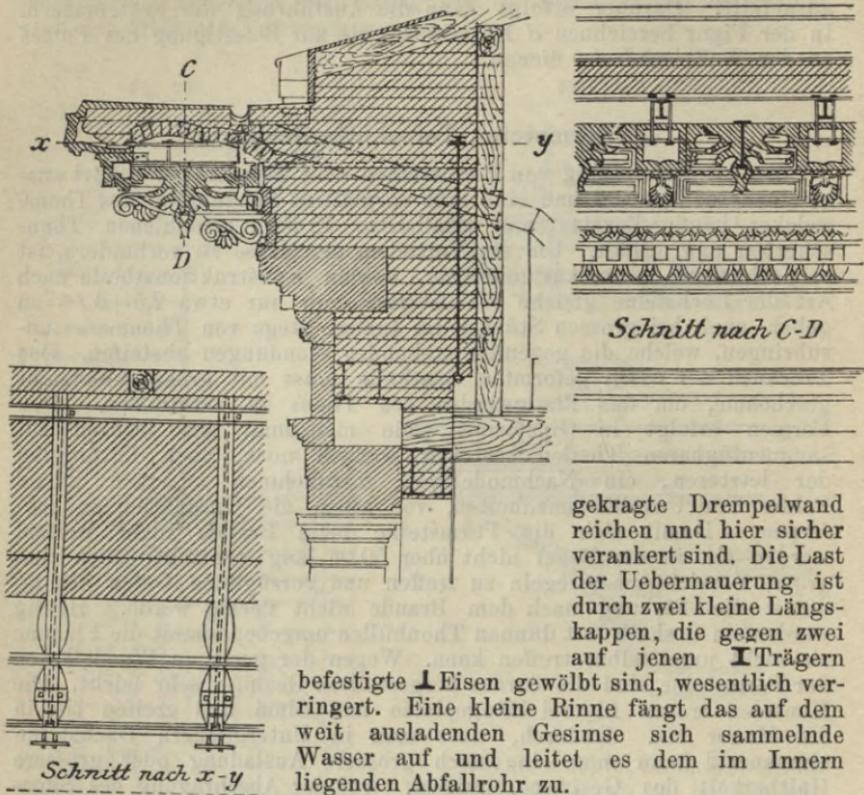
Ist die Drempekwand zu schwach, um das Ueberkippen des Gesimses zu hindern, so kann man etwas, allerdings nur wenig, dadurch erreichen, dass man die Steine nach dem Dachraum zu vorkragt, um so ein Gegengewicht zu schaffen, wie das z. B. in Fig. 135 angegeben ist. Besser hilft aber eine Verankerung der Konsolen, wie sie auch bei den Hausteingesimsen üblich ist.

In wie reicher Weise sich ein Terrakotta-Gesims ausbilden lässt, kann man aus Fig. 136a, b u. c ersehen, welche das Haupt-Gesims

¹⁾ Ueber die Tragfähigkeit und Festigkeit grösserer Formstücke in gebranntem Thon siehe eine Mittheilung über Versuche von v. Weltzin im Jahrg. 1880 der Deutschen Bauzeitg.

des Kunstgewerbe-Museums in Berlin darstellen. Allerdings ist dasselbe nur in seinem oberen Theile aus Formsteinen in gebranntem Thon, in seinem unteren dagegen in Sandstein ausgeführt. Die Konsolen tragen die reiche Kassettirung mit Mittelblume, sowie die Sima, sind aber vorn an **I**Fisen aufgehängt, welche in die hinten aus-

Fig. 136 a, b u. c.



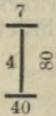
gekragte Drempe!wand reichen und hier sicher verankert sind. Die Last der Uebermauerung ist durch zwei kleine Längskappen, die gegen zwei auf jenen **I**Trägern befestigte **I**Eisen gewölbt sind, wesentlich verringert. Eine kleine Rinne fängt das auf dem weit ausladenden Gesimse sich sammelnde Wasser auf und leitet es dem im Innern liegenden Abfallrohr zu.

d) Haustein-Gesimse.

Auch die Konstruktion von Hausteingesimsen ist so lange sehr einfach, als man imstande ist, das Umkippen durch entsprechend tiefes Einbinden der Steine in die Mauern zu verhindern. Bekämen die Werkstücke dadurch aber eine zu erhebliche Grösse, würden die Gesimse infolge dessen zu kostspielig, oder reichte die Stärke der Mauer überhaupt nicht zum genügenden, gegen Umkippen sichernden Eingreifen der Steine aus, so bliebe wieder nichts übrig, als zu Verankerungen seine Zuflucht zu nehmen. Bei dem Gebäude der Technischen Hochschule in Charlottenburg, bei welchem das Hauptgesims eine Ausladung von rund 1,40 m hat, erfolgte, nach Fig. 137 die Befestigung so, dass über sämtliche Konsolen fort ein **I**Eisen gestreckt wurde, welches infolge seiner Verankerung mit der Drempe!wand eine weitere Belastung der ersteren durch Hängeplatte und Sima gestattete.

Die Berechnung geschah so, dass zuerst das Gewicht von 1 m Gesimslänge — 1710 kg — und dessen Schwerpunkt ermittelt wurde, welcher rund 51 cm nach aussen lag. Für die Hintermauerung des Gesimses war das Gewicht von 1 m Länge zu 1830 kg und der Schwerpunktsabstand von der Aussenkante der Mauer zu 37 cm festgestellt.

Es ist: $1710 \cdot 51 = 87210$ und $1830 \cdot 37 = 67710$, daher das durch die Verankerung auszugleichende Moment = 19 500; es besteht also, weil der Träger 70 cm weit von der äusseren Mauer- kante liegt, die Gleichung: $70x = 19\,500$, woraus $x = 279$ ge- funden wird.



$$W = 21,083$$

$$G = 6,5 \text{ kg für } 1 \text{ m.}$$

Wird der Träger in Abständen von je 1,80 m verankert, so ist das Biegemoment = $279 \cdot 1,8 = \text{rd. } 500$ und dar- nach: $W = \frac{500 \cdot 180}{8 \cdot 850} = 13,23$.

Fig. 137.

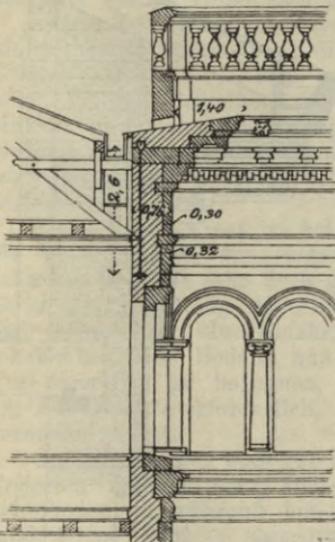
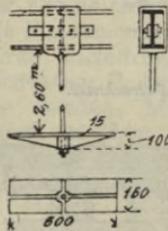


Fig. 138 a, b u. c.



1 qcm Eisen- querschnitt ist mit 850 kg in Anspruch genommen. Die Minimallänge des Ankers ergibt sich aus der Gleichung:

$$19\,500 =$$

$1\,600 \cdot 0,48 \cdot 0,54x$ zu 0,47 m, wobei 1 600 das Gewicht von 1 cbm Mauerwerk (in kg), 0,48 die Stärke

des Mauerwerks bis zur Trennungs- fuge vom Sandsteinfries und 0,54 ($= 0,30 + \frac{0,48}{2}$) der Hebelsarm von der Mitte des vom Anker getragenen Mauerkörpers bis zur äusseren Mauer- kante ist.

Für die Stärke des Ankers ist das Gewicht dieses Mauerkörpers, welcher das Gesims im Gleich- gewicht halten soll, maassgebend. Es ist aber mit Rücksicht auf Rosten ein Rundeisen von 1,8 cm Durch-

messer, mit 2,55 qcm Querschnitt genommen worden. Die Anker endigen oben in Hülsen, Fig. 138 a, b und c, welche die I Eisen umfassen. Das untere Ende der Anker, mit Gewinde versehen, wurde durch die Oese eines Gussstückes gesteckt und dann mittels einer Mutter fest angezogen, sogleich nachdem oben die Konsolen und der Träger verlegt waren. Selbstverständlich mussten zu dem Zweck Oeffnungen in der Drempe wand ausgespart werden, die man später vermauerte. Die Anker wurden 2,60 m lang ausgeführt, also ganz erheblich länger, als die Berechnung ergab, damit allen Zufälligkeiten während der Bauausführung Rechnung getragen sei. Solche Zufälligkeiten, also z. B. Stürme, welche von Innen gegen eine hohe Drempe wand drücken können, zufällige Erschütterungen und Belastungen durch Material, oder selbst durch unvorsichtige Arbeiter usw., sind fast

immer die Ursachen der — häufigen — Einstürze von Gesimsen während der Bauzeit, gegenüber solchen, die nach Fertigstellung der Gebäude vorkommen und nur sehr selten sind.

Bei kleineren Gesimsen werden statt der **I**Eisen Quadrateisen, **L**Eisen, **└**Eisen oder gar nur Flachschienen und statt der gusseisernen Ankerplatten einfache Ankersplinte angewendet; doch hat man immer darauf zu sehen, dass eine gute Anspannung der Anker durch Schrauben stattfinden kann und dass, wenn die Verschraubung oben mittels Durchlochung der **L**Eisen oder Schienen bewirkt wird, die Anker so genau nach Schablone eingemauert sind, dass ihre oberen Enden nicht etwa gebogen werden müssen, um zu den Schraubenlöchern zu passen, weil durch das Biegen das frische Mauerwerk gelockert und dadurch die Standfähigkeit des Gesimses sehr gefährdet werden könnte.

Fig. 139 a, b, c.

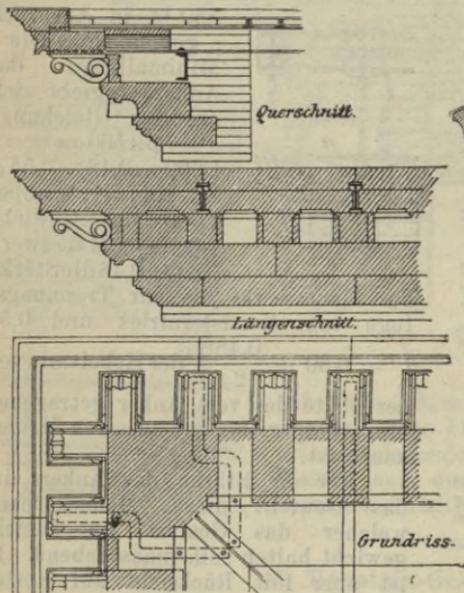
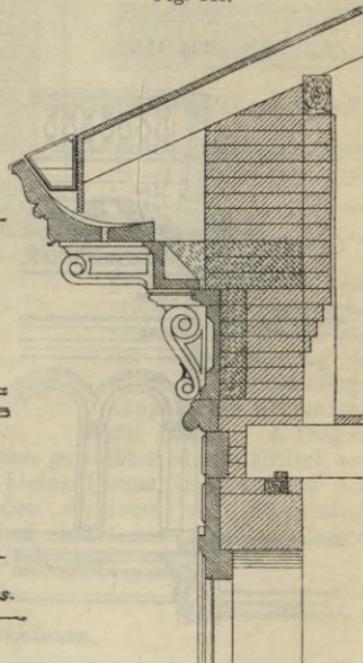


Fig. 140.



Unter Benutzung von **I**Eisen, welche als Träger der massiven, mit Holzzement eingedeckten Dächer wirken, sind die Gesimse der Reichsbank-Gebäude in Chemnitz und Leipzig mit einer Ausladung von 1,20 und 1,50 m hergestellt, Fig. 139 a, b, c. Die Hängeplatten sind vorn zwischen jene Dachträger eingeschoben und ruhen auf deren unteren Flanschen. Als Gegengewicht dienen einmal die Dachlast und dann das nach Innen überstehende Ende der Träger Unterzüge (**I**Eisen), welche auch von dem kippenden Gesimse abgehoben werden müssten.

Als Auflager für die Dachträger ist auf die Hinterkante des Zahnschnitt-Werkstückes ein **└**Eisen gelegt, welches den Druck der Dachlast, der Hängeplatte und der Sima auf jenes überträgt. Die

Konsolen sind mit ihren hinteren Enden in das □ Eisen eingeschoben und verdecken, eine um die andere, die unteren Flansche der Dachträger, welche zwischen den Hängeplatten sichtbar sind.

Fig. 140 zeigt schliesslich ein Kunstsandstein-Gesims vom Hause Köpnickstr. 8 in Berlin, dessen Glieder zum Theil nach Art der Terrakotta-Gesimse, zum Theil der Haustein-Gesimse gegossen worden sind. — Die dargestellte Rinnenanlage soll mit dieser Vorführung des Gesimses nicht zur Nachahmung empfohlen sein.

IX. Grundmauern (Fundamente.)

a. Stärke der Grundmauern.

Die Stärke der Grundmauern richtet sich nach Stärke und Höhe der Geschoss-Mauern, ferner nach der Belastung durch Decken und Dach, endlich andererseits nach der Beschaffenheit des Baugrundes.

Unter Grund- oder Fundament-Mauern sind diejenigen Mauertheile verstanden, welche unterhalb der Kellersohle eines Gebäudes liegen. Die den Keller umschliessenden Mauern heissen, auch wenn sie ihrer ganzen Höhe nach unter Erdgleiche liegen, Kellermauern.

Erste Bedingung ist, dass die Fundamentsohle so tief gelegt wird, als der Frost höchstens in die Erde einzudringen vermag, in unseren Breiten 1,0—1,25 m. Eine auf feuchtem Boden stehende Mauer wird beim Frieren desselben gehoben werden, beim Aufthauen wieder sinken, und dabei Beschädigungen erleiden. — Die im Innern der Gebäude vorhandenen Fundamentmauern können bei gutem Baugrunde, weil Frostzutritt nicht zu befürchten ist, weniger tief liegen, als die Aussenmauern.

Ausser dem Frost ist bei Bestimmung der Tiefe von Fundamenten die Beweglichkeit der Bodentheile zu berücksichtigen. Wenn ein schweres Gebäude sehr flach gegründet wird, entsteht die Gefahr, dass unter der Belastung die Bodentheilchen zur Seite gedrängt werden und ausweichen, eine Gefahr, deren Grösse von der besonderen Beschaffenheit des Bodens und dessen Feuchtigkeitszustand abhängt. Um derselben zu begegnen, ist eine gewisse Einsenkungstiefe der Fundamente erforderlich, die man nicht kleiner als etwa 30 cm anzunehmen hat.

Im allgemeinen wird guter und schlechter Baugrund unterschieden. Ersterem rechnet man Fels-, Kies- und Sandboden, auch sandigen Lehm Boden zu, während dem schlechten Baugrund Moorboden, Trieb- sand, fetter Lehm — namentlich wenn derselbe mit anderen Bodenschichten abwechselt — und Humusboden (Dammerde) zuzuzählen sind.¹⁾

Felsboden würde man entsprechend der Grösse der rückwirkenden Festigkeit, welche die betr. Gesteinsart besitzt, belasten können. Die Grenze der zulässigen Belastung ist indessen durch die Festigkeit des Mörtels gegeben; doch bleibt bei nur wenigen Gesteinen (vulkanischem Tuff, Schiefer und einigen Sandsteinen) die Festigkeit hinter derjenigen des Mörtels zurück. Im übrigen ist bei Gründungen auf Felsboden die Schichtung desselben bestimmend; liegen die Schichten stark geneigt, so ist grosse Vorsicht bei Bemessung der aufzusetzenden Last, event. grosser Abraum, d. h. eine tiefe Gründung nothwendig.

Fest gelagerten, trockenen Sand (ohne schlüpfrige Theile) kann

¹⁾ Genaueres hierüber s. u. Brennecke, der Grundbau, S. 73 u. folg.

man bei tief liegenden Fundamentsohlen mit 6—8 kg belasten, ebenso hoch auch festen Lehmboden, wenn dieser trocken liegt und Durchfeuchtung ausgeschlossen ist. Lehm- und Thonboden haben die Eigenschaft bei Wasseraufnahme zu quellen, beim Trocknen zu schwinden, können daher nur unter grosser Vorsicht schwer belastet werden.

Bei den Viadukten der Berliner Stadteisenbahn hat man eine Belastung des Sandbodens bis 4,5 kg für 1 qm angenommen mit Rücksicht darauf, dass bei den Bewegungen, welche die Pfeiler ausführen, erheblich grössere Kantenpressungen vorkommen können. Die Pfeiler der East-River-Brücke bei New-York belasten den Thonboden, in dem sie stehen, mit 7,1 kg für 1 qm. Aehnlich grosse Belastungen kommen bei Thürmen und hohen Fabrik-Schornsteinen öfter vor.

Nach polizeilicher Vorschrift kann in Berlin guter Baugrund bis zu 25 000 kg für 1 qm belastet werden.

Es kommt bei der Gründung aber, ausser auf die besondere Beschaffenheit des Baugrundes, auf die Art der Belastung an. Je weniger diese wechselt, um so höher kann sie angenommen werden, und umgekehrt. Daher wird beim Bau von Thürmen, Fabrik-Schornsteinen usw., bei denen durch die Einwirkung des Windes grössere Wechsel der Belastung hervorgerufen werden können, eine geringere Tragfähigkeit des Baugrundes, gewöhnlich nicht über 15,000 kg und nicht unter 7500 kg auf 1 qm, zu Grunde gelegt.

Die Fundamente eines Bauwerks sind so breit zu machen, dass die für die Flächeneinheit der Bausohle zulässige Belastung nicht überschritten wird. Dabei können folgende Eigengewichte der Baumaterialien — die zum Theil bei der Baupolizei in Berlin als Normen dienen — angenommen werden:

| | | |
|-------|--|--------------|
| 1 cbm | Ziegelmauerwerk | = 1600 kg |
| 1 „ | Mauerwerk von porösen Steinen | = 1300 „ |
| 1 „ | desgl. von porösen Lochsteinen | = 1100 „ |
| 1 „ | desgl. von Sandstein | = 2400 „ |
| 1 „ | desgl. von Granit, Marmor usw. | = 2700 „ |
| 1 „ | Erde und Lehm | = 1600 „ |
| 1 „ | Beton | = 2000 „ |
| 1 qm | gewöhnliche Wohnhausdecke mit der wechselnden Belastung | = 500 „ |
| 1 „ | Holzbalken - Decke mit einfachem Dielen-Fussboden, sonst wie vor | = 280 „ |
| 1 „ | Decke in Speichern | = 850—1000 „ |
| 1 „ | desgl. mit ganzem Windelboden, sonst wie vor | = 580 „ |
| 1 „ | gestreckter Windelboden mit Lehmestrich | = 430 „ |
| 1 „ | gewölbte Decke mit der wechselnden Belastung | = 750 „ |
| 1 „ | Decke unter Tanzsälen | = 750 „ |
| 1 „ | Decke in Fabrik- und Lagerräumen mit der wechselnden Belastung | = 750 „ |
| 1 „ | von porösen Lochsteinen gewölbte Decke mit der wechselnden Belastung | = 600 „ |
| 1 „ | Dachbalkenlage nebst Dachlast, Schnee- und Winddruck | = 735 „ |
| 1 „ | gewölbte Decke in Fabriken | = 1000 „ |
| 1 „ | desgl. unter Durchfahrten | = 1250 „ |
| 1 „ | gewölbter Treppen | = 1000 „ |
| 1 „ | Wellblechdecken | = 500—1000 „ |
| 1 „ | Dach in der Grundfläche gemessen, einschl. Schnee- und Winddruck | = 250 „ |

Bei diesen Angaben ist auf die Belastung durch Möbel usw. 200 kg auf 1 qm gerechnet.

Schüttungen von Körnern, Früchten, Baumaterialien usw. geben für je 1 m Höhe folgende Deckenbelastungen auf 1 qm:

| | | | |
|--|--------|----------------------------|--------|
| Hafer | 500 kg | Hirse | 850 kg |
| Gerste, Gries, Rüb- und Leinsamen | 650 „ | Heu und Stroh | 100 „ |
| Mehl und Kartoffeln . . . | 700 „ | Holz | 400 „ |
| Weizen, Roggen und Zucker | 750 „ | Braunkohlen und Koke . | 450 „ |
| Hülsenfrüchte und Salz . | 800 „ | Torf | 600 „ |
| | | Zement (lose gelagert) . . | 1200 „ |

Bei den Mauerstärken gelten unter Annahme obiger Belastungen in Berlin folgende zulässige Druckbeanspruchungen, für:

1. Kalksteinmauerwerk in Kalk-Mörtel für 1 qcm = 5 kg
2. gewöhnliches Ziegelmauerwerk desgl. = 7 „
3. Ziegelmauerwerk in Zement-Mörtel = 11 „
4. bestes Klinker-Mauerwerk = 12—14 kg
5. Mauerwerk aus porösen Steinen = 3—6 „¹⁾

Weil stets eine mehr oder minder grosse Pressbarkeit des Baugrundes vorhanden ist, muss auf das „Setzen“ des Gebäudes Rücksicht genommen werden, welches insbesondere gleichmässig, daneben möglichst gering sein soll. Wenn ein ungleiches Setzen verschiedener Theile eines Gesamtbaues zu befürchten ist, müssen die Theile ohne Zusammenhang (Verband) aufgeführt werden; oder auch, man muss den Bau des schwereren Gebäudetheils früher beginnen, als den des anderen, so dass jener dem ersteren stets um ein grösseres Stück voraus eilt.

Liegt bei dem zu erwartenden ungleichmässigen Setzen die Ursache nicht in der ungleichen Schwere verschiedener Bautheile, so kann man der zu befürchtenden Rissebildung (Trennung) dadurch vorbeugen, oder auch dieselbe möglichst mildern, dass man den Zusammenhang der Bautheile durch Einlegen von langen Bandeisen-Streifen (auch Draht) in die Mauerwerksfugen vermehrt, ohne dass man dadurch eine die Zerstörung begünstigende Starrheit der Baumasse herbei führt.

Ein anderes für den vorliegenden Fall mit gutem Erfolg angewendetes Verfahren besteht in dem Einfügen eines Rostes aus alten Eisenbahnschienen zwischen Fundament und aufgehendem Mauerwerk. Die obersten Schichten des Fundamentmauerwerks werden aus besonders guten Steinen in Zement-Mörtel hergestellt und alsdann 2 oder 3 Schienen mit verwechselten Stössen aufgelegt und gut in Stein und Mörtel eingebettet. Entweder findet an den Ecken Verlaschung statt, oder es werden die Enden der Schienen unter der weniger schweren Wand über die Schienen der anderen, anstossenden Wand fortgestreckt, ohne dass eine Verbindung zwischen denselben hergestellt wird; auch die zunächst oberhalb des Schienenrostes folgenden untersten Schichten der aufgehenden Mauern werden aus besseren Steinen in Zement-Mörtel aufgeführt. Der Schienenrost bildet gewissermaassen einen elastischen Balken von grosser Tragfähigkeit, welcher die Ungleichmässigkeiten, die in dem Gegendrucke des Bodens gegen die Fundamentsohle stattfinden, ausgleicht.

Bei sehr grosser Ungleichheit in der Tragfähigkeit des Bodens und namentlich, wenn die Fundament-Tiefe für einzelne Theile des Baues grosse Verschiedenheiten zeigt, kann es geboten sein, von der — gut

¹⁾ Ueber zulässige Belastung von Mauerwerk, vergl. Centralbl. d. Bauverwltg. 1883 und Deutsch. Illustr. Gew.-Zeitung 1884. No. 7.

begründeten — Regel der Einheitlichkeit des Fundamentes abzugehen und mehre Gründungsweisen neben einander für denselben Bau anzuwenden. Man wird dann die einzelnen Bautheile trennen, vor allem aber die Tragfähigkeit des Bodens nur sehr gering in Anspruch nehmen, weil mit der vergrößerten Inanspruchnahme die Gefahr der Entstehung von Rissen sich vergrößert. Ein bemerkenswerthes Beispiel bietet der Bau des Physiologischen Instituts in Berlin, bei welchem fünf verschiedene Gründungsweisen auf verhältnissmässig kleiner Fläche neben einander zur Anwendung gebracht sind. (Vergl. Brennecke, S. 342 ff., sowie Centralbl. d. Bauverwltg. Jahrg. 1885, No. 3.)

Um den Druck der Mauern auf den Baugrund zu ermässigen, wie auch um die Standfestigkeit eines Gebäudes zu vergrößern, werden Fundamente absatzweise verbreitert; die Absätze werden Bankette genannt.

Durch die mehr oder weniger grosse Breite und deren Wechsel lässt sich der Druck auf die Fundamentsohle möglichst vollkommen ausgleichen und innerhalb der festgesetzten Grenzen halten.

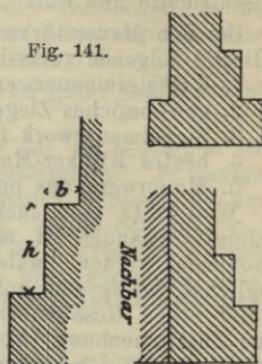
Geschähe aber die Fundamentverbreiterung zu unvermittelt, d. h. wäre, Fig. 141, $b \geq h$, so würde die Gefahr eines Bruches der Fundamentabsätze entstehen. Andererseits macht man b auch nicht kleiner als 12—15 cm. Damit sich der Druck gleichmässig über die ganze Fundamentbreite vertheilen könne, muss derselbe durch den Schwerpunkt des Fundaments gehen; dieses muss daher symmetrische Form haben. Wenn aber anderweite Kräfte hinzutreten, z. B. wo Gurtbögen mit Seitenschub die Kellermauern treffen, kann es nothwendig sein, dem Fundament eine unsymmetrische Form zu geben, Fig. 142; dies ist bei Mauern, die an Nachbargrenzen errichtet werden, an und für sich nothwendig, Fig. 143. Lässt sich die nothwendige Breite des Fundaments an einzelnen, stark belasteten Punkten des Gebäudes nicht gewinnen, ohne die Absätze über die vorher angegebenen Grenzen hinaus zu verbreitern, so bleibt nur übrig, die Gründungstiefe zu vergrößern.

Bei Ungleichartigkeit des Baugrundes kann man gezwungen sein, auflagernden, lockeren Boden zu entfernen; es wird auf diese Weise die Fundamentsohle in verschiedene Tiefenlagen kommen; hier ist aber die Nothwendigkeit ungleicher Fundamentbreiten nicht leicht vorhanden, da die Festigkeit des Bodens im allgemeinen mit der Tiefe zunimmt, indem das Gewicht der auflagernden Erdmassen eine Zusammendrückung bewirkt. Deshalb ist es vortheilhaft, die Fundamente besonders schwerer Bautheile, wie z. B. der Thürme, tiefer als die des übrigen Gebäudes zu legen; doch setzt dies gleichbleibende Bodenbeschaffenheit voraus, weil im anderen Falle die Tieferlegung ein Fehler sein könnte.

Ausser durch Fundament-Absätze kann eine Verringerung des Druckes auf den Baugrund auch durch Verbindung einzelner Fundamente durch Einlegen umgekehrter Bögen — die sogen. Erdbögen — oder umgekehrter Gewölbe, von welchen später die Rede ist, bewirkt werden.¹⁾

Fig. 142, 143.

Fig. 141.



¹⁾ Ueber die Berechnung umgekehrter Fundamentbögen, vergl. Centralbl. der Bauverwltg. 1885 und Brennecke a. a. O. S. 74.

b. Untersuchung des Baugrundes.

Nach der Beschaffenheit des Baugrundes richten sich die verschiedenen Gründungsweisen zumeist. Deshalb ist vor allem die genaue Kenntniss desselben nothwendig, welche man sich im einfachsten Falle und besonders dann, wenn die Beschaffenheit von den Baustellen der nächsten Umgebung her bereits bekannt ist, es sich also nur um eine Bestätigung derselben handelt, durch Aufgraben oder Abteufen eines Schachtes verschaffen kann. Beim Einstossen des Sondir- oder Visitireisens in den Boden, das etwa 2 bis 2,5 cm stark, 2—3 m lang, unten zugespitzt, oben, behufs Handhabung mit Bügel oder Drehhebel versehen ist, lässt sich aus dem mehr oder weniger leichten Eindringen ein Schluss auf die Dichtigkeit des Erdbodens ziehen; doch ist diese Probe immer unsicher. Sand poliert das Eisen, Thon usw. haftet daran.

Sicherheit gewähren nur Bohrungen, welche auf grosse, fast unbegrenzte Tiefen, auch unabhängig vom Grundwasser, ausführbar sind und die Beschaffenheit, Lage und Mächtigkeit der einzelnen Erdschichten genau angeben. Wegen des häufig vorkommenden, plötzlichen Wechsels der Bodenbeschaffenheit ist es nothwendig auf einer Baustelle mehre Bohrlöcher einzutreiben, es sei denn, dass dieselbe klein und der Baugrund durch die anstossenden Gebäude hinreichend genau bekannt ist. Durch solche Bohrungen ist auch der Stand des Grundwassers zu ermitteln, welcher auf die Art der zu wählenden Gründung von grösstem Einfluss ist und vielfach auch die Höhenlage der Kellersohle bestimmt, welche mindestens 30 cm über dem höchsten, bekannten Grundwasserstande (in Berlin bei bewohnbaren Räumen 40 cm) anzuordnen ist. Selten aber werden einzelne Beobachtungen über den „höchsten“ Stand des Grundwassers sichere Auskunft geben.

Im allgemeinen ist es Regel, anzunehmen, dass eine Schicht guter Baugrund von 3—4 m Mächtigkeit genügt, um ein Gebäude von drei Geschossen mit gewöhnlicher Belastung darauf zu errichten, selbst wenn darunter eine lockerere Erdart angetroffen würde. Die Ansicht, dass ein Haus unter allen Umständen desto fester stehe, je tiefer es gegründet ist, ist irrhümlich, weil durch zu tiefes Fundiren eine tragbare Schicht durchbrochen werden kann.

Zum Bohren bedient man sich der verschiedenen Bohrer, von gutem Schmiedeisen mit ver Stahltem Ende gefertigt, die mit festem Gestänge theils gedreht, theils gestossen werden. Die Bohrlöcher werden zur Grunduntersuchung 10—15 cm weit und höchstens bis 20 m Tiefe ausgeführt.

Bei allen erdigen, thonigen, lehmigen, sandigen und moorigen, allenfalls auch kiesigen, jedoch nicht steinigen Bodenarten wird der Ventilbohrer benutzt, Fig. 144. Derselbe besteht aus einem an beiden Enden offenen Rohr von 10—13 cm Durchmesser und 50—80 cm Länge, welches am oberen Ende mittels Gelenk mit dem Gestänge verbunden, am unteren mit einem Klappenventil versehen ist, durch welches der Boden beim Auffallen des Zylinders eindringt. Das Ventil wird durch die Schwere des eingedrungenen Bodens geschlossen und man kann an dem ausgehobenen Erdreich, dessen Tiefenlage an dem Gestänge zu messen ist, die Zusammensetzung des Bodens in den verschiedenen Tiefen erkennen. Von etwa 50 zu 50 cm Tiefe werden die einzelnen Proben des Erdreichs sorgfältig gesammelt und aufbewahrt.

Beim Bohren selbst wird folgendermassen verfahren: Ueber dem Punkte, wo die Bohrung ausgeführt werden soll, wird ein drei-



Fig. 144.

beiniger Bock, bestehend aus drei langen, runden Rüststangen mit spitzen, eisernen Füßen, aufgestellt, an deren Verbindungspunkt oben, welcher mittels eines eisernen Bolzens zusammengehalten wird, ein mit Nuth versehenes eisernes Rad von etwa 50 cm Durchmesser hängt, über welches ein starkes Tau fortgeführt ist. Letzteres ist unten um eine hölzerne Welle geschlungen, welche in einfachster Weise mittels zweier eiserner Ueberwürfe an zwei Stangen des Bockes befestigt ist, Fig. 145. Am anderen Ende des Taus hängt der Bohrer mit seinem eisernen Gestänge. Jeder Theil des letzteren ist 4 bis 5 m lang. Die Zusammensetzung zeigt Fig. 146. Das Tau hat einmal den Zweck, mittels der Welle den schweren Bohrer herauszuheben, dann aber auch mittels daran

Fig. 145.

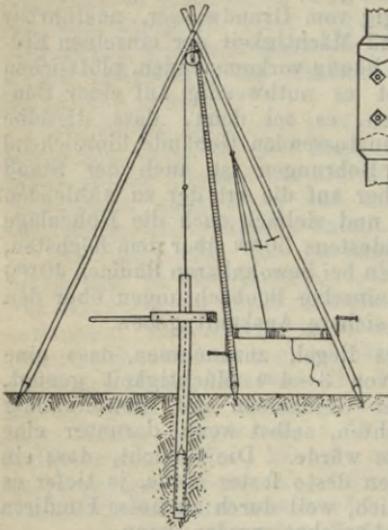


Fig. 146.

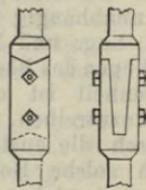


Fig. 147.

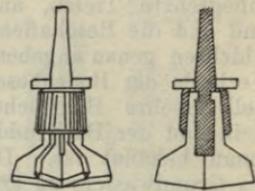


Fig. 148.

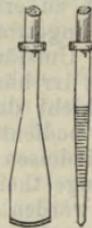
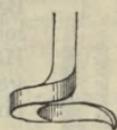


Fig. 149.



Fig. 150.



befestigter, dünner Taue das Bohren selbst, also das Anheben und Fallenlassen des Bohrers auszuführen. Dieses geschieht in einem dünnwandigen, schmiedeisernen Futterrohr von 13—15 cm

Durchmesser, dessen einzelne Theile Längen von etwa 5—6 m haben und mittels Verschraubung aneinandergesetzt werden. Dasselbe wird der allmählichen Vertiefung des Bohrloches gewöhnlich folgen. Ist das nicht der Fall, so muss man es mittels eines, an einer hölzernen Klemme befestigten Hebelarmes zur Verminderung der Reibung vor- und rückwärts drehen; auch kann man, soweit das möglich ist, die Wangen der Klemme mit Roh-eisenstücken belasten. Einrammen ist ausgeschlossen, weil das dünnwandige Rohr dadurch beschädigt werden würde; doch kann man behufs Vermehrung der Reibung mehre Klemmen unter einander anbringen. Wird das Bohrloch tiefer, als die Höhe des

Bockes beträgt, so muss beim jedesmaligen Herausziehen und Entleeren des Bohrers das Gestänge auseinandergenommen werden. Trifft man auf ein Hinderniss, einen Baumstamm oder Stein, welcher durch die Ventilöffnung nicht hindurch geht, so muss dasselbe entweder durch Zerstören beseitigt oder, wenn das nicht durchführbar ist, das Bohrloch verlassen werden, um ein neues in der Nähe herzustellen. Zum Zerstören dient der Kronen-, Fig. 147, Meissel-, Fig. 148, oder Spitzbohrer, Fig. 149, zum Herausziehen kleinerer Steine der Steinzieher, Fig. 150. Nach Fertigstellung des Bohrloches, also nachdem man sich über die Erdschichten in den verschiedenen Tiefen genügend unterrichtet hat, werden die eisernen Röhren mittels Ketten und Hebebäumen, auch mit Zuhilfenahme des Taus und der Welle oder starker Wagenwinden

herausgezogen. Für zähen, besonders auch mit Wurzelwerk durchwachsenen Boden gebraucht man den Zylinder- und Löffelbohrer, Fig. 151 u. 152, oder den Schraubbohrer, Fig. 153, verbessert „Bohlken'scher Patentbohrer“ genannt, welche alle mit festem Gestänge gedreht werden müssen. Sie lassen sich 1 bis 2 m tief in den festen Sand einbohren, dienen oft zum Eröffnen eines tieferen Bohrloches und zur Herstellung der

Fig. 151.



Fig. 152.



Fig. 153.



Grube zum Einsetzen von Gerüstpfählen usw.

Die Untersuchung der Festigkeit des Baugrundes durch Einschlagen von Probepfählen wird gewöhnlich der Nähe von Gebäuden wegen, welche durch die Erschütterung beim Rammen leiden würden, nicht zugänglich sein. Sie wird nur dann ausgeführt, wenn man Gründung mittels Pfahlrostes beabsichtigt.

c. Ausheben der Baugrube und Absteifen der Baugrubenwände.

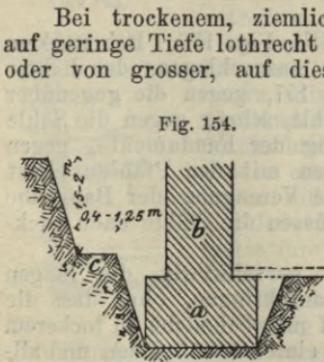


Fig. 154.

Bei trockenem, ziemlich festem Boden stehen die Grubenwände auf geringe Tiefe lothrecht und werden höchstens vom Regenwetter oder von grosser, auf dieselben gehäufter Erdlast gefährdet. Bei grösserer Tiefe und bei lockerem Boden müssen dieselben aber mit Böschung angelegt werden. Wenn die Fundamentgräben tiefer als 1,5—2,0 m sind, so unterbricht man die Böschungen durch Absätze, Bankette, von mindestens 0,40 m Breite, welche sowohl herabfallende Erdtheile aufhalten, als auch dazu dienen sollen, den Erdboden ohne Anwendung von Gerüsten aus der Baugrube heraus zu schaffen und später die Baumaterialien zu lagern, Fig. 154.

Die Seitenwände von Baugruben, welche in der Nähe von Gebäuden auszuheben sind, müssen, weil der Raum fehlt, mit steilen Wänden ausgeführt und abgesteift werden. Man unterscheidet Verschalungen mit wagrechten Brettern oder Bohlen und senkrecht

stehenden Pfählen von solchen mit senkrecht stehenden Bohlen und wagrechten Gurthölzern. Eine gute Absteifung soll folgende Bedingungen erfüllen:

1. muss sie fest genug sein, um den in der Baugrube und in nächster Nähe derselben arbeitenden Personen Sicherheit zu gewähren;
2. soll sie möglichst wenig Holz erfordern, nicht sowohl der Kostenersparniss als der Verengung der Baugrube wegen;
3. soll dieses Holz möglichst wenig verschnitten oder bearbeitet werden, um es später noch anderweitig gebrauchen zu können;
4. sollen die Schalstücke klein genug sein, um möglichst mit der Hand eingesetzt werden zu können;
5. sollen sich die Hölzer leicht wieder entfernen lassen, ohne dass die der Stützung beraubten Wände sogleich nachstürzen;
6. soll die Verschiedenheit der erforderlichen Holzsorten möglichst gering sein.

a) Zur wagrechten Absteifung genügen im einfachsten Falle zwei Bretter, welche mittels einer Rundholzspreitze, die durch Holzkeile in Spannung gebracht wird, angedrückt werden, Fig. 155. Bei grösseren Baugruben werden in Entfernungen von 1,25—2 m Pfähle von 12—15 cm Seite (oder Durchm.) eingeschlagen und dahinter die Schalbretter oder Bohlen, 4—6 cm stark, gebracht, so dass die Stösse immer auf einen Pfahl treffen, oder, besser noch, dass die Bretter an dieser Stelle sich etwas übergreifen. Der zwischen Böschung und

Fig. 155.

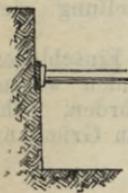


Fig. 156.

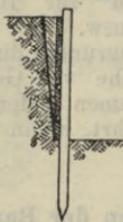


Fig. 157.

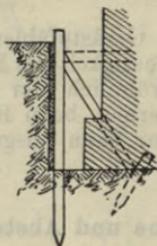
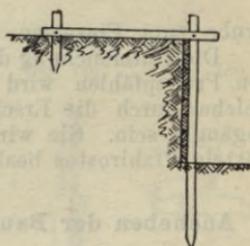


Fig. 158.



Brettern verbleibende Raum wird hinterfüllt, Fig. 156. Bei starkem Seitendruck sind die Pfähle entweder tiefer einzuschlagen, oder dichter und auch geneigt zu stellen, oder, Fig. 157, gegen die gegenüber liegende Wand abzusteifen, wenn solche fehlt, schräg gegen die Sohle der Baugrube und später, bei Hochführung der Fundamente, gegen die Absätze derselben. Die Streben werden mit den Pfählen meist nur durch Nagelung verbunden. Ist eine Verengung der Baugrube durch die Steifhölzer nicht zulässig, so müssen die Pfähle nach rückwärts verankert werden, Fig. 158.

Bei engen und tiefen Baugruben ist es schwierig, die langen Pfähle einzutreiben und die Verschalung anzubringen, ohne dass die Böschung einstürzt. In solchem Falle wird man bei nicht zu lockerem Erdreich, nach Fig. 159, die Absteifung in einzelnen Absätzen und allmählich mit dem Fortschreiten der Schachtarbeiten ausführen und sie in grösserer Tiefe, der Vermehrung des Erddruckes entsprechend, verstärken. Es gelingt nicht immer, die Verschalung glatt und im Zusammenhang von Geländehöhe bis zur Grubensohle hinab unter Zuhilfenahme von kurzen Stücken senkrechter Hölzer herzustellen,

Fig. 160a, und es möglich zu machen, letztere schliesslich zu entfernen, um dafür andere Hölzer von einer der Baugrubentiefe entsprechenden Länge einzusetzen, Fig. 160b. — Das Ausrüsten der Baugrube ist erleichtert, wenn die senkrechten Hölzer in kurzen Stücken verwendet sind, Fig. 160b.

Kommt man mit der Baugrubensohle in das Grundwasser, so kann die wagrechte Absteifung nur bis zu dessen Spiegel hinab geführt werden; weiterhin müssen senkrechte, und, wenn hervorquellender Sand abzuhalten ist, sich gegenseitig überdeckende, event. gespundete Bohlen eingetrieben werden; auch sind Zangen oder Gurthölzer und Steifen oder Spreitzen, Fig. 161, zu Hilfe zu nehmen.

b) Senkrechte Absteifung wird besonders bei engen Baugruben angewendet. Die Bohlen von 4—8 cm Stärke und 2—2,5 m Länge werden mindestens oben und unten, bei grossen Längen auch

Fig. 159.

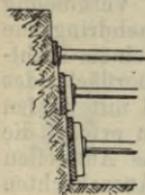


Fig. 160 a u. b.

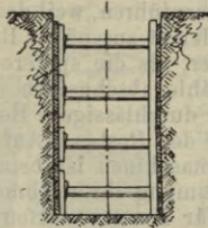


Fig. 161.

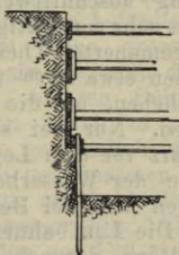
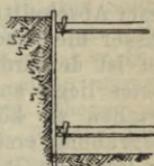


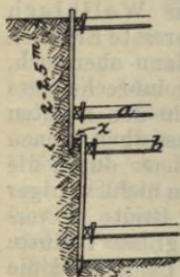
Fig. 162.



in der Mitte durch Gurthölzer mit Spreitzen gestützt. Die Gurthölzer werden 12—15 cm stark genommen, die Spreitzen aus Rundholz 10—15 cm stark, Fig. 162.

Die oberen Enden der Bohlen werden mit Bandeisen beschlagen, um sie gegen das Aufsplittern beim Eintreiben mit Hämmern zu schützen. Bei tiefen Baugruben müssen der Tiefe nach mehrere derartige Absteifungen über einander angeordnet werden; es ist dann die Weite der Grube entsprechend grösser zu machen, oder es sind die Bohlen schräg einzutreiben, um die Grubensohle nicht zu stark zu verengen, Fig. 163. Das in Fig. 163 angegebene Kreuzholz *x* ist nur bei weichem Boden und dann nothwendig, wenn der Zwischenraum zwischen den Spreitzen *a* und *b* ziemlich gross ist. — Die Baugrube durchschneidende Rohrleitungen werden mittels Ketten oder Taue an quer über die Baugrube gelegten Hölzern aufgehängt. —

Fig. 163.



Jede der beiden beschriebenen Absteifungsarten bietet ihre besonderen Vortheile. Diese sind für die wagrechte Absteifung folgende:

Man ist in den Längenabmessungen der Hölzer nur wenig beschränkt und die Bohlen leiden nicht durch Einrammen. Man kann in einfacher Weise die Absteifung, dem grösseren Erddruck entsprechend, nach unten verstärken. Die wagrechte Absteifung ist billiger bei flachen und lang gestreckten Baugruben und — unter gewöhnlichen Verhältnissen — auch leichter bei Baugruben anwendbar, in denen nicht zwei Wände mit geringem Abstand einander gegenüber liegen.

Die lothrechte Absteifung lässt sich bei tiefen Baugruben leicht nach unten fortsetzen; sie verengt in der Tiefe, infolge der geringeren Zahl und bequemer Anbringung der Steifen, welche sich auch leicht auswechseln lassen, die Baugrube weniger. Man kann jede senkrechte Bohle für sich durch Keile an das Erdreich andrücken und es lassen sich die Bohlen nach Beendigung der Arbeit leicht herausziehen; nur selten geht eine Bohle verloren. Endlich ist starker Wasserzudrang weniger störend, als bei wagrechter Absteifung und deshalb bei nassem und lockerem Boden, besonders auch bei kurzen Baugruben die lothrechte Absteifung stets im Vorzuge.¹⁾

Es ist nur möglich, den Erdboden bis 30 cm unter dem Wasserspiegel auf gewöhnliche Weise auszuheben. Bei mehr Tiefe muss das Wasser mit Handeimern, Wurfschaufeln, Paternosterwerken, Wasserschnecken oder Pumpen, und zwar durch Menschen- oder Dampfkraft entfernt werden; oder es ist der Erdboden unter Wasser auszubaggern (s. Brennecke, Grundbau S. 45). Um beim Wasserschöpfen zu sparen, ist es gut, die Fundamentgruben in Abschnitte zu theilen und dem entsprechend auch die Gründung abschnittsweise vorzunehmen. Die Verbindung dieser Abschnitte ist sehr sorgfältig auszuführen, weil das nachdringende Wasser die frisch gemauerten Theile leicht ausspült. Bei einem Pfahlrost ist der Erdboden etwa 60 cm tiefer, als die spätere Oberfläche des Rostes liegt, auszuheben, um die Pfähle abschneiden und mit Zapfen versehen zu können. Nur bei sehr durchlässigem Boden erfolgt die Ausgrabung erst kurz vor dem Legen des Rostes. Auf das Aufstellen der Rammen, sowie der Wasserhebemaschinen ist beim Ausschachten der Fundamentgräben und bei Bestimmung ihrer Abmessungen Rücksicht zu nehmen. Die Laufbahnen für Karren dürfen höchstens die Steigung 1:6 erhalten; darnach sind die Böschungen für sie einzuschneiden.

Ist ein Gebäude unmittelbar am Wasser zu erbauen, so muss die Baugrube gegen das von jenem aus andringende Wasser geschützt werden. Das kann sowohl durch blosse Erddämme geschehen, welche gewöhnlich aus dem stehen gebliebenen, gewachsenen Boden mit einer Grundfläche, deren Breite gleich der vierfachen Wasserhöhe ist, gebildet werden, als auch durch Spundwände, oder Fangedämme.

d. Spundwände.

Spundwände, welche neuerdings zuweilen auch aus Wellblech hergestellt werden, dienen einmal dazu, das zusammengepresste Erdreich eines Bauplatzes am seitlichen Ausweichen zu hindern, dann aber auch, umgekehrt, um eine Baustelle gegen das seitliche Hereinbrechen des umgebenden Erdreichs oder den Zudrang des Wassers, in den meisten Fällen gegen Beides zugleich, zu schützen. Beim Wasserbau dienen dieselben auch zur Sicherung gegen Ausspülen des Bodens durch die Strömung. Zu den hölzernen Spundwänden sind Bohlen von nicht weniger als 10 cm Stärke und nicht unter 25 cm und über 35 cm Breite zu verwenden, weil sonst einerseits zu viele Fugen, andererseits grosse Verluste durch Aufspalten entstehen würden. Bei mehr als 2 m Länge sind die Bohlen für 1 m Mehrlänge 1 bis 2 cm stärker, als oben angegeben, zu nehmen.

Trockenes Holz eignet sich nicht zur Verarbeitung. Dasselbe quillt zu sehr, erschwert das Rammen und es kann auch durch das Er-

¹⁾ Ueber das Beseitigen von Hindernissen in Baugruben s. Brennecke a. a. O. S. 27, über die Trockenlegung der Baugruben ebendasselbst S. 45 und 98, über den Schutz der Baugruben am und im Wasser S. 86, über Baggerapparate ebendas S. 35.

weitem der Feder die Nuth auseinanderspalteln. Von allen Spundungsarten ist die quadratische, gleich $\frac{1}{3}$ der Holzstärke, die beste. Zu stärkeren Spundwänden werden Pfähle aus vollem Holze geschlagen. Solche Wände heissen dann Pfahlwände und sind manchmal gänzlich ohne Spundung. Letztere ist sehr genau mit dem Spundhobel auszuführen, nachdem mit der Axt vorgearbeitet ist. Sämmtliche Bohlen sind unten mit symmetrischer Schneide, die zwei bis drei mal so lang als die Dicke der Bohlen und etwas abgestumpft ist, zu versehen. Es ist genau darauf zu achten, dass diese meisselartigen Schneiden eine gerade Linie bilden, weil sonst die Bohlen beim Rammen ausweichen würden. Deshalb werden 20 bis 30 Bohlen neben einander gelegt und unten in der Mitte mit einem Schnurschlag versehen, welcher die Schneide angiebt. Künstliche Formen der Schneiden und Spundung sind wegen der leichten Beschädigung beim Rammen zu vermeiden. Allenfalls kann die

Schneide bei weichem Boden an einer schmalen Seite etwas abgeschrägt sein, Fig. 164, was das Aneinandertreiben der Bohlen befördert. Eiserne Schuhe haben keine grosse Wirkung. Will man sie anwenden dann ist es vortheilhaft, mehren Bohlen einen gemeinsamen Schuh zu geben, ebenso wie man gewöhnlich zwei Köpfe durch einen gemeinsamen eisernen Ring vereinigt, um beide Bohlen zugleich einzurammen, Fig. 165. Diese Pfahlringe werden aus 3 cm starkem, 7 cm breitem Bandeisen gefertigt und am besten heiss aufgezogen. Alle Bohlen sind

an beiden Enden mit eingebranntem Stempel und mit Nummern zu versehen, um das Kürzen derselben durch die Arbeiter bei Akkordarbeit zu verhindern. An die Ecken kommen stärkere, nur genuthete Pfähle, manchmal auch in bestimmten Abständen in die Wände selbst, um dieselben zu kräftigen, Fig. 166.

Das Einrammen geschieht bei kurzen Bohlen mittels Handrammen, sonst mit Zug-, Kunst- oder Dampf-rammen. Bei der Zugramme ziehen die Arbeiter am hinteren Ende des Rammtaues mittels angebundener Seile stossweise mit einer Hubhöhe von 1,25–1,50 m. Je 25–30 Züge hinter einander bilden eine „Hitze“. Bei der Kunst-ramme wird beliebig hoch gehoben, 2–8 m, indem das Rammtau mittels Kürbel auf eine Trommel gewickelt wird, wobei sich der Bär vom Tau löst und frei fällt. Deshalb sind weniger Arbeiter (4–5) nöthig, als bei der Zugramme (18–30), aber der Bär fällt weniger oft. Gewicht des Bären bei der Zugramme 300–500 kg, bei der Kunst-ramme 600–800 kg. Die Dampf-ramme giebt entweder wenig Schläge, 3–10 in der Minute bei einem Gewicht des Bären von 700–1000 kg und einer Fallhöhe von 2–6 m, oder 75–100 Schläge in der Minute mit 2500 kg schwerem Bär, bei einer Fallhöhe von 0,80 bis 1,0 m. (Weiteres hierzu siehe in Brennecke, an a. O. der Grundbau, S. 2 ff.)

Fig. 164.

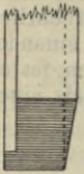


Fig. 165.

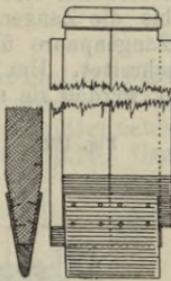
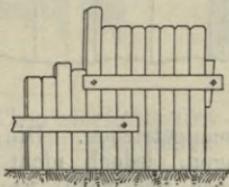


Fig. 166.



Fig. 167.



Schwache Hölzer werden von schweren Rammhären leicht zerschlagen und man muss deshalb, besonders anfangs, bei Spundwänden einen leichten Bär und geringe Hubhöhe anwenden. Zunächst ist eine „Probehitze“ zu schlagen, um das Maass des Eindringens der Pfähle beurtheilen zu können und erst hiernach kann man mit den Rammern Akkord abschliessen. Hierbei ist aber nicht die Zahl der Hitzten, sondern das vollständige Einschlagen der Pfähle bis zur nöthigen Tiefe als Einheit anzunehmen. Wie weit die Pfähle in den gewachsenen Boden eindringen müssen, hängt gewöhnlich von dem Seitendruck ab, dem sie nach dem Ausbaggern der Baugrube Widerstand leisten sollen. Auch ist der Boden vor dem Einrammen so tief als möglich auszugraben und mit dem Eisen zu untersuchen, ob in der Tiefe sich etwa Hindernisse, Baumstämme, Steine usw. vorfinden, die dann zuerst zu entfernen sind. 20 bis 30 Pfähle werden auf einmal gesetzt und, damit sie in ihrer Lage und Reihe bleiben, mit Zangen aus starken Bohlen oder Balkenholz zusammengehalten. Dieselben werden an beiden Enden mit einander und durch einen Pfahl hindurch verbolzt. Letzterer muss natürlich beim Einrammen zurückbleiben bis die Zangen entbehrlich sind. Es werden so nach Fig. 167 mehr Zangenpaare über einander angebracht, je nachdem das Rammen vorschreitet. Um einen festen Anschluss der Pfähle aneinander zu bewirken, werden sie mittels eines

Fig. 168.

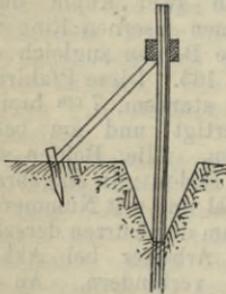
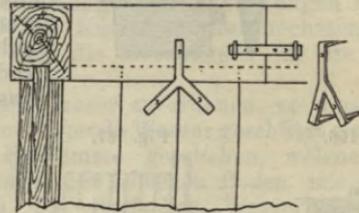


Fig. 169.



Keils am letzten Zangenpaare zusammengetrieben. Die Pfähle sind nunmehr [nach der Reihe einzuschlagen, jedoch nicht auf einmal bis zur vollen Tiefe, sondern nur nach und nach, wie sie gerade ziehen. Setzt man die Pfähle einer ganzen Wand zugleich ein, so ist es gut, das Einrammen von den beiden Enden gegen den mittleren Spundpfahl hin auszuführen, damit dieser als Schlusskeil wirkt. Die Ramme muss deshalb öfters versetzt werden oder, besser, man verwendet zwei zugleich. Den mittelsten Pfahl keilförmig zu machen, hat keinen grossen Zweck; im Gegentheil kann das schädlich sein, die Spundwand her austreiben und eine undichte Stelle verursachen. Gegen dieses seitliche Ausbiegen müssen die Spundwände beim Rammen durch Stützen gegen die Zangen, Fig. 168, gesichert werden.

Nachdem die Spundwand ingerammt ist, versieht man dieselbe mit einem Holm, der an der Unterfläche eine Nuth enthält, in welche die Pfähle mit Zapfen eingreifen. Die stumpfen Stösse des Holms werden durch Eisenschienen verbunden, auch wird der Holm mit Klammern, Fig. 169, gegen Abheben durch das Wasser an den Pfählen befestigt.

Ganz dicht sind hölzerne Spundwände nie zu bekommen und deshalb müssen dieselben während des Auspumpens der Baugrube gedichtet werden, was am besten durch Kalfatern, also durch Ausfüllen

der Fugen mit getheertem Hanf geschieht. Einen gewissen Schutz gegen Wasserdurchtritt kann man auch durch Benageln mit Segeltuch erzielen, wenn dieses mit einer Mischung aus Holztheer und Pech getränkt wird.

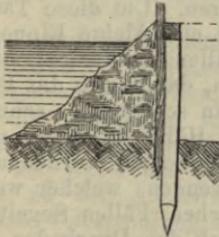
Eiserne Spundpfähle kommen beim Hochbau kaum vor, doch verwendet man für nicht tiefe Spundwände, welche nur vorübergehendem Zwecke dienen sollen, Wellblech, welches sich zumeist leicht in den Boden eintreiben lässt, sehr dicht hält und sich leicht wieder entfernen lässt. Am besten eignen sich Spundwände aus Wellblech für Gründungen einzelner Pfeiler; man setzt dieselben daher zu einem an allen Seiten geschlossenen Kasten zusammen, der in dem Maasse tiefer eingesenkt wird, als der Boden im Kasten ausgehoben ist. Das Rammen eines solchen Kastens würde sich verbieten.

Hat man ausserhalb der Spundwände stehendes oder gar fließendes Wasser, so reichen Spundwände allein nicht aus; man muss dann Fangedämme herstellen.

e. Fangedämme.

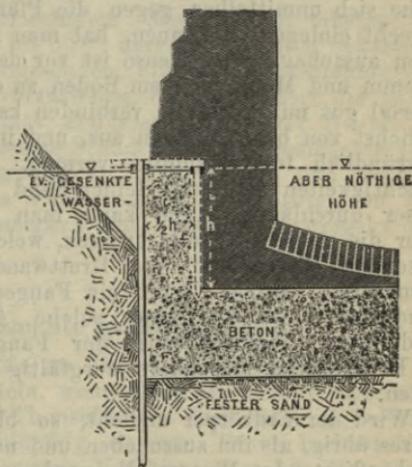
Für ganz niedrige Fangedämme genügt es, gegen eingerammte, mit einem Holm versehene Pfähle eine sogen. gestülpte Bretterwand zu legen, deren einzelne Bretter unten zuzuschärfen und etwas in den Erdboden einzutreiben sind, Fig. 170. Gegen dieselbe wird dann, mit etwas feinem Sande,

Fig. 170.



gemischter Thon oder Lehm, frei von Wurzeln, Pflanzentheilen usw., geworfen und möglichst fest gestampft. Reinen Thon zu verwenden, empfiehlt sich nicht, weil darin leicht, selbst nach dem Einstampfen, hohle Stellen verbleiben. Zu gleichem Zwecke kann man selbstverständlich eine Spundwand benutzen.

Fig. 171.



Bei tieferem Wasser ist der eigentliche Fangedamm, oder Kasten-fangedamm anzuwenden, dessen Breite gewöhnlich gleich der Höhe angenommen wird, wenn letztere nicht über 2,5 m beträgt; bei grösserer Höhe = $1,25 \text{ m} + \frac{1}{2} h$. Schwächere Fangedämme müssen abgesteift und durch sehr sorgfältiges Schütten mit gutem Material gedichtet werden. Hierzu kann in besonders schwierigen Fällen, wenn ein Durchspülen zu befürchten ist, fetter Kuddünger verwendet werden oder bei sehr schwachen Fangedämmen Beton, der mit als Fundament benutzt werden kann, sobald die Spundwand aussen liegt, Fig. 171. Für gewöhnlich liegt dieselbe aber innen, während man die äussere Wand aus wagrechten Brettern oder ganzen Tafeln

zwischen 1,25—1,50 m von einander entfernten Pfählen herstellt. Letztere erhalten einen Holm, welcher mit dem der Spundwand in Abständen von 1,50—2,0 m fest verbunden wird. Der Holm liegt, nach Fig. 172, am besten auf seitlich an den Pfählen befestigten Knaggen und ist nicht etwa, wie bei den Spundwänden, aufzuzapfen. Das Weglassen der Holme, welche das Ausweichen einzelner Pfähle verhindern sollen, ist nicht anzurathen. Die Bretter dieser äusseren Wände werden entweder senkrecht und gestülpt etwas in den Boden eingetrieben und lehnen sich gegen ein Rahmwerk von starken Bohlen, Fig. 173, oder es werden, nach Fig. 174, ganze Tafeln von 4—6,5 m Länge gebildet,

Fig. 172.

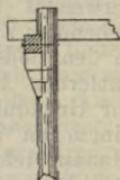


Fig. 173.

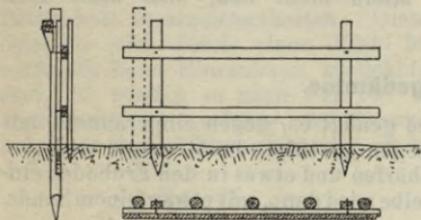
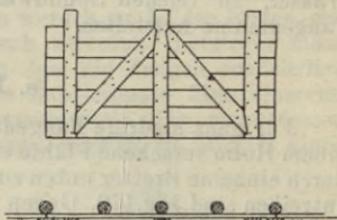


Fig. 174.



welche sich unmittelbar gegen die Pfähle stützen. Um diese Tafeln wagrecht einlegen zu können, hat man zunächst eine kleine Rinne im Boden auszubaggern. Ebenso ist vor dem Ausfüllen des Fangedammes Schlamm und Moor von dem Boden zu entfernen, damit sich das Füllmaterial gut mit letzterem verbinden kann. Man schüttet es schnell, möglichst von beiden Enden aus, und in ganzer Höhe ein, damit man es gründlich festzustampfen vermag. Zum Verstopfen vorhandener Undichtigkeiten ist recht feiner Sand zu verwenden, welcher wenig Wasser durchlässt. Auch kann man in manchen Fällen Segeltuch hinter die undichte Stelle bringen, welches durch den Druck des einfließenden Wassers an die Brettwand gepresst wird, und darauf Füllmaterial werfen. Trifft ein Fangedamm gegen Mauerwerk oder Spundwände, so ist eine solche Anschlussstelle immer schwer zu dichten. Deshalb muss der Fangedamm dort verbreitert und das Füllmaterial besonders sorgfältig ausgewählt und geschüttet werden.

Wird der Erdkörper undicht, so bleibt schliesslich selten etwas anderes übrig, als ihn auszuheben und neues Füllmaterial einzubringen. Wäscht fließendes Wasser die vordere Wand aus, so muss man, wie erwähnt, Segeltuch verwenden oder Sandsäcke und Steine an der gefährdeten Stelle versenken.

Bei grossem Wasserdruck sind die Fangedämme, nach Fig. 175 (und 157), gut abzustützen, schliesslich gegen die Fundamente des aufzuführenden Bauwerkes, etwa in Abständen von 2 m. Wird die Spundwand sehr hoch, und würden deshalb die Pfähle bei ihrer grossen Länge ausbauchen, so legt man, nach Fig. 176, einen doppelten Fangedamm an. Uebrigens werden oft auch beide Wände eines Fangedammes von Spundwänden gebildet, von denen die äussere durch Abschneiden oder Ausziehen der Bohlen schliesslich entfernt wird, während die innere, wenn Unterspülung der Gebäudefundamente zu befürchten ist, stehen bleibt. Auch kann man manchmal, wie

Fig. 177 zeigt, zwei Spundwände mit verschiedenen Wasserständen benutzen.

Bei Felsboden ist die Anlage von Fangedämmen sehr schwierig; dann müssen Löcher gebohrt und eiserne Pfähle eingesetzt, ferner senkrechte Bohlen so lange aufgerammt werden, bis sich deren

Fig. 175.

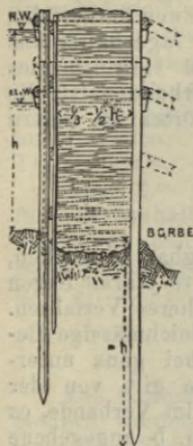


Fig. 176.

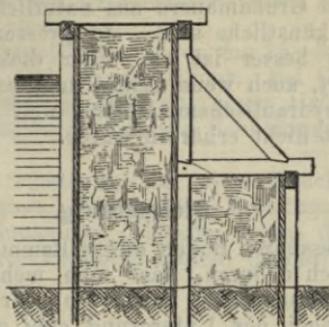
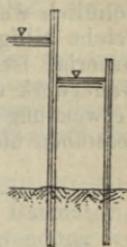


Fig. 177.



untere Kanten dem Felsen durch Umlegen der Holzfasern angestempelt haben. Alles ist sehr sorgfältig abzustreifen.

Bei wechselndem Wasserstande müssen die Fangedämme noch mindestens 30 bis 50 cm über den höchsten bekannten hervorragen. Ist jedoch bei reissenden Flüssen das Durchbrechen derselben zu befürchten, so ist vorzuziehen, bei Hochwasser die ganze Baugrube vorsichtig mittels eines Schützes usw. unter Wasser zu setzen, weil der dadurch erwachsende Schaden ein viel geringerer sein wird, als wenn das Wasser durchbricht. Sorgfältiges und häufiges Peilen an der Aussenwand des Fangedammes ist nöthig, um beginnende Unterspülung sofort bemerken und Vorsichtsmaassregeln dagegen treffen zu können.

f. Schutz der Fundamente gegen Abgleiten.

Terrassenmauern und Gebäude, an Abhängen errichtet, können in ihrer Standsicherheit gefährdet sein, wenn der sonst sichere Baugrund mit geneigt liegenden Lehm- und Thonschichten durchsetzt ist, welche im Frühjahr durchnässt und schlüpfrig werden. Durch Bodenuntersuchungen muss man sich über derartige Verhältnisse rechtzeitig unterrichten. Gewöhnlich nimmt man an, dass bei Gebäuden in der Nähe von Böschungen die Linie vom äussersten und tiefsten Punkte des Fundamentes nach dem tiefsten Punkte des Abhanges mit der Wagrechten höchstens einen Winkel von 20° bilden darf. Oft kann man Bewegungen schon durch tiefere Gründung vorbeugen; wenn dies nicht möglich sein sollte, so müssen Drainirungen zur unschädlichen Abführung des Wassers angelegt werden, wie sie bereits weiter oben beschrieben worden sind. Man kann bei grossen Anlagen — wie z. B. beim Bau der Terrassen der Albrechtsburg bei Dresden (Zeitschr. f. Bauw.) — sogar gezwungen sein, Stollen zur Ableitung des Wassers bergmännisch in den Abhang zu treiben. (Ueber den Schutz der Fundamente am offenem Wasser s. Brennecke a. a. O. S. 337.)

g. Von den verschiedenen Gründungen.

α. Einfaches Aufmauern.

Bei nicht vorhandenem Grundwasser bietet die Gründung am wenigsten Schwierigkeiten. Es ist zunächst die auf den Fundamenten ruhende Last nach den Angaben auf Seite 66 genau zu berechnen und darnach die Breite der Fundamentsohle zu bestimmen. Gut ist es, die Sohle an den Ecken des Gebäudes etwas zu vergrössern. Gewöhnlich werden die Grundmauern aus natürlichen Steinen hergestellt, welche billiger als künstliche sind. Je grösser und lagerhafter das Material ist, desto besser ist es. Sehr dickes und tiefreichendes Mauerwerk erfordert, auch wenn kein Grundwasser vorhanden ist, die Verwendung von hydraulischem Mörtel, weil Luftmörtel im Innern desselben überhaupt nicht erhärten würde.

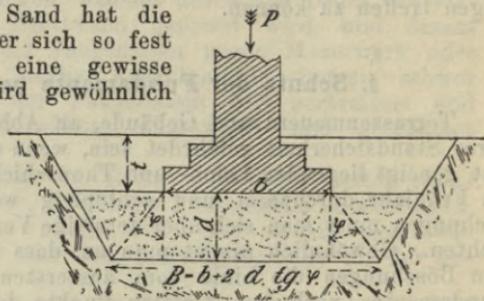
β. Steinpackung.

Einen stark pressbaren Boden durch Rammen tragbar zu machen, gegebenen Falls auch dadurch, dass man mehre 30 cm starke Lagen von Steinücken einrammt, ist immer ein sehr unsicheres Verfahren. Jedenfalls muss dabei der Untergrund eine ganz gleichmässige Beschaffenheit haben; auch kann das Verfahren nur bei ganz untergeordneten Gebäuden angewendet werden. Dasselbe gilt von der trocknen Packung grösserer, plattenförmiger Steine im Verbande, es sei denn, dass hierbei das auf Seite 93, Fig. 208 a u. b angegebene Verfahren befolgt werde.

γ. Sandschüttung.

Eine Verbesserung des Baugrundes durch Sandschüttungen ist bei Hochbauten sowohl über als auch unter Grundwasser angewendet worden; diese Art Gründung eignet sich, wenn der Boden gleichmässig und stark zusammendrückbar ist. Besonders grobkörniger und scharfer Sand hat die Eigenschaft, dass die Körner sich so fest an einander legen, dass eine gewisse Spannung eintritt. Es wird gewöhnlich angenommen, dass die Ausbreitung des Druckes unter einem Winkel von 45° erfolgt, doch ist das nicht ganz richtig. Günstigstenfalls dürfte die Böschungslinie der Verbreiterung (Fig. 178) mit der Senkrechten den

Fig. 178.



natürlichen Böschungswinkel φ einschliessen. Je kleiner also dieser natürliche Böschungswinkel der betreffenden Sandart ist, desto stärker wird man die Schüttung machen müssen, um eine genügende Verteilung der Last auf den Baugrund herbeizuführen. Ungünstig wird der Böschungswinkel beeinflusst, sobald die Schüttung unter Wasser erfolgt, weshalb sie auch hier stärker als bei trockenem Boden sein muss. Durch Versuche sind diese Angaben noch nicht genügend festgestellt, weshalb sich die Tragfähigkeit einer Sandschüttung rechnungs-

mässig nicht mit Sicherheit feststellen lässt. Probelastungen sind hierbei also sehr empfehlenswerth. Eine Sandschüttung kann eine allgemeine Senkung des Gebäudes nicht verhindern, aber sie wird eine Sohle bilden, welche den Druck des Bauwerks auch über losere Stellen des Baugrundes mehr gleichmässig auf festere überträgt. Es ist dafür zu sorgen, dass die Schüttung nicht mit der Zeit seitwärts ausweichen kann, was besonders bei wechselndem Grundwasserstande geschehen könnte. Zur Verhütung bringt man Umschliessungen mit Spundwänden an, die bei Grundwasser schon nöthig sind, um die Baugrube ausbaggern zu können.

Die Sandschüttung erfolgt in Lagen von 15—30 cm, wird gestampft oder, besser, gewalzt und eingeschlämmt. Bei Grundwasser ist zum Zweck des Einschlämmens dasselbe aus einem tiefer gelegenen Sumpfe auszupumpen. Die Stärke der ganzen Schüttung beträgt gewöhnlich 1,0 bis 2,0 m.

Eine 2 m starke Schüttung soll einen Druck von 20—30 000 kg für 1 qm aushalten können. Einstweilige Belastung durch Baumaterial, langsamer und gleichmässiger Aufbau, sowie die Verwendung von schnell bindendem Mörtel ist zu empfehlen. (S. darüber auch Brennecke, a. a. O. S. 120.)

d. Betonbettung.

Die Gründung mittels Beton kann statt einer Sandbettung ausgeführt werden bei stark pressbarem Boden und an Orten, wo geeigneter Sand nicht zur Verfügung steht, hauptsächlich aber zwischen Spundwänden da, wo starker Wasserzudrang die Aufmauerung der Fundamente verhindert. Das Wesentliche über Beton und dessen Bereitung ist schon auf S. 27—29 mitgetheilt; hier wird nur noch ergänzend Folgendes bemerkt. Als Steinmaterial kann man Ziegelbrocken, groben Kies, besser jedoch geschlagene, natürliche, wenig poröse Gesteine, Granite, Basalte, Kalksteine usw. benutzen. Der einzelne Stein darf einen Durchmesser bis 5 cm haben. Auch grober, scharfer Sand kann statt des Kieses besonders dann verwendet werden, wenn es auf Dichtigkeit der Betonlage ankommt. Für Hochbauten erfolgt die Bereitung des Betons gewöhnlich mit Handbetrieb und es wird hierbei folgendermassen verfahren: Die zerschlagenen Steine sind zunächst durch ein Sieb von 1,5 cm Maschenweite zu werfen, darauf in Karren mit eisernem Rost oder sonstwie durchlochtem Boden unter eine Pumpe oder Wasserleitung zu bringen und so lange zu begiessen, bis das Wasser klar abläuft. Dies ist besonders bei porösen Steinen, Ziegeln, Sandsteinen usw. nothwendig, auch damit sie Wasser aufnehmen, welches sie sonst dem Mörtel entziehen würden. Bei Verwendung der meist benutzten Mischung, 1 Th. Zement, 3 $\frac{1}{2}$ Th. Sand, 7 Th. Steine, sind etwa 0,14 cbm Sand auf eine Kalkbank zu schütten, ferner 0,04 cbm Zement zuzusetzen und trocken mit dem Sande durchzuarbeiten. Hierauf ist mittels einer mit Brause versehenen Gieskanne Wasser darüber zu giessen und die weitere Mischung auszuführen. Um die Möglichkeit des vorzeitigen Abbindens zu verringern, sind für diese Arbeit zwei Kalkbänke (Pritschen) unter einem Schutzdache nothwendig, eine für die trockene Mischung, die andere für die nasse. Die Bereitung des Betons selbst geschieht hierauf auf einem 1,50 m breiten und 3 m langen Bretterboden mit etwa 10 bis 13 cm hohen Rändern. Auf diesem werden 0,28 cbm Steine ausgebreitet, mit dem fertigen Mörtel bedeckt und so vermengt, bis sämtliche Steine damit gleichmässig überzogen sind. Dies ist die

Betonmenge, welche ein Senkkasten gewöhnlicher Art fasst. (Siehe vollständige Angaben über Betonbereitung und namentlich auch auf maschinellern Wege in „Der Portlandzement und seine Anwendungen im Bauwesen“ S. 120—172.)

Soll Betonirung statt der Sandschüttung in trockenem aber pressbarem Boden ausgeführt werden, so genügt im allgemeinen die Stärke von 0,70—1,0 m. Es ist anzunehmen, dass bei einer Druckvertheilung unter 45° eine Betonschicht von 1 m Stärke bei wenig pressbarem Baugrunde die Last von 4—5 kg für 1 qm Nutzfläche mit Sicherheit tragen kann, nur 2,5 kg bei pressbarem und ungleichmässigem Baugrund. Besser ist es jedoch, wenn man die Betonplatte nur $\frac{3}{4}$ ihrer Stärke über die Fundamentsohle vorragen lässt. Die Betonirung ist in verschiedenen Lagen möglichst rasch auszuführen, fest zu stampfen und abzudecken, um den Zutritt ausdörrender Luft zu verhindern, auch längere Zeit feucht zu halten, weil sonst zu befürchten ist, dass der Beton vermöge zu grossen Feuchtigkeits-Verlustes nicht gut erhärtet.

Schon nach 14 Tagen kann man mit der Aufmauerung beginnen.

Fig. 179.



Fig. 180.



Am meisten werden Betonirungen bei Wasserzudrang zwischen Spundwänden ausgeführt. Bei denselben ist die grösste Vorsicht anzuwenden und hauptsächlich beim Versenken des Betons und beim Erhärten desselben jedes Wassers schöpfen zu vermeiden, weil das aufquellende Wasser zunächst den Untergrund lockern, dann aber den Zementmörtel ausspülen würde. Der Boden zwischen den Spundwänden wird zunächst soweit als möglich ausgegraben, unter Wasser dann gewöhnlich mittels des Sackbaggers, Fig. 179, der Schaufel oder des Kratzers, Fig. 180, seltener mit der indischen Baggerschaufel oder grösseren Hand- und Dampfbaggern ausgehoben. Mittels der Schaufel oder des Kratzers kann man bis 2 m Wassertiefe, mittels

des Sackbaggers jedoch bis 6 m und tiefer ausbaggern. Grössere Steine sucht man möglichst durch Umbaggern zu senken und dann im Grunde zu lassen. Ist das nicht angängig, so müssen sie mit der Teufelsklaue oder dem eisernen Rechen usw. herausgezogen werden, Baumstämme unter allen Umständen. (S. darüber Brennecke, a. a. O. S. 27). Letztere können auch mittels Brechstangen, Meisselbohrer usw. zerstört werden. Nachdem so die Baugrube ausgebaggert ist, erfolgt die Herstellung des Betonbettes.

Betongründungen sind besonders in Hamburg sehr üblich, wo man der Platte gewöhnlich die Stärke von 1—1,25 m giebt. Bei schweren Gebäuden, oder wo der Baugrund besonders wandelbar ist, rammt man mit 1 m Abstand Pfähle in den Grund, und schüttet auf und zwischen den Köpfen derselben die Betonplatte. Oder auch, man schüttet zunächst eine schwache Lage von Beton und streckt auf dieser an den Stellen, auf welche die tragenden Wände zu stehen kommen, je zwei I-Träger von 15—20 cm Höhe, die an Ecken aber nicht mit einander verbunden werden. Dieser eiserne Rost wird in

eine zweite, obere Betonlage eingebettet. Auf einer 3,45 m starken Betonplatte steht der 130^m hohe Thurm der Nikolaikirche in Hamburg; die Platte unter der Kirche hat 2,5 m Stärke erhalten.

Die Stärke des Betonbettes beträgt, wenn Bruch durch Auftrieb zu befürchten ist, $d = \frac{t}{g}$, worin t die Wassertiefe (in m) und g das Gewicht von 1 cbm Beton bedeuten, welches 2000–2200 kg ist. Wird die Betonplatte auf Biegung oder Abscheren beansprucht, so sind genauere

Fig. 182 a, b, c.

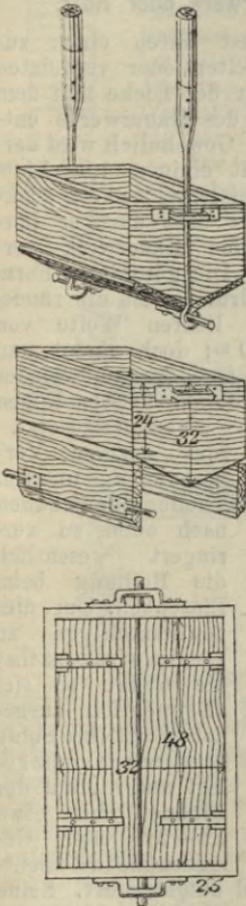


Fig. 181 a.

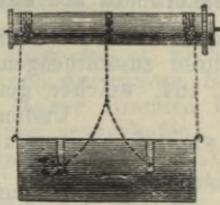


Fig. 181 b.

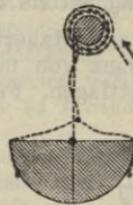


Fig. 181 c.

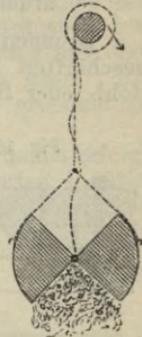


Fig. 183 a.

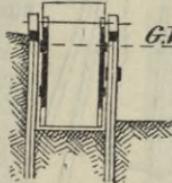
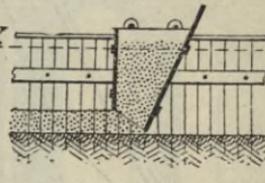


Fig. 183 b.



Rechnungen nöthig, worüber besonders in Brennecke, a. a. O., zu vergleichen ist.

Die Versenkung des Betons geschieht schichtweise, damit etwaige undichte Stellen durch eine spätere Schicht überdeckt werden, und muss rasch hinter einander erfolgen; doch darf das Senken und Ausschütten der Kästen nur sehr langsam geschehen, damit der Mörtel nicht ausgespült wird. Am besten werden halbzylinderförmige Kästen aus Eisen, Fig. 181 a, b und c, mit etwa $\frac{1}{8}$ cbm Inhalt benutzt, welche an fahrbaren Bockwinden hängen,

um jeden Punkt der Baugrube erreichen zu können. Bei sehr grossen Baugruben werden die Winden auf Flösse von Petroleumtonnen oder auf Prähme gestellt. Bei kleineren Baugruben kann man hölzerne Senkkästen, Fig. 182 a, b, c, oder hölzerne Trichter, Fig. 183 a und b, benutzen, die besonders auch für Ecken brauchbar sind.

Das Stampfen und Ausbreiten des Betons nach der Schüttung ist durchaus zu vermeiden, weil dadurch der Mörtel von den Steinen fortgespült wird und der Zement als Schlamm oben liegen bleibt. Das Aus-

pumpen der Baugrube darf erst erfolgen, wenn der Beton gänzlich erhärtet ist, was man mittels eines Visitireisens ermitteln kann, jedenfalls nicht vor 14 Tagen bis 4 Wochen; im Herbst und Frühling bei niedrigen Temperaturen können bis 6 Wochen nöthig sein. Finden sich nach dem Auspumpen undichte Stellen im Beton vor, so bleibt nichts übrig, als im Mauerwerk kleine Kanäle offen zu lassen, durch welche das Wasser abfließen kann, welches sonst den Mörtel aus den Fugen spülen würde. Hierüber, so wie über sonstige Mittel zur Quellendichtung s. in „Der Portlandzement usw.“ S. 177 ff.

ε. Gründung mittels Senkbrunnen aus Mauerwerk oder Holz.

Brunnen aus Mauerwerk erhalten zunächst unten einen zugeshärftten Kranz von mehren zusammengeagelten oder verbolzten Bohl- oder Brettlagen, Fig. 184, welcher genau der Dicke und dem

Fig. 184.

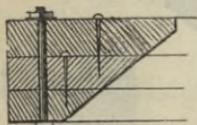
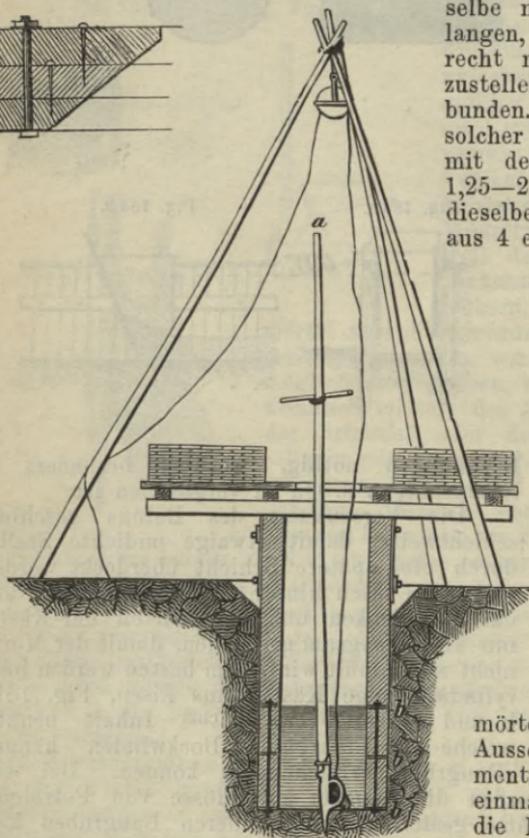


Fig. 185.



Umfang des Mauerwerks entspricht. Gewöhnlich wird derselbe mit einigen 1,0—1,5 m langen, eisernen Ankern senkrecht mit dem darüber herzustellenden Mauerwerk verbunden. Die günstigste Form solcher Brunnen ist die runde, mit der lichten Weite von 1,25—2,0 m; doch findet man dieselbe auch hin und wieder aus 4 einzelnen flachen Bögen zusammengesetzt.

Eine geringe Verjüngung des unteren Theiles der Brunnen nach oben zu verringert wesentlich die Reibung beim Einsenken. Um dies bewerkstelligen zu können, wird zunächst die Grube so tief als möglich ausgehoben, auf ihre Sohle der Brunnenkranz gelegt und hierauf der Brunnen bis etwa 1,5—2 m über Geländehöhe in Zementmörtel aufgemauert. Seine Aussenwände sind mit Zementmörtel glatt zu putzen, einmal damit er leichter in die Erde eindringt, dann aber auch, damit er wasser-

dicht ist, wenn später das Auspumpen erfolgen muss.

Nachdem das Mauerwerk erhärtet ist, wird durch darüber gelegte Hölzer ein Podium gebildet, in dessen Mitte sich eine Oeffnung befindet, um den Sackbagger durchstecken zu können, Fig. 185. Ueber dem Ganzen steht ein Dreifuss mit Rolle, wie beim Ventil-

bohrer, mittels dessen der Sackbagger, nachdem er durch Drehen um seine senkrechte Axe gefüllt ist, herausgezogen wird. Die Erde wird zum Theil auf dem Podium gelagert, um durch ihre Schwere das Sinken des Brunnens zu beschleunigen. Damit das Mauerwerk nicht reisst, wird es über senkrecht umgelegten Brettern mit Ketten oder Tauen umwunden, welche durch Knebel gehörig anzuspinnen sind.

Fig. 186.



Hindernisse, wie Baumstämme und grosse Steine, welche sich, wenn nicht schon beim Baggern selbst, so durch das Schiefstellen des Brunnens kenntlich machen, müssen beseitigt werden, sonst würde das Mauerwerk bald Risse bekommen; deshalb lässt sich diese Gründungsart bei sehr unreinem Boden überhaupt nicht ausführen. Sobald der Brunnen den festen Baugrund erreicht hat, wird etwa 1 m hoch Beton eingeschüttet, nach dessen Erhärtung mit dem Auspumpen und Ausmauern begonnen werden kann. Die Wandstärke kleiner Brunnen ist zu 1 Stein, grösserer zu $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stein anzunehmen.

Die Gründung mittels hölzerner Senkbrunnen erfolgt ganz ebenso. Bei kleineren Abmessungen werden 4 unten zugespitzte Eckstiele, Fig. 186, mit etwa 5—6,5 cm starken Bohlen wagrecht benagelt.

Fig. 187.

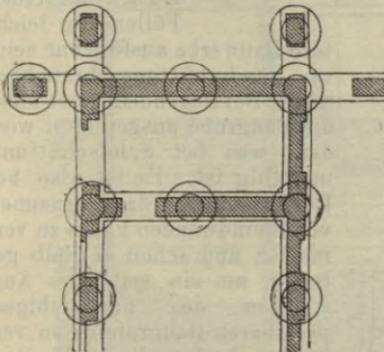
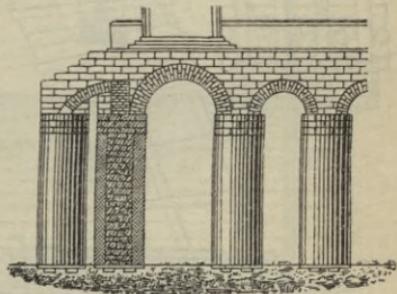


Fig. 188.



Um den Reibungswiderstand zu verringern, müssen auch die Kästen nach oben zu verjüngt und sämtliche Bohlen gemessert, d. h. zugespitzt sein. Grössere Kästen erhalten 6 oder 8 Stiele, welche vorläufig abgesteift werden. Diese Stiefen sind aber beim Baggern hinderlich. Im übrigen ist die Ausführung genau wie bei den Brunnen; nur muss der Beton bis zur Höhe des Grundwasserstandes geschüttet werden. Bei grösseren Tiefen sind die Kästen aufzupropfen so zwar, dass man die Stiele in verschiedenen Höhen aneinander blattet und verbolzt.

Die Gründung mit Senkbrunnen (hölzernen und gemauerten) erfolgt bis zu 12 m Tiefe und mehr.

Gewöhnlich wird unter jedem Fensterpfeiler ein Brunnen versenkt, ebenso an den Ecken und den Kreuzungspunkten der Innenmauern. Dieselben werden, nachdem sie ausgemauert, mit Rund- oder Flachbögen überspannt und, besonders letztere, verankert, auch in diagonalen Richtung, um das Ausweichen der Brunnen zu verhindern. An den Hauptecken setzt man zu demselben Zweck wohl auch zwei kleine Brunnen ausserhalb, oder einen in diagonalen Richtung, deren Bögen als Gegenstreben dienen, Fig. 187 u. 188.

Hat das Gebäude einen Keller, so schneidet dessen Pflaster mit der Unterkante des Scheitels der Bögen ab, hat es keinen, so reicht die Oberkante des Scheitels bis zur Geländehöhe.

Jeder Gründung mit Senkbrunnen hat eine genaue Berechnung der Belastung des Baugrundes durch dieselben und durch das ganze Gebäude vorauszugehen. Diese Belastung darf nicht grösser sein als die gewöhnlicher Grundmauern.

ζ. Gründung mittels Holzkonstruktionen (Schwellrost und Pfahlrost).

Als Regel bei Gründungen mit Holzkonstruktionen ist festzuhalten, dass die Oberkante derselben mindestens 30^{cm} unter dem niedrigsten bekannten Grundwasserspiegel liegen muss, weil sonst das Holz faulen würde. Bei fehlendem Grundwasser sind also Holzgründungen unanwendbar.

Fig. 189.

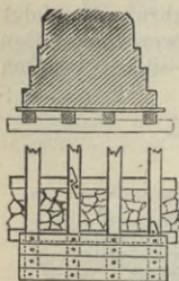
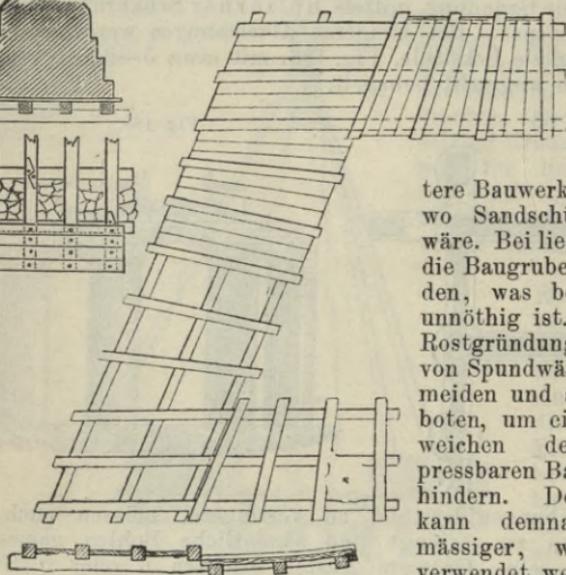


Fig. 190.



Man unterscheidet den „liegenden“ oder Schwellrost und den Pfahlrost. Der liegende Rost wird z. Th. in denselben Fällen für leichtere Bauwerke ausführbar sein, wo Sandschüttung brauchbar wäre. Bei liegendem Rost muss die Baugrube ausgepumpt werden, was bei Sandschüttung unnötig ist. Es ist also bei Rostgründungen das Einrammen von Spundwänden kaum zu vermeiden und schon deshalb geboten, um ein seitliches Ausweichen des nachgiebigen, pressbaren Baugrundes zu verhindern. Der liegende Rost kann demnach bei gleichmässiger, weicher Bodenart verwendet werden, welche ein gleichmässiges Setzen des Gebäudes erwarten lässt.

Man unterscheidet den „liegenden“ oder Schwellrost und den Pfahlrost. Der liegende Rost wird z. Th. in denselben Fällen für leichtere Bauwerke ausführbar sein, wo Sandschüttung brauchbar wäre. Bei liegendem Rost muss die Baugrube ausgepumpt werden, was bei Sandschüttung unnötig ist. Es ist also bei Rostgründungen das Einrammen von Spundwänden kaum zu vermeiden und schon deshalb geboten, um ein seitliches Ausweichen des nachgiebigen, pressbaren Baugrundes zu verhindern. Der liegende Rost kann demnach bei gleichmässiger, weicher Bodenart verwendet werden, welche ein gleichmässiges Setzen des Gebäudes erwarten lässt.

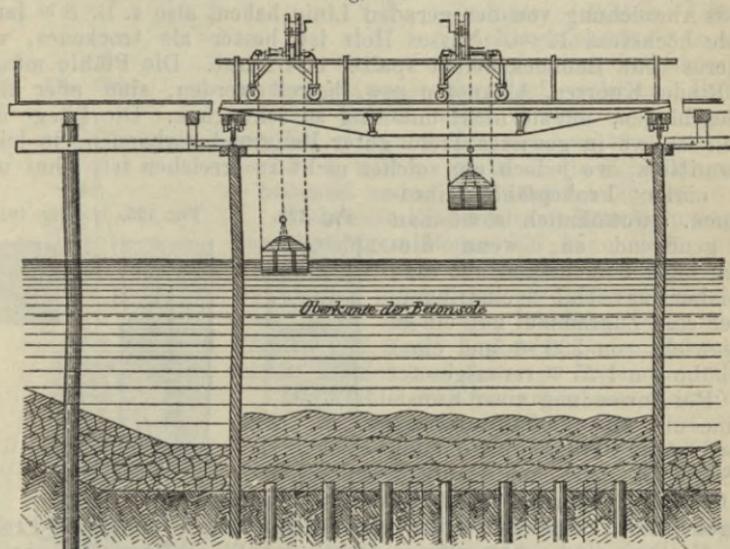
Bei sehr untergeordneten Gebäuden gebraucht man den Bohlenrost. Zu dessen Herstellung werden auf die gestampfte und wagrecht abgegliche Sohle der Baugrube 8—10^{cm} starke Bohlen parallel mit den langen Seiten der Mauer gelegt und zwar so weit im Lichten von einander, als es das für das Mauerwerk zu verwendende Gestein gestattet; jedoch nicht weiter als die Breite der Bohlen. Besser ist es, auf der Sohle der Baugrube in Abständen von 1 bis 1,75^m Bohlen nach der Breite der Mauer zu legen, auf diese nach der Längsrichtung eine zweite Bohlenlage aufzubringen und festzunageln. Die Bohlen der Decklage dürfen natürlich nur über einer Querbohle gestossen werden.

Weit solider ist der Schwellrost. Die Querschwellen, 24 bis 31^{cm} breit und 16—24^{cm} hoch, ruhen in Abständen von 1—1,75^m auf dem Boden wagrecht auf. Darauf werden die Langschwellen von $18\frac{1}{2}$, $21\frac{1}{4}$,

$21\frac{1}{26}$ oder $24\frac{1}{31}$ cm starkem Holz 5 cm tief verkämmt. Müssen zwei solcher Schwellen gestossen werden, so geschieht dies mittels des schrägen Hakenblattes, oder sie stossen stumpf aneinander und werden mittels eiserner Klammern verbunden, Fig. 189. Auf einer Rostschwelle darf immer nur ein Stoss stattfinden. Die Rostfelder sind mit festgestampftem Thon, Lehm, Bauschutt oder dergleichen auszufüllen; besser ist jedoch die Verwendung von Beton oder Ausmauerung in hydraulischem Mörtel. Zuletzt werden sie mit 8—13 cm starken Bohlen abgedeckt, die mit hölzernen Nägeln zu befestigen sind und deren Enden, ebenso wie die der Querschwellen, um 20—40 cm die Kante des Fundamentmauerwerks überragen. Die Spundwand darf nie mit dem Schwellrost in Verbindung stehen, weil sie sonst das Setzen hindern und schiefe Lage des Rostes bewirken würde.

Hat ein Schwellrost eine Ecke, Fig. 190, so schiessen die Langschwellen des einen Theiles über die des anderen fort. Auf diese

Fig. 191.



Weise liegt der Bohlenbelag des einen Theiles höher, als der des anderen; doch müssen beide noch vom Grundwasser bedeckt sein. Aus Billigkeitsgründen legt man den kürzeren oder schmaleren Theil tiefer, schon um beim Wasserpumpen zu sparen. Das Mauerwerk muss langsam und gleichmässig aufgeführt werden, vor der vollen Belastung unten fest sein und unter grossen Oeffnungen im Zusammenhang bleiben, event. durch umgekehrte Bögen, damit möglichst gleichmässiges Setzen erreicht und Trennungen und Risse im Mauerwerk vermieden werden.

Pfahlrost heisst ein von eingerammten Pfählen getragener Schwellrost. Schlechter Baugrund kann entweder in durch Pfähle zu erreichender Tiefe festen Boden unter sich haben oder nicht. Im ersten Falle müssen die Pfähle noch ein kurzes Stück in den festen Boden eindringen. Im zweiten Falle wird der weiche Boden durch die Pfähle verdichtet und diese tragen durch Reibung. Die Verdichtung des Baugrundes nimmt aber mit der Zeit wieder etwas ab, weil die Pressung, in welcher das Erdreich sich befindet, sich etwas

ausgleicht. Dies sieht man daraus, dass Pfähle, die man schon bis zum Stillstande eingetrieben hatte, nach Verlauf einiger Zeit sich tiefer rammen lassen. Eine Berechnung der Tragfähigkeit solcher Pfähle kann daher nur zu sehr unsicheren Ergebnissen führen und deshalb müssen in solchem Falle stets Probelastungen vorgenommen werden.

Statt des auf den Pfählen lagernden Rostes wird mitunter über die Pfahlköpfe hinweg eine Betonschüttung ausgeführt, so dass, nach Fig. 191, die Pfähle etwa noch 30 cm in den Beton hineinreichen (vergl. oben S. 82).

Zu den Rostpfählen nimmt man am besten harzreiches Kiefernholz, weil dies am geradesten gewachsen ist; doch ist auch Buchen, Ellern und Eichenholz brauchbar, besonders letzteres für Langpfähle, welche mit einem Theile ihrer Länge aus dem Wasser oder Boden hervorragen, wie bei hölzernen Brücken. Für Pfahlroste werden nur Grundpfähle verwendet.

Rostpfähle dürfen in der Mitte für 1 m ihrer Länge höchstens 1,5 cm Abweichung von der geraden Linie haben, also z. B. 8 m lange Pfähle höchstens 12 cm. Nasses Holz ist besser als trockenes, weil letzteres beim Rammen leicht spaltet und reisst. Die Pfähle müssen von Rinde, Knorren, Astknoten usw. befreit werden, sind aber nicht zu beschlagen, um sie nicht unnöthig zu schwächen. Die Länge derselben ist, wo in gewisser Tiefe guter Baugrund vorhanden, ja leicht zu ermitteln, wo jedoch ein solcher nicht zu erreichen ist, thut man gut, einige Probepfähle einzurammen. Gewöhnlich sieht man als genügend an, wenn dieselben nach 25 Schlägen mit dem Rammbar nur noch 5 cm eindringen, wobei eine Zugramme mit einem Bärgewicht von 300 kg und einer Hubhöhe von 1,25 m verausgesetzt ist. Bei Anwendung einer Kunstgramme und eines 500 kg schweren Bärs darf der Pfahl bei den letzten 10 Schlägen und einer Hubhöhe von 6 m nicht mehr als 10 cm eindringen; doch sind bei schwierigen Gründungen genauere Proben

bezw. Rechnungen nothwendig. Ueber das Einschlagen ist ein genaues Rammregister zu führen, in welchem die Nummern der Pfähle, ihre Längen und Stärken, die Anzahl der Hitzten, welche zu ihrem völligen Eintreiben erforderlich waren, usw. zu notiren sind. Im übrigen wird wie beim Einrammen der Spundwände verfahren. Trifft der Pfahl auf einen harten Gegenstand, so giebt sich das durch einen hellen Klang und das Zurückprallen des Bärs zu erkennen. Mit dem Sondireisen ist die Lage des Hindernisses genau zu ermitteln. Ist es nicht möglich, dasselbe zu entfernen, so muss der Pfahl herausgezogen oder abgeschnitten und ein neuer daneben gerammt werden. Sind die angeschafften Pfähle zu kurz, so kann man sie entweder dichter schlagen, oder man muss zum Aufpfropfen schreiten, Fig. 192 und 193, was immer misslich ist. Es ist deshalb vorzuziehen, die Pfähle 30 bis 50 cm länger zu bestellen und das Ueberflüssige schliesslich abzuschneiden. Alle Pfähle müssen bis etwa 60 cm unter den niedrigsten Grundwasserstand gerammt werden. Der Kopf wird oben etwas konvex, Fig. 194, abgerundet, damit der Bär immer die Mitte trifft, der Rand

Fig. 192.



Fig. 193.



Fig. 194.



etwas abgekantet. Ein starker eiserner Pfahlring schützt, wie bei den Spundwänden, gegen Aufspalten.

Sind die Pfähle tiefer zu schlagen, als der Rammbar fällt, so muss eine sogen. Jungfer oder ein „Knecht“ zu Hilfe genommen werden, Fig. 195. Dieses Zwischenstück, ein kurzer Baumstamm mit eisernen Ringen und eisernem Dübel versehen, wie bei den Auf-

Fig. 195.

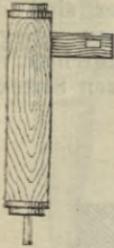


Fig. 196.

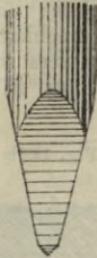
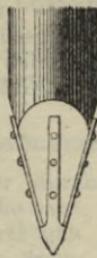
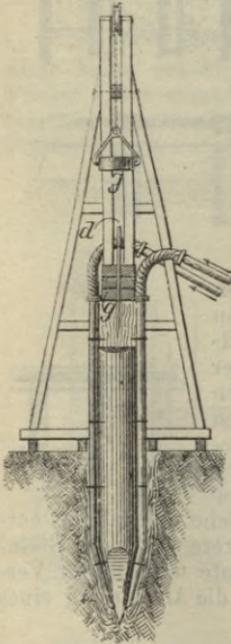


Fig. 197.



pfropfungen, hat eine Führung durch Arme, welche es mit dem Rammgerüst verbinden und es in seiner Lage festhalten. Aufpfropfen und Jungfer geben immer ein ungünstigeres Resultat beim Rammen, als wenn ein Pfahl unmittelbar geschlagen wird; er „zieht“ schlechter. Aufpfropfungen mehrer Pfähle dürfen nicht gleichmässig in einer Wagrechten vorgenommen

Fig. 198.



werden, da sonst der Rost umkippen könnte.

Die Stärke eines Pfahls soll ungefähr der Formel entsprechen: $d = 12 + 3 l$ oder $= 15 + 2,75 l$, worin l die Pfahlänge in m bedeutet und d in cm verstanden ist.

Stehen die Pfähle mit den Spitzen in festem, unnachgiebigem Boden, so kann man sie so stark belasten, als die Knickfestigkeit gestattet. Gewöhnlich nimmt man als zulässige Belastung etwa 20 kg für 1 qcm Pfahlkopf bei langen Pfählen und etwas lockerem Boden, 40 kg bei kurzen Pfählen und festerem Boden an.

Die Pfähle erhalten unten eine vierseitige, etwas abgestumpfte Spitze, Fig. 196, bei steinigem Boden mit schmiedeisernem, 7,5 bis 10 kg schwerem Schuh, Fig. 197. Kommt ein schräg wirkender Druck auf den Pfahlrost, so müssen wenigstens die äusseren Pfähle schräg eingeschlagen werden und erhält der Rost eine rechtwinklige Lage zur Drucklinie, wenn das auch bedeutend mehr Schwierigkeiten beim Rammen verursacht. Sämtliche Pfähle müssen bei schräg wirkender Belastung 2 bis 3 m tief im festen Boden stehen oder auch durch schräg geschlagene Strebepfähle in ihrer Richtung festgehalten werden. Das Einschlagen derselben beginnt oft mit einem leichten Bär, während

sie später mit einem schweren Bär zur ganzen Tiefe eingerammt werden. Man bedient sich darnach zuweilen anfangs der Zugramme, später der Kunst- oder Dampftramme.

Bei feinem Sand-, ja selbst Kiesboden empfiehlt sich das Einspülen der Pfähle, Fig. 198. 2 etwa 5 cm weite schmiedeiserne Röhren sind mit Haken an Pfahl befestigt und stehen mit der Wasserleitung, einem Pulsometer usw. in Verbindung. Das unten an der Pfahlspitze ausströmende Wasser verursacht das Einsinken der Pfähle, welches durch Auflegen von Gewichten befördert werden muss.

$\frac{5}{6}$ der Pfahllänge werden so eingespült, das letzte Sechstel ist nach dem Herausziehen der Rohre einzurammen. Hauptvortheile dieser Ausführungsart sind Kosten- und Zeitersparniss. Es können auch Einrammen und Einspülen gleichzeitig zur Anwendung kommen.

Die Pfähle werden in einfache Längs- und Querreihen gestellt, nicht in Versatz, was beim Rammen unbequem und auch sonst zwecklos ist, gewöhnlich in Abständen von 0,8 bis 1,5 m. Nach dem Einrammen sind sie genau wagrecht abzuschneiden und mit einem Zapfen von 15 cm Länge und 9 cm Breite zu versehen; darüber sind die $\frac{21}{26}$ cm bis $\frac{26}{31}$ cm starken Langschwellen hochkantig zu verlegen und, wenn Abheben durch den Auftrieb des Wassers zu befürchten ist, mit verkeiltem Zapfen. Kann die Gründung nur in kurzen Strecken

Fig. 199 a.

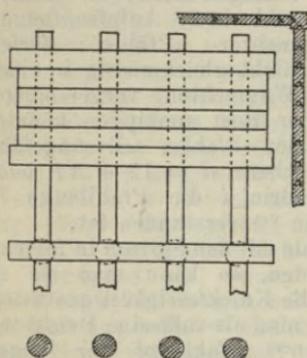
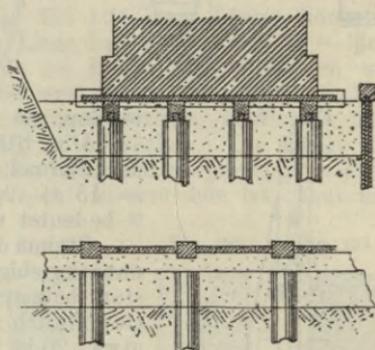
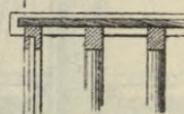


Fig. 199 b u. c.



erfolgen, so wendet man statt der Langschwellen Querschwellen an. Stöße werden über Pfahlmitten stumpf mit Seitenschienen ausgeführt, selbstverständlich verwechselt. Ueber die Langschwellen oder Holme werden in Abständen von 1 bis 2 Pfahlweiten Querschwellen, Zangen, gestreckt, mit ersteren einige cm stark verkämmt und durch Bolzen befestigt. Zwischen diese Zangen werden hiernach 6,5 bis 10 cm starke Bohlen auf die Grundschwellen genagelt. Es ist darauf zu sehen, dass die Oberfläche der Zangen entweder mit der der Bohlen bündig liegt, oder letztere um eine Steinstärke überragt, um beim Mauern der Fundamente unnöthigen Verhau der Steine zu vermeiden. Fig. 199a, b, c, zeigt die Anordnung eines Pfahlrostes.

Fig. 200.



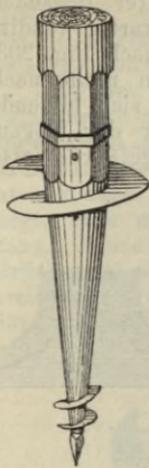
Die Rostoberfläche soll nach allen Richtungen fest zusammenhängen, weshalb an den Ecken, ebenso wie beim liegenden Rost, die Grundschwellen der einen Mauer als Zangen über die der anderen fortgehen. Starke, tief gerammte Spundwände können ohne Bedenken statt einer Pfahlreihe mit zum Tragen benutzt und mit dem Pfahlrost verbunden werden, Fig. 200.

Die Zwischenräume zwischen den Pfählen werden vortheilhaft noch 60 cm tief ausgebaggert und mit Beton ausgefüllt, welcher das Verschieben der Pfahlköpfe verhindert.

Wenn eine Spundwand vorhanden ist genügt aber auch eine Füllung

von fettem Thon unter dem Bohlenbelag oder eine solche aus festgestampften Steinen oder Ziegelbrocken.

Fig. 201.

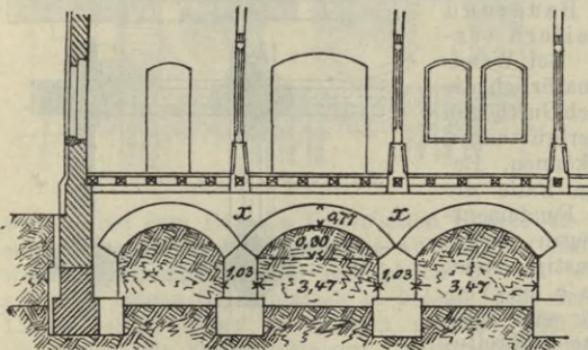


In der Nähe von Gebäuden sind Rammarbeiten der dadurch verursachten Erschütterungen wegen nicht ausführbar. Man kann hier hölzerne, oder guss- und schmiedeiserne Pfähle mit Schraubenfüssen benutzen, welche durch Schlüssel oder aufgesetzten Stern mit der Hand oder mittels Winden in den Erdboden eingeschraubt werden. Die Schrauben müssen scharfgängig und desto grösser sein, je weicher der Boden ist. Fig. 201 zeigt einen Schraubenschuh an hölzernem Pfahl.

h) Besondere Gründungsweisen.

Anstatt der durchlaufenden Fundamente werden manchmal solche aus einzelnen Pfeilern hergestellt, die durch Gurtbögen verbunden werden; meistens geschieht dies, wenn der Baugrund gut ist und sich erst in grösserer, noch grundwasserfreier Tiefe findet, um an Erdarbeiten und Mauerwerk zu sparen, u. a. bei leichten, niedrigen Gebäuden, so wie bei Gebäuden mit inneren Pfeilerstellungen, in denen diese keine erhebliche Last zu tragen haben. Die Verbindung der Pfeiler unter einander und mit den Frontwänden durch gewöhnliche Gurtbögen verhindert das seitliche Ausweichen ersterer, z. B. bei seitlichem Druck auf die mit ihnen verankerten Säulen.

Fig. 202 a u. b.



In beiden obigen Fällen empfiehlt sich eine Pfeilergründung besonders dann, wenn der Fussboden des Gebäudes hoch über dem Gelände liegt, so dass die Grundmauern erst nachträglich durch Anschüttung unter die Erde gelangen.

Immer aber muss eine genaue, vergleichende Kostenberechnung aufgestellt werden, zumal bei der Pfeilergründung durch die

Aussteifung usw. der einzelnen Baugruben erhebliche Kosten entstehen können.

Die Grundpfeiler sind stets unter den Fensterpfeilern und der Axentheilung des Gebäudes entsprechend anzuordnen, die Eckpfeiler besonders zu verstärken und mit den Nachbarpfeilern zu verankern, um das Ausweichen infolge des Seitenschubes der Bögen zu verhindern, Fig. 202 a u. b.

Wegen des geringeren Schubes sind Halbkreisbögen am günstigsten, doch wegen der grossen Pfeilhöhe nicht immer anwendbar. Flachbögen giebt man nicht gern weniger als $\frac{1}{4}$ der Spannweite als Stich; die Bogenscheitel müssen aber noch unter Geländehöhe bleiben. Die Lehre für die Gurtbögen wird einfach aus dem darunter liegenden Erdreich geformt. Da wo nur einzelne Säulen derartig fundirt werden, also die Bögen nicht belastet sind, hat man, nach Fig. 203, die Widerlager sorgfältig auszukragen, aber die Bögen nicht nach Fig. 202 a zusammen stossen zu lassen, weil der bei x sich bildende Keil dieselben auseinander treiben könnte. Je steiler der Bogen, desto gefährdeter ist er in diesem Falle, am meisten gefährdet also ein Rund- oder gar Spitzbogen.

Wie man zur Ersparniss an Mauerwerk den Druck von Bautheilen auf einzelne, durch Bögen verbundene Fundamentpfeiler ver-

Fig. 203.

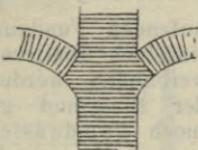
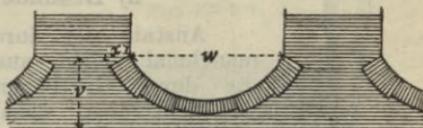


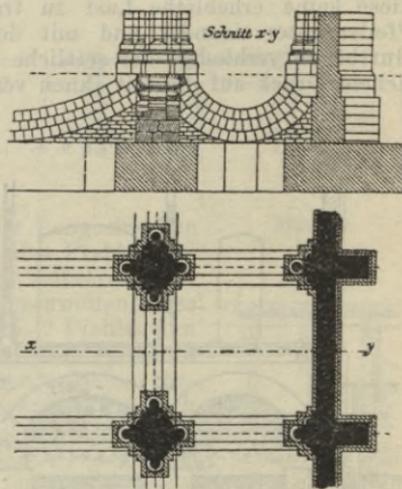
Fig. 204.



einigt, kann man umgekehrt bei gleichmässigem, aber nicht besonders festem Baugrunde die Lasten einzelner Pfeiler (Wandpfeiler, Säulen in Speichern und Kirchen usw.) durch umgekehrte Bögen aufnehmen und sie auf den Baugrund zwischen den Pfeilern vertheilen, Fig. 204. Bei Wandpfeilern muss man natürlich die Oeffnungen oben durch Gurtbögen schliessen, um Fensterbrüstungen usw. aufmauern zu können. Besonders ist in dem Falle die Vergrösserung der Fundamentfläche durch Einlegen umgekehrter Bögen günstig, wenn die Fundamenthöhe v im Verhältniss zur Weite w sehr klein ist und deshalb eine Verbreiterung der Pfeiler oder gar durchgehende Bankette den Baugrund nur sehr ungleichmässig belasten würden, abgesehen von der Gefahr des Abbrechens infolge zu grosser Ausladung. Ausserdem spart man an Material und hat noch den Vortheil, allerlei Rohrleitungen und sogar Luftkanäle usw. durch die Oeffnungen zwischen den Pfeilern bequem in das Gebäude einführen zu können.¹⁾

Bei starken, besonders mehrfachen Gurtbögen über einander thut man gut, das Widerlager nicht glatt, wie in Fig. 204 bei x in das Fundament eingreifen zu lassen, sondern dasselbe, entsprechend den

Fig. 205 u. 206.



¹⁾ Ueber die Form und Stärke umgekehrter Fundamentbögen s. Centralbl. d. Bauverwaltung, 1885, S. 11.

Stärken, abzusetzen, Fig. 205 und 207. Eine solche Fundamentverbreiterung, wie die in Rede befindliche, ist insbesondere bei Kirchen- und Speicherbauten angebracht, um das unregelmässige Setzen der Pfeilerfundamente möglichst zu verhindern. Die Art und Weise der Ausführung zeigen die Fig. 205 und 206, sowie auch Fig. 207, letztere bei einer Gründung auf Pfahlrost mit Betonplatte zwischen den Pfahlköpfen.

Zuweilen wird bei schlechtem Baugrund eine Verbreiterung der Fundamente von Neubauten nothwendig, welche unmittelbar an alte, ungenügend gegründete Nachbargebäude anstossen. Das Mittel, deren Grundmauern zu unterfahren, welches später besprochen werden soll, ist nur dann anwendbar, wenn der gute Baugrund in solcher Tiefe liegt, dass man ohne künstliche Gründung auf demselben mauern kann. Brunnen- und Pfahlrostgründung sind aus früher angegebenen Gründen nicht anwendbar. In solchem Falle wird man zu einer Verbreiterung der Fundamentsohle durch umgekehrte Gewölbe oder durch Herstellung einer starken Betonschüttung greifen müssen.

Fig. 207.

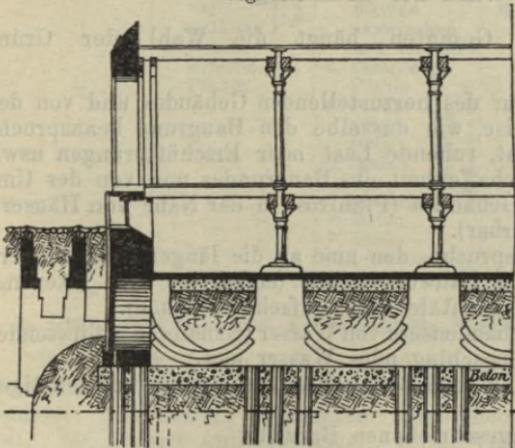
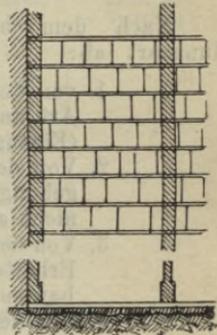


Fig. 208 a u. b.



In besonders ungünstigen Fällen kann eine Gründungsweise gewählt werden, wie sie bei dem Bau des Grove'schen Hauses in der Friedrichstrasse zu Berlin mit Erfolg angewendet worden ist. Nach Fig. 208 a und b wurde die Baugrubensohle mit gleich breiten (etwa 1 m), aber verschieden langen Granitplatten so belegt, dass deren Stösse in gerade Linien fielen. Ueber die Platten streckte man I-Träger und baute auf ihnen die Fundamente auf. Selbstverständlich hätte hier auch eine Betonlage angewendet werden können.

Die Gründung des grossen Magasin du Printemps in Paris ist auf Einzelpfeilern erfolgt, wovon 46 für einzeln gestellte eiserne Stützen dienen. Die Fundamentsohlen sind 5 m tief unter Strassengleiche gelegt, wo sich Sandboden fand, welchem man eine Tragfähigkeit bis 8 kg glaubte zumuthen zu können. Durch diese grosse Tragfähigkeit erschien die Pfeilergründung von vorn herein angezeigt. Man hätte nun zwar unschwer die für die einzelnen Pfeiler erforderlichen Gruben mit Zuhilfenahme von Baggerung herstellen können, hat aber aus mehrfachen Gründen Luftdruckgründung — wohl die erste für einen Hochbau — gewählt und damit, was Sicherheit und Schnelligkeit der Ausführung und Be-

schränkung der Pfeilergrösse betrifft, sehr günstige Erfahrungen gemacht. Die — in den Baugruben belassenen — kreisförmigen Senkkästen haben 3 m Durchm. bei nur 2 m Höhe und sind mit Beton gefüllt, in welchem ein schwerer Haustein eingebettet ist, der unmittelbar die eiserne Stütze aufnimmt. Die Baugrundbelastung beträgt 5 kg auf 1 qcm. Beschreibung und Zeichnung dieser Gründung befindet sich in Jahrg. 1886 der Deutsch. Bauzeitg., S. 355 ff.

Gründungen von Gebäuden auf wandelbarem Boden, wie z. B. in Gegenden mit Bergwerksbetrieb müssen geeignet sein, die Gebäude auch dann noch zu tragen, wenn denselben ein Theil der Unterstützung entzogen wird. Ueber betr. Sonder-Konstruktionen, deren bisher mehre bekannt geworden sind, s. u. a. in Brennecke, S. 343 ff.

Im Ueberschwemmungsgebiet stehende Gebäude werden zweckmässig aus Fachwerk hergestellt, welches bei Unterspülungen den Zusammenhang besser erhält als Mauerwerk.

i. Wahl der Gründung.

Nach dem bisher Gesagten hängt die Wahl der Gründungsart ab:

1. von der Natur des herzustellenden Gebäudes und von der Art und Weise, wie dasselbe den Baugrund beansprucht (Eigengewicht, ruhende Last oder Erschütterungen usw.)
2. Von der Beschaffenheit des Baugrundes und von der Umgebung des Gebäudes (Pfahlrost in der Nähe von Häusern nicht ausführbar).
3. Von dem Anspruche, den man an die längere oder kürzere Erhaltung des Bauwerks stellt (endgiltige oder Interimsbauten, monumentale oder einfache Gebäude).
4. Von dem Vorhandensein von Wasser (Grund- oder fliessendes Wasser, wellenschlagendes Wasser usw.).
5. Von den verfügbaren Baustoffen, maschinellen und sonstigen Hilfsmitteln.
6. Von der vorgeschriebenen Bauzeit.
7. Von den Kosten.

Nachstehende Tabelle soll die Wahl der geeignetsten Gründungsart erleichtern:

| | Boden in der Oberfläche fest. | Boden in erreichbarer Tiefe fest. | Boden nicht in erreichbarer Tiefe fest. | Bemerkungen. |
|-------------------------|--|---|--|-----------------------|
| Wasser nicht vorhanden. | Unmittelbares Mauern auf der Oberfläche. | 1. Aufgraben bis zum festen Boden und volles Mauerwerk. 2. desgl. und einzelne Pfeiler mit Erdbögen. | 1. Verbreiterung des Mauerwerkes. 2. Breite Betonlage. 3. Trockene Steinpackung. 4. Sandfundament. 5. Verkehrte Gewölbe. | Kein Holz verwendbar. |

| | Boden in der Oberfläche fest. | Boden in erreichbarer Tiefe fest. | Boden nicht in erreichbarer Tiefe fest. | Bemerkungen. |
|---|---|--|--|---|
| Wasser vorhanden als Grund- oder offenes Wasser, aber ausschöpfbar. | 1. Unmittelbares Mauern. 2. Einzelne Pfeiler mit Erdbögen. 3. Schwacher Beton zur Dichtung der Quellen. | 1. Tiefer Pfahlrost. 2. Pfähle mit Beton oder Mauerwerk dazwischen und darüber. 3. Beton nur zur Dichtung der Quellen. | 1. Liegender Rost 2. Breite Betonlage. 3. Steinpackung. 4. Sandfundament. 5. Verkehrtes Gewölbe. 6. Pfahlrost oder Pfähle zur Verdichtung des Bodens. | Holz unter Wasser zulässig. Wasserschöpfen event. mit Abdämmung. Genaue Arbeit möglich. |
| Wasser vorhanden, aber nicht ausschöpfbar. | 1. Steinschüttung 2. Steinversenkung 3. Beton. 4. Eiserne Pfähle. | 1. Hoher Pfahlrost. 2. Pfähle mit Beton oder Steinen dazwischen und darüber. 3. Eiserne Pfähle 4. Steinschüttung 5. Steinversenkung 6. Beton 7. Senkbrunnen. | Belastung des Bodens umher und Verbreiterung des Mauerwerkes. | Holz unter Wasser zulässig. Weniger genaue Arbeit, wenn nicht mit Tauchen. |

k. Unterfahrung und Verstärkung bestehender Fundamente.

Fundamente einer Giebel- oder Hofwand müssen dann zuweilen „unterfahren“ oder „unterfangen“ werden, wenn dicht anstossend ein Neubau mit tiefer reichenden Fundamenten hergestellt werden soll. Bei grosser Aufmerksamkeit, unter Verwendung schnell bindenden Portlandzements, bieten solche Ausführungen keine besonderen Schwierigkeiten. Hauptbedingung für die Möglichkeit des Unterfahrens ist, das sich in nicht erheblicher Tiefe der gute Baugrund findet und dass derselbe ohne wesentliche Schöpfarbeiten erreichbar ist, weil durch starkes Pumpen der Boden gelockert und die Standfähigkeit des Gebäudes infrage gestellt werden würde. Stehen die alten Fundamente auf festem Sandboden, so ist das Unterfahren dann nicht geboten, wenn die Fundamente nicht tiefer unter der Fundamentsohle des alten Baues liegen, als diese breit ist. Das neue Fundament wird in diesem Falle stückweise neben dem alten verlegt, wobei die Steine des neuen Mauerwerks scharf gegen den senkrecht abgestochenen Boden des Nachbargrundstücks angesetzt werden. Solche Arbeiten dürfen nicht zugleich an mehreren Stellen begonnen werden, es sei denn, dass die einzelnen Arbeitsplätze etwa um die 12fache Stärke der Mauer von einander entfernt liegen.

Bei einer Unterfahrung der Giebelwand ist dieselbe von dem Neubau aus sorgfältig abzusteißen; Absteifung im Innern des alten Gebäudes ist daneben nur in seltenen Fällen nöthig. Der Maurer gräbt die einzelnen Löcher, die unter das zu unterfangende Fundament

führen, selbst aus und gerade gross genug, um sich beim Arbeiten darin bewegen zu können. Die unterste Steinschicht wird gleich in ein Zementmörtelbett gelegt und durch Hammerschläge gut angetrieben; Klinker eignen sich für diese Arbeiten am besten. Guter Verband und enge Fugen sind von besonderer Wichtigkeit. Die Ausführung geschieht nach Fig. 209 weiter. Die letzte Schicht muss selbstverständlich mit besonderer Sorgfalt eingebracht — verkeilt — werden. Um nicht zu grosse tragende und zusammenhängende Flächen des vom Fundament stark gedrückten Erdreichs, wenn auch nur nach und nach, zu entfernen, wird die Unterfahrung in bestimmten Abständen mit einzelnen Pfeilern ausgeführt. Diese haben dann Zeit zu erhärten, wonach die Zwischenstücke eingefügt werden.

In sehr schwierigen Fällen müssen die unter die Fundamente führenden Gräben bergmännisch, wie Stollen ausgezimmert und ausserdem Absteifungen des alten Gebäudes vorgenommen werden. Ein betr. Beispiel ist in D. Bauzeitg. 1883 S. 329 im einzelnen mitgeteilt; dasselbe betrifft die Restauration der Hahnenthorburg in Köln.

Bei festem Boden kann man die Absteifung des Nachbargiebels dadurch entbehrlich machen und trotzdem mit grosser Sicherheit

arbeiten, dass man das neue Gebäude erst im Rohbau fertig stellt, so dass dasselbe dem vorhandenen Gebäude als Stütze dienen kann. Das Fundament der anstossenden Mauer des Neubaus wird in einzelnen Pfeilern *a a*, Fig. 210, ausgeführt, die oben durch Mauerbögen verbunden sind; zwischen diesen kann später die Unterfangung des Nachbargiebels erfolgen. Dass dabei kleine Stücke *b* ununterfangen bleiben, schadet nichts, weil sich Mauerwerk, selbst geringer Güte,

auf so kurze Längen frei trägt. Der Eckpfeiler *b⁰* muss allerdings von der Front aus gänzlich unterfahren werden.

Reicht das Fundament der zu unterfahrenden Mauer in das Grundstück des neu zu erbauenden Hauses hinein, so kann man die über die Grenze tretenden Absätze abstemmen, wenn die Tragfähigkeit des Fundamentes dadurch nicht allzu sehr geschmälert wird. Sollte das aber zu befürchten sein, so ist nach Fig. 211 das Fundament des Neubaus über das Bankett des Nachbargiebels auszukragen und dabei ein Spielraum von mindestens 6—10 cm für das Setzen des Neubaus zu belassen. —

Sehr erhebliche Verstärkungsarbeiten der alten Fundamente sind für die Vollendung des Ulmer Münsterthurmes vorgenommen worden. Dieselben bestanden nicht nur in der Einführung von umgekehrten Bögen unter den grossen Oeffnungen der Ost- und Westseite des Thurmes, sondern auch in Ansetzung angeschroteter Verstärkungspfeiler im Aeusseren der bereits vorhandenen Fundamentpfeiler, also in einer wesentlichen Vergrösserung der Fundamentsohle, hauptsächlich des am meisten gefährdeten, nordöstlichen Thurmviertels von bisher 99 qm

Fig. 209.

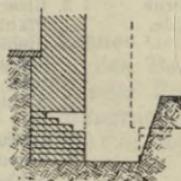


Fig. 211.

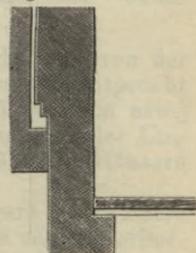
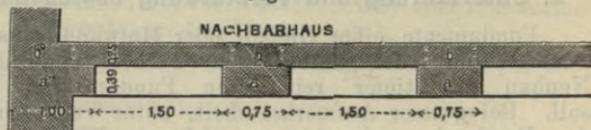


Fig. 210.



auf 132,5 qm. Trotzdem die vorhandene Belastung von 9 380 700 kg durch den neuen Thurmaufbau und den Einbau in die grosse Oeffnung der Ostseite um 3 144 100 kg vermehrt worden, ist die Belastung von 1 qm Baugrund durch die Fundamentverbreiterung von 9,47 kg auf 9,15 kg herab gemindert worden. Die Einzelheiten dieser Ausführung sind im Jahrgang 1882 der Deutschen Bauzeitg. S. 231 und 245 mitgetheilt, woselbst auf S. 256 auch „das Auswechseln der Pfeiler und Fundamente eines Kellers“ beschrieben und dargestellt ist.

X. Stärke der Mauern über Erdgleiche.

Die hierher gehörigen Mauern können eingetheilt werden in: 1. frei stehende Mauern, 2. Stütz- oder Futtermauern, 3. raumumschliessende Mauern bei Gebäuden und 4. Widerlagsmauern bei Bogen und Gewölben.

a. Frei stehende Mauern.

Dieselben dienen zur Einfriedigung usw. und müssen allein auf Widerstand gegen Winddruck berechnet werden. Wird der Winddruck auf die senkrecht zur Windrichtung stehende Fläche (qm) mit P (kg), die Windgeschwindigkeit mit v (m in 1 Sek., hier zu 33,5 m anzunehmen), mit $g = 9,81$ m die Beschleunigung der Schwere, mit Y ein Erfahrungswert, der mit der Grösse der Fläche von 1,86 bis 3 wächst, endlich mit γ (kg) das Gewicht von 1 cbm Luft bezeichnet, so ist:

$$P = Y\gamma F \frac{v^2}{2g}$$

Für $Y = 1,86$ und $\gamma = 1,292$ ergibt sich hieraus:

$$P = 0,12248 F v^2$$

Wird der Werth $v = 33,5$ m eingesetzt, so ist:

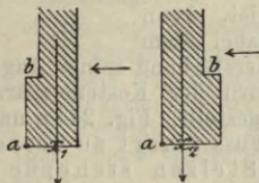
$$P = 0,12248 F 33,5^2 = 137,45 F \text{ und für } 1 \text{ qm: } P = \text{rd. } 137 \text{ kg.}$$

Die Standsicherheit einer Mauer gegen Umkanten ist unter Voraussetzung nicht grosser Höhe durch das Produkt aus Eigengewicht

Fig. 212.



Fig. 213 a u. b.



und einem Hebelsarme gleich dem Abstand des Schwerpunkts von der Drehkante bestimmt. Je weiter die Drehkante von der Schwerlinie entfernt liegt, um so grösser wird die Standsicherheit sein und umgekehrt; für diesen Zweck wirken Fundament-Absätze günstig.

Beispiel: Bei einer Mauer, Fig. 212, von 6 m Länge und 4 m Höhe, wovon der obere 3 m hohe Theil 0,38 m, der untere, 1 m hohe, 0,51 m stark ist, hat die Drehkante 0,255 m Abstand vom Schwerpunkt. Da $F = 24$ qm ist, so ist $P = 137 \cdot 24 = \text{rd. } 3300$ kg und das Moment: $P \cdot 2,0 \text{ m} = 6600$ kg. Das Mauergewicht beträgt, wenn Ziegelausführung vorliegt, (1600 kg/1 cbm) 15 840 kg. Daher ist das Moment, welches die Mauer der Wirkung des Winddrucks entgegensetzt: $M = 0,255 \cdot 15 840 = 4039$ kg/m; die Standfähigkeit der Mauer ist also nicht genügend und Verstärkung derselben erforderlich.

Bei Mauern von grösserer Höhe reicht die vorstehende Rechnung nicht aus. Bei diesen ist die Mauerstärke aus der Bedingung zu bestimmen, dass der Schnittpunkt der Resultirenden aus dem Mauer- gewicht und dem Winddruck innerhalb des mittleren Drittels der Basisbreite falle, damit der Mörtel nicht auf Zugfestigkeit beansprucht werde.

Günstig für die Standfähigkeit ist es, wenn, Fig. 213a, der Fundamentabsatz einseitig auf der dem Winde entgegen gesetzten Seite ausgeführt wird; dagegen ist es ungünstig, Fig. 213b, wenn der seitliche Fundamentabsatz an der dem Winde zugekehrten Seite liegt.

Ausser durch Vorziehen des Sockels kann eine Mauer wirksam durch Strebe Pfeiler verstärkt werden. Die Pfeiler-Entfernungen sind aber so zu wählen, dass der Steinverband und die Bindekraft des Mörtels ausreichen, um selbständige Bewegungen der zwischen je zwei Pfeilern liegenden Mauerlänge zu verhindern. Strebe Pfeiler durch Gurtbögen mit einander in Verbindung zu bringen, wie das öfter bei

Fig. 214 a u. b.

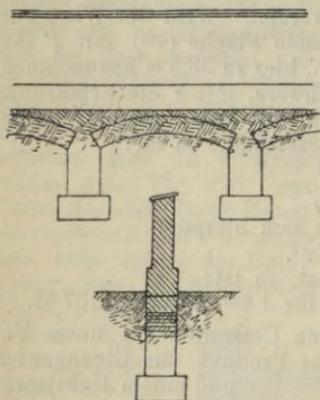
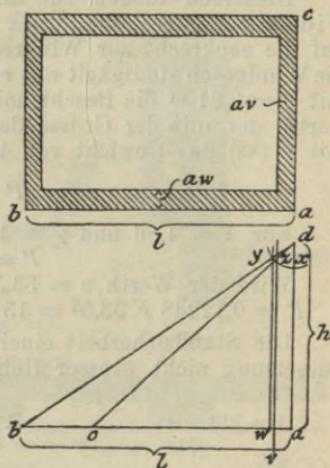


Fig. 215 a u. b.



alten Mauern bewirkt ist, kann schädlich sein, weil dabei dem

Winde Gelegenheit zur Verstärkung seines Angriffs gegeben wird.

Solche Mauern werden der Kostenersparnis wegen häufig auf Pfeiler mit Mauerbögen gestellt, Fig. 214a und b; es ist dann aber nach Fertigstellung der Fuss sofort zu verschütten, weil sonst ein Sturm die auf Stelzen stehende Mauer leicht umwerfen würde.

Die Mauerstärken bei Anwendung von Werksteinen, Ziegelsteinen, lagerhaften Bruchsteinen, unregelmässig geformten Geschiebsteinen sollen sich, nach Rondelet, wie 5 bis 6 : 8 : 10 : 15 verhalten.

Die Stärke geradliniger, unbelasteter Mauern, welche einen rechteckigen Raum umschliessen, die also an den Enden durch die anstossenden Seitenmauern gestützt sind, findet man, nach Rondelet, folgendermassen:

Man trage, Fig. 215 a u. b, die Höhe $ad = h$ der Mauer in a auf ihrer Länge $ab = l$ auf, theile jene in 8—12 gleiche Theile, je nach der Standsicherheit, die man erzielen will, nehme den obersten Theil dx

in den Zirkel und schlage mit dieser Länge um d einen Kreisbogen, der die Diagonale db in y schneidet. Alsdann giebt die Entfernung der Senkrechten durch y von ad die Stärke der Mauer $aw = s$ an. Ebenso findet man die Stärke av der kurzen Seite des Rechtecks, wenn man diese von a bis c aufträgt, durch Bestimmung des Schnittpunktes z der Diagonale dc mit dem Kreisbogen wie vor. Es ist dann: $s = \frac{lh}{n\sqrt{l^2 + h^2}}$, worin $n = \frac{h}{s}$ ist.

Bei kreisrunden Mauern ist $ab = b = \frac{1}{12}$ des Umfangs anzunehmen = der Seite des eingeschriebenen 12-Ecks oder rd. = $\frac{1}{4} D$ des äusseren Kreises. Daher ist hier: $s = \frac{Dh}{n\sqrt{D^2 + 16h^2}}$. Hierbei ist Ziegelmauerwerk von mittelguter Arbeit und mittelmässigem Material vorausgesetzt, desgleichen, dass die Mauer durch Wind nur von aussen gedrückt werde, nicht von der Innenseite aus.

b. Futtermauern.

Dieselben haben dem wagrechten Druck, des dahinter liegenden Bodens zu widerstehen. Futtermauern werden Stützmauern genannt, wenn der dahinter liegende Boden zu grösserer Höhe, als die Mauerkrone hinauf reicht; die genauere Bestimmung von Stützmauern muss hier um so mehr ausser Betracht gelassen werden, als sie sehr umständlich ist und derartige Mauern im Hochbau nur höchst selten vorkommen. Es wird hier auch nur die einfachste Ausführungsweise von Futtermauern behandelt: geradlinig begrenztes Profil und geringe Höhe.

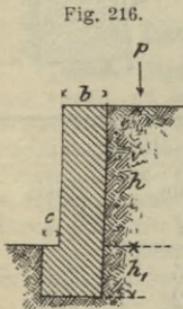


Fig. 216.

Bezeichnen: p die Belastung in kg für $1 qm$ der Oberfläche der hinter der Mauer liegenden Erde, φ den natürlichen Böschungswinkel, γ_e und bezw. γ_m die Gewichte von $1 cbm$ Erde und Mauerwerk (kg), μ ($= 0,70$ anzunehmen) den Reibungs-Koeffizienten für Mauerwerk auf Mauerwerk, k die grösste zulässige Druckspannung in einer Mauerfuge:

- = 50 000 kg für $1 qm$ bei Bruchstein-Mauerwerk,
- = 70 000 " " $1 qm$ " Backstein-Mauerwerk,
- = 100 000 " " $1 qm$ " gutem Backstein-Mauerwerk in Kalkmörtel,
- = 120 000 " " $1 qm$ " Klinkermauerwerk in Zementmörtel ausgeführt, $k_1 = 25 000 kg$ die Tragfähigkeit für $1 qm$ guten Baugrund, so ist die erforderliche Dicke b der Mauer bei der Höhe h , Fig. 216:

$$b_d = \frac{h(\gamma_e h + 3p) \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{1}{2}\varphi)}{\gamma_m (3 - 4 \frac{\gamma_m}{k} h)},$$

wenn Sicherheit gegen Zerdücken des Materials unter der Eigenlast der Mauer und:

$$b_r = \frac{\gamma_e h + 2p}{2\mu \gamma_m} \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{1}{2}\varphi),$$

wenn Sicherheit gegen Gleiten der Mauer bestehen soll.

Der grössere dieser beiden Werthe ist auszuführen.

Der Fundamentvorsprung c berechnet sich aus:

$$c = \frac{1\gamma_e H^2}{6\gamma_m b} \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) + \frac{2\gamma_m b H}{3k_1} - \frac{b}{2}$$

worin: $H = h + h_1 + \frac{p}{\gamma_e}$.

Die Durchschnittswerthe für γ_e und φ sind:

| | | | |
|-------------------------|--------------------------------|-----|---------------------------------------|
| bei trockenem Lehmboden | $\gamma_e = 1\ 500$ kg | und | $\varphi = 40^{\circ}$ – 46° |
| „ nassem | „ = 1 900 | „ | „ = 20° – 25° |
| „ trockener Thonerde | „ = 1 600 | „ | „ = 40° – 50° |
| „ nasser | „ = 1 980 | „ | „ = 20° – 25° |
| „ nasser Dammerde | $\gamma_e = 1\ 600$ – $1\ 700$ | „ | „ = 30° – 37° |
| „ nassem Kies | $\gamma_e = 1\ 860$ | „ | „ = 25° |
| „ nassem Steinschotter | „ = 1 600 | „ | „ = 35° – 40° |
| „ Wasser | „ = 1 000 | „ | „ = 0 |

Sowohl mit Rücksicht auf Sicherheit gegen Umstürzen als gegen Gleiten ist es vortheilhaft, ein trapezförmiges Mauerprofil anzuwenden. Wenn man die Rückseite der Mauer nicht glatt, sondern mit Absätzen (Banketten) ausführt, wird — durch die Last der auf den Absätzen ruhenden Erdkörper — die Standfähigkeit der Mauer weiter vergrößert. Es ist aber zu beachten, dass die Böschung die Verwitterung des Materials an der frei liegenden Seite sehr begünstigt, weil dem raschen Ablauf des Wassers Hindernisse bereitet sind, und dass auf den Absätzen, wenn sie wagrecht angelegt werden, sich Wasser sammelt, welches in die Mauer einsickert und dieselbe durchnässt.

Die Böschung an der Vorderseite nimmt man bei Backstein-Mauerwerk $\frac{1}{10}$ – $\frac{1}{15} h$, bei Quadermauerwerk $\frac{1}{6}$ – $\frac{1}{10} h$. Die mittlere Stärke einer geböschten Futtermauer wird im allgemeinen $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{3} h$ genommen. Für den gewöhnlichen Gebrauch sei hier eine Tabelle über die Stärke der Stützmauern der vormal. Rheinischen Eisenbahn angegeben, Fig. 217.

Fig. 217.



| h | Breite | | h | Breite | |
|------|--------|-------|-------|--------|-------|
| | Krone | Basis | | Krone | Basis |
| m | m | m | m | m | m |
| 1,88 | 0,47 | 0,63 | 6,27 | 1,75 | 2,26 |
| 2,51 | 0,70 | 0,95 | 7,52 | 2,12 | 2,75 |
| 3,14 | 0,86 | 1,11 | 9,40 | 2,66 | 3,30 |
| 3,76 | 1,08 | 1,33 | 12,54 | 3,52 | 4,54 |
| 4,40 | 1,25 | 1,60 | 15,70 | 4,40 | 5,64 |
| 5,02 | 1,40 | 1,83 | 18,80 | 5,00 | 6,44 |
| 5,64 | 1,60 | 2,00 | | | |

Auch bei Futtermauern ist die Anordnung von Strebepeilern sehr vortheilhaft; legt man sie an die Vorderseite, so kommen sie gleichzeitig der Erscheinung der Mauern zustatten. Stehen die Strebepeiler in Entfernungen von 1 – $1\frac{1}{2} h$, aber höchstens $5,5$ m weit, so kann die Basisstärke der Futtermauer auf $0,14 h$ ermässigt werden. In England ist für Futtermauern ein Profil beliebt, dessen Umrisslinien Kreisbögen bilden; die Mittelpunkte des obersten Theils liegen in Höhe der Mauerkrone. Solche Mauern sind in der Materialmenge allerdings sparsam — da sie als mittlere Stärke nur etwa $\frac{1}{5}$ der Mauerhöhe erhalten — aber bei der sehr geringen Neigung, welche im unteren Theil der Vorderfläche besteht, und der das Eindringen von Nässe befördernden radialen Fugenrichtung sehr dem Verwittern ausgesetzt, gewähren ausserdem einen unschönen Anblick.

Je grösser der natürliche Böschungswinkel des gestützten Bodens, um so geringer stellt sich das Stärkeerforderniss der Futtermauern heraus. Der Winkel φ wechselt aber theils „mit der Struktur“ des Erdreichs, theils mit dessen Feuchtigkeitszustande. Günstig ist grobkörniges Material, wie auch trockner Thon, ungünstig feiner Sandboden und nasser Thon. Folglich wird die Hinterfüllung einer Futtermauer mit trockenem Thon für die Standfähigkeit einer Mauer von grossem Nutzen sein, wie desgleichen die Abhaltung von Feuchtigkeit von dem Hinterfüllungs-Boden. Es ist daher bei Futtermauern auf Ableitung des sich auf der Oberfläche des gestützten Bodens, sowie im Boden selbst sammelnden Wassers grosse Sorgfalt zu verwenden, um so mehr, als die Durchfeuchtung der Mauer die baldige Zerstörung des Materials zurfolge zu haben pflegt. Beiden Zwecken dienen Sickerschlitze, die im Fusse der Mauer angelegt werden, sowie Anstriche der Mauer auf der Rückseite mit Feuchtigkeit abhaltenden Mitteln, wie auch ein Putz aus Zementmörtel. Endlich ist es von Wichtigkeit, frisch hergestellte Futtermauern mit Vorsicht zu hinterfüllen, d. h. den Füllboden in dünnen Lagen einzubringen und denselben so weit zu stampfen, dass bei einer etwaigen Durchnässung nicht Zusammensinkungen oder Rutschungen eintreten, die für den Bestand der Mauer leicht gefährlich werden können. Schwache Punkte einer Futtermauer bilden in der Regel ausspringende Ecken.

c. Raumumschliessende Mauern bei Gebäuden.

Bei der Berechnung der Stärke der Gebäudemauern würde wegen der vielen zu berücksichtigenden Nebenumstände der Erfahrungskoeffizient eine so grosse Rolle spielen, dass man von einer Berechnung absehen kann; es werden zudem die Mauerstärken in vielen Fällen durch polizeiliche Bestimmungen mehr oder weniger genau vorgeschrieben, wozu übrigens auch die Erfahrung ausreichende Unterlagen geliefert hat.

Die Mauern sind entweder Umfassungs- (Aussen-) Mauern oder Scheide- (Innen-) Mauern; beide können belastet oder unbelastet sein.

Sind die Mauern bei Gebäuden mit einem Geschoss in der Höhe nicht gestützt, d. h. nicht durch Balken belastet, die eine Verankerung bilden, so ist für l in der S. 99 angegebenen Formel die lichte Gebäudetiefe t zu setzen und es wird dann: $s = \frac{th}{12\sqrt{t^2 + h^2}}$.

Findet aber in irgend einer Höhe eine Stützung statt, so dass die darüber liegende Höhe h^1 ist, so folgt:

$$s = \frac{t(h + h^1)}{24\sqrt{t^2 + h^2}}$$

Ist die Höhe des oberen Geschosses bis unter das Dach bei Gebäuden mit mehren Geschossen = h , so ist die Mauerstärke s_1 des oberen Geschosses, wenn das Gebäude in der Tiefe hat:

$$1 \text{ Zimmer: } s_1 = \frac{2t + h}{48}, \quad 2 \text{ Zimmer: } s_2 = \frac{t + h}{48}$$

und wenn eine das Gebälk tragende Mittelmauer vorhanden ist:

$$s = \frac{t + h}{36}.$$

Umfassungswände erhalten bis 4,2^m Geschosshöhe im obersten Geschoss 1 $\frac{1}{2}$ Stein Stärke; in jedem tiefer liegenden Geschoss werden sie um 1 $\frac{1}{2}$ Stein stärker gemacht. Haben diese Aussenwände

auf mindestens 7,5 m Länge eine Scheidewand, so können die Umfassungswände der beiden obersten Geschosse je $1\frac{1}{2}$ Stein stark und die je zweier darunter liegenden um $\frac{1}{2}$ Stein stärker genommen werden. Kellermauern müssen $\frac{1}{2}$ Stein stärker, als die Mauern des Erdgeschosses sein.

Umfassungswände von grosser Höhe h (m) erhalten:

$$\frac{3}{2} + \frac{h}{20} \text{ bis } \frac{2}{3} + \frac{h}{16} \text{ Stein Stärke.}$$

Man macht also bei einem 4 geschossigen Gebäude von gewöhnlichen Verhältnissen:

| im | die Umfassungsmauern | die belasteten Mittelmauern |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|
| 4. Geschoss | $1\frac{1}{2}$ St. = 38 cm | $1\frac{1}{2}$ St. = 38 cm |
| 3. " | $1\frac{1}{2}$ " = 38 " | $1\frac{1}{2}$ " = 38 " |
| 2. " | 2 " = 51 " | $1\frac{1}{2}$ " = 38 " |
| 1. " | 2 " = 51 " | $1\frac{1}{2}$ " = 38 " |
| Erdgeschoss | $2\frac{1}{2}$ " = 64 " | 2 " = 51 " |
| Kellergeschoss | 3 " = 78 " | $2\frac{1}{2}$ " = 64 " |

Umfassungswände kleiner, eingeschossiger Wohngebäude braucht man, sofern blos die Standfähigkeit in Betracht gezogen wird, nur 1 Stein stark machen; doch halten diese dünnen Mauern weder die Feuchtigkeit, noch die Kälte ausreichend ab. Bei Gebäuden mit nur 1 Stein starken Mauern sind diese unter jedem Binder mit Vorlagen von mindestens $\frac{1}{2}$ Stein Stärke und 2— $2\frac{1}{2}$ Stein Breite zu versehen.

Giebelwände bei frei stehenden Gebäuden mit Walmdächern werden bezüglich der Stärke wie vor behandelt.

Frei stehende Giebel an der Grenze erhalten im Dachgeschoss die Stärke von 1 Stein mit Verstärkungspfählern, den Bundstielen entsprechend, von wenigstens 2 Stein Breite und $\frac{1}{2}$ Stein Stärke. Im obersten Geschosse des Hauses folgt dann die Mauerstärke von $1\frac{1}{2}$ Stein, darauf eine solche von $1\frac{1}{2}$ (oder 2 Stein bei grosser Tiefe und Höhe), dann von 2 Stein, schliesslich von 2 oder $2\frac{1}{2}$ Stein usw.

Von nicht frei stehenden Giebelmauern unterscheidet man gemeinschaftliche und nicht gemeinschaftliche. Erstere werden (neuerdings meist gesetzlich verboten) wie die frei stehenden Grenzgiebel ausgeführt. Nicht gemeinschaftlichen Giebelmauern giebt man im Dachgeschoss 1 Stein Stärke mit eingebundenen Stielen, den darunter liegenden 2 Geschossen 1 Stein, den nächstfolgenden $1\frac{1}{2}$ Stein Stärke bis zum Kellergeschoss hinab.

Bei hohen Pultdächern hat man wieder zu unterscheiden: ob dieselben frei stehen oder nicht. In ersterem Fall werden die Wände im Dachgeschoss 1 Stein stark, in den darunter liegenden 3 Geschossen $1\frac{1}{2}$ Stein, dann für je 2 Geschosse $\frac{1}{2}$ Stein stärker gemacht. Bei nicht an der Nachbargrenze stehenden Wänden der Pultdächer werden bei nur $\frac{1}{2}$ Stein Mauerstärke die Dachhölzer ausserdem $\frac{1}{2}$ Stein breit eingefasst.

Balken tragende Mittelwände (s. die vorstehende Tabelle) nimmt man, 4 Geschosse über einander, $1\frac{1}{2}$ Stein, die beiden darunter folgenden 2 Stein stark an.

Sogen. Scheidewände werden durch alle Geschosse nur $\frac{1}{2}$ Stein stark, bei grossen Abmessungen jedoch aus Fachwerk oder 1 Stein stark hergestellt; vereinzelt führt man solche Wände auch aus hochkantig gestellten, porösen Steinen in Zementmörtel aus, wenn die Abmessungen gering sind, die Unterstützung fehlt, oder ein vorübergehender Zweck vorliegt.

Brandmauern ist stets die Stärke von 1 Stein zu geben; dieselben sollen die Dachfläche um 20 cm überragen.

Bei den vorstehenden Stärkenangaben aller Balken tragenden und Giebel-Wände ist ausreichende Verankerung an den Gebälken vorausgesetzt.

Zu den Umfassungsmauern rechnet man auch solche, die zur Bildung kleiner Höfe (Lichthöfe) dienen; es ist aber dabei zu berücksichtigen, ob dieselben Balken tragen oder nicht. — Scheidewänden, welche zwei Wohnungen in demselben Gebäude trennen, sollten immer mindestens 1 Stein stark gemacht werden, ebenso solche an Vorhallen, Treppenhäusern oder sonstigen kalten Räumen, welche mit der anderen Seite an heizbare Zimmer grenzen.

Die Anlage von Rauch- und Lüftungsröhren in Scheidewänden fordert eine Stärke der letzteren von mindestens 38 cm; wo dieselbe nicht vorhanden ist, sind Vorlagen nöthig. Man hat dabei darauf zu achten, dass auf eine solche Röhre nicht das Widerlager eines Gurtbogens trifft. An Treppenhauern dürfen im Innern keine Absätze gemacht werden; man bestimmt die untere und obere Mauerstärke, nimmt das Mittel und führt dasselbe glatt von unten bis oben durch. Diese Stärke darf aus feuerpolizeilichen Gründen nicht weniger, als 1 Stein betragen, bei frei tragenden Treppen von mehr als 1,25 m Stufenlänge nicht unter $1\frac{1}{2}$ Stein. Wenn bei Treppenhaus-Mauern Absätze nicht vermieden werden können müssen dieselben unter Läufen oder Podesten so endigen, dass sie verdeckt werden; besser werden sie in den an die Treppenhäuser anstossenden Räumen angeordnet.

Bezüglich der S. 98 besprochenen Stärke von Bruchstein-Mauerwerk im Vergleich zu Ziegelmauerwerk ist hier nur nachzutragen, dass die Absätze dabei stets 0,15 oder 0,20 m breit gemacht werden.

Für die Stärke der Mauern von Fabrikgebäuden giebt Redtenbacher folgende empirische Formeln, in welchen s_3 die Stärke der obersten, s_2 und s_1 der darunter liegenden Umfassungsmauern, h_3 , h_2 und h_1 die Geschosshöhen, t die Tiefe des Gebäudes bezeichnen:

$$s_3 = \frac{t}{40} + \frac{h_3}{25}; \quad s_2 = \frac{t}{40} + \frac{h_3 + h_2}{25} \quad \text{und} \quad s_1 = \frac{t}{40} + \frac{h_3 + h_2 + h_1}{25}.$$

Ist $t = 10$ m, $h_3 = 3,5$, $h_2 = 3,75$ und $h_1 = 4,0$, so ergiebt das:

für $s_3 = 0,39$, also $1\frac{1}{2}$ Stein Stärke.

„ $s_2 = 0,54$, „ $2-2\frac{1}{2}$ „ „

„ $s_1 = 0,70$, „ $2-3$ „ „

Bei grösseren Thürmen wird man im obersten Geschoss mit wenigstens 2—3 Stein Stärke beginnen und dann Geschosse von 4 bis 6 m Höhe bilden, die man, nach unten gehend, um je $\frac{1}{2}$ Stein verstärkt. Eckpfeiler an Thürmen, Mauern stark belasteter Magazine oder einzelne Pfeiler derselben, müssen in Bezug auf ihre Belastung genauer berechnet werden. Das Gleiche ist bei Kirchenmauern nothwendig, welche Seitenschub durch Gewölbe erleiden.

d. Widerlagsmauern bei Bögen und Gewölben.

Die Angaben der nachstehenden Tabelle können nur für die Widerlager von Gewölben geringer Spannweite benutzt werden; die Widerlager dürfen schwächer ausgeführt werden, wenn sie belastet sind. Auch durch die Hintermauerung der Gewölbe bis zu $\frac{2}{3}$ der Pfeilhöhe derselben wird die Stärke der Widerlager ermässigungsfähig, weil durch diese Last die Mittellinie des Druckes eine günstigere Lage erhält.

| Bezeichnung der Gewölbeart: | Widerlagsstärke bei der Spannweite = 1. |
|--|---|
| 1. Tonnengewölbe. | |
| a) Halbkreisbögen | $\frac{1}{5} l$ |
| b) gedrückte Bögen, bis $\frac{1}{4}$ der Spannweite zur Stichhöhe . . . | $\frac{1}{4} l$ |
| c) desgl. mit weniger als $\frac{1}{4}$ z. Stichh. | $\frac{2}{7} l$ |
| d) bei überhöhten Bögen | $\frac{1}{6} - \frac{1}{7} l$ |
| 2. Preussische Kappen. | |
| a) Gurtbögen, je nachd. ihre Widerlager mehr oder weniger belastet | $\frac{1}{3} - \frac{1}{5} l$ |
| b) Kappen | $\frac{1}{4} - \frac{1}{5} l$ (aber nicht unt. $1\frac{1}{2}$ Stein). |
| 3. Klostergewölbe | bei quadrat. Grundriss $\frac{2}{3}$ d. Stärke des Tonnengew. gleich. Spannwt., $\frac{3}{4}$, wenn die eine Seite des Grundr. doppelt so gross, als die andere ist. |
| 4. Scheitrechte Sturze | $\frac{1}{2} - \frac{1}{3} l$ |
| 5. Kuppelgewölbe | $\frac{1}{8} l$ (halb so stark wie beim Tonnengew. von gleich. Spannwt.) |
| 6. Böhmisches Kappen | $\frac{1}{4} - \frac{1}{5} l$, bei 2 ^m Spannwt. aber nicht unter $1\frac{1}{2}$ Stein. |
| 7. Kreuzgewölbe. | |
| a) gedrückte und halbkreisförmige | $\frac{1}{4} - \frac{1}{6} l$ d. Spannwt. in diagon. Richt. |
| b) überhöhte und spitzbogige | $\frac{1}{5} - \frac{2}{7} l$ desgl. |
| 8. Sterngewölbe | $\frac{1}{4} - \frac{1}{7} l$ desgl. ¹⁾ |
| 9. Gurtbögen. | |
| a) Rundbögen | $\frac{1}{4} l$ |
| b) überhöhte oder Spitzbögen | $\frac{1}{5} - \frac{1}{6} l$ |
| c) gedrückte, bis $\frac{1}{8}$ Pfeilhöhe | $\frac{1}{4} - \frac{1}{3} l$ |
| d) Segmentbögen, bis $\frac{1}{12}$ Pfeilhöhe | $\frac{1}{2} l$ |
| e) Scheitrechte Bögen | $\frac{2}{3} l$ |

XI. Thür- und Fenster-Oeffnungen in Mauern.

Grösse und Form der Thür- und Fensteröffnungen eines Gebäudes hängen von der Benutzung derselben, den Geschosshöhen und der Architektur ab. Es kann der obere Abschluss scheinrecht, flach-, rund- oder spitzbogig ausgeführt werden.

¹⁾ Vergl. ferner Gottgetreu „Maurerarbeiten“ usw.

a. Thüren und Thore.

Die gewöhnlichen Abmessungen von solchen in ländlichen und städtischen Gebäuden sind folgende:

| | | | | |
|--|-----------------|-------------------|--------|-------|
| Scheunen-Thore | 3,20 bis 4,50 m | breit, mindestens | 2,80 m | hoch; |
| Remisen-Thore | 2,50 " 3,20 " | " " | 2,80 " | " " |
| Ausfahrts-Thore in } Schafställen | 3,20 | " " | 2,80 " | " " |
| Pferdestall-Thüren } zum Hineinfahren | 1,25 " 1,50 " | " " | 2,05 " | " " |
| zum Hineinreiten | 2,55 | " " | 2,80 " | " " |
| Pferdestall-Thüren, gewöhnlich | 1,40 " | " " | 2,35 " | " " |
| für Ackerpferde | 1,25 " | " " | 2,05 " | " " |
| Rindviehstall-Thüren | 1,55 " | " " | 2,20 " | " " |

Thüren in Wohngebäuden:

| | | | | |
|---------------------|-------------|-------------------|--------|-------|
| Durchfahrts-Thore | 2,50—3,50 m | breit, mindestens | 2,80 m | hoch; |
| Hausthüren | 1,50—2,25 " | " " | 2,50 " | " " |
| Thüren für Säle | 1,50—2,25 " | " " | 2,50 " | " " |
| " " Gesellschafts- | 1,25—1,50 " | " " | 2,50 " | " " |
| zimmer, 2flügelig | | | | |
| " " Wohnzimmer | 1,00—1,25 " | " " | 2,00 " | " " |
| " " 1flügelig | | | | |
| " " kleinere Wohn- | 0,90—1,10 " | " " | 2,00 " | " " |
| zimmer | | | | |
| Küchenthüren | 0,90—1,10 " | " " | 2,00 " | " " |
| Speisekammer-Thüren | 0,70—0,90 " | " " | 1,80 " | " " |
| Tapeten Thüren | 0,60—0,70 " | " " | 1,80 " | " " |

Fig. 218.

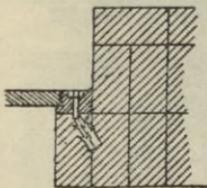


Fig. 219.

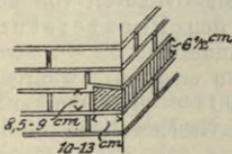
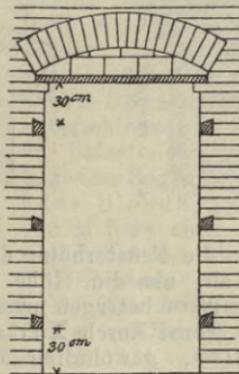


Fig. 220.



Alle Haus- oder Eingangs-Thüren werden in der Mauer mit einem sogen. Anschlag von mindestens 25 cm Tiefe und 12 cm Breite zum Befestigen des Futterrahmens angelegt, Fig. 218. Auch gewöhnliche Thüren im Keller, in Ställen usw., welche nur durch Stützhaken und Bänder befestigt werden, erhalten meist Anschläge von 13 cm Breite und Tiefe, innere Thüren dagegen entweder

Zargen, Fig. 221a u. b oder eingemauerte Dübel, Fig. 219—220, nebst Ueberlagsbohlen, beide aber einen sorgfältig eingewölbten Sturz von 1—1½ Stein Stärke. Der Zwischenraum zwischen Sturz und Holzwerk wird erst kurz vor dem Putzen der Räume mit hochkantig gestellten Steinen an beiden Seiten flach ausgemauert, Fig. 220. Die Schwellen der Thürzargen sind nie sogleich mit zu vermauern, sondern bleiben frei, durch einzelne Mauersteine unterstützt, liegen, bis keine Feuchtigkeit mehr von aussen in das Gebäude eindringen kann. Diese Vorsicht ist nöthig, weil die eingemauerten

Schwellen nicht austrocknen können und deshalb leicht der Schwamm an ihnen auftritt. Besser wäre es, diese Schwellen durch L-Eisen zu ersetzen. — Die Oeffnungen innerer Thüren müssen für das einzusetzende Futter um 10 cm breiter und 5 cm höher gehalten werden, als das spätere lichte Maass der Thüren beträgt. Hausthüren erhalten eine Schwelle von Hausteine oder von Ziegeln als Rollschicht, mit etwas Neigung nach aussen.

Fig. 221 a.

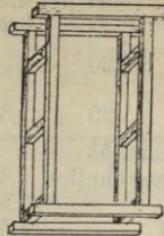
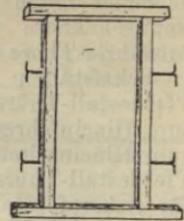


Fig. 221 b.



b. Fenster.

Die geringste Breite eines Fensters beträgt 0,3 m, die der zwei-flügeligen Fenster bei Wohngebäuden 0,90—1,5 m; breitere Fenster werden drei oder mehrtheilig ausgeführt. Die Höhe eines zweitheiligen Fensters ist gleich der 2—2 $\frac{1}{3}$ -fachen Breite, oder gleich der Diagonale des Rechtecks aus der einfachen und doppelten Fensterbreite. Im

Fig. 222.

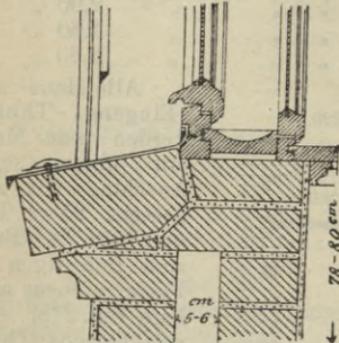
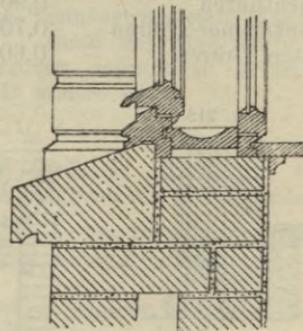


Fig. 223.



allgemeinen hängt aber die Fensterhöhe der Massivbauten von der Geschosshöhe insofern ab, als die Höhe für den Fenstersturz bis zur Decke mindestens 25 cm betragen muss, mindestens 38 cm, wenn ein Balken darauf trifft (sonst durch I-Träger zu ersetzen), während die Brüstung 75—90 cm, gewöhnlich 78—90 cm bis Oberkante Fensterbrett hoch wird. Der Rest der lichten Geschosshöhe bleibt für die Fensteröffnung frei.

Auch die Fenster erhalten einen mindestens 12 cm tiefen Anschlag in der Mauer, dessen Breite 6,5 cm für einfache, 10 cm für Doppelfenster und 12—15 cm für Doppelfenster mit inneren Klapppläden zu machen ist. Alle im Aeusseren runden oder spitzbogigen Fenster müssen einen flachbogigen oder wagrechten Sturz erhalten, wenn die oberen Fenster seitwärts aufschlagen sollen; anderenfalls sind die oberen Flügel zum Herunterklappen einzurichten. Die Fensterbrüstungen werden nach aussen durch eine Rollschicht, Fig. 222, oder eine Sohlbank aus Hausteine schräg abgedeckt, damit das Regenwasser leicht ablaufen kann. Die Hausteine-Sohlbank, Fig. 223, muss so weit

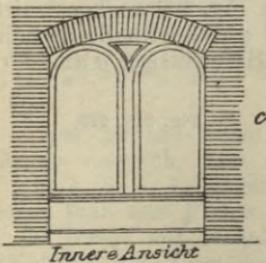
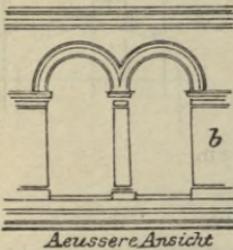
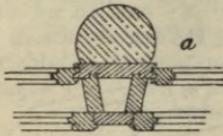
hinter die Kante des Gewändes nach Innen fortreichen, dass der Fensterrahmen auf ersterer aufsteht. Die Fugen zwischen Holzwerk und Haustein werden mit getheertem Hanf oder Werg gedichtet.

Die weniger als 38 cm starken Brüstungen sind mit 5—6 cm breiter Luftschicht zu versehen. (Ueber die Sohlbänke siehe auch S. 21.)

Gekuppelte Fenster werden im Aeusseren durch eine kleine Säule oder einen Pfeiler getrennt. Man wird nur dann auch im Inneren einen solchen Mittelpfeiler stellen können, wenn derselbe mindestens 25 cm breit werden und sonach als Stütze der beiden inneren Fenster-

bögen oder Fenstersturze dienen kann. Es muss also der äussere Pfeiler bei einfachen Fenstern mindestens 38 cm, bei Doppelfenstern 45 cm breit sein. Gestattet es die Architektur nicht, demselben jene Breite zu geben, so fällt, Fig. 224 a, b und c, der Pfeiler innen fort und werden die Fenster selbst im Zusammenhang ausgeführt.

Fig. 224.



XII. Bögen.

a. Bezeichnung der Bögen und Bogentheile.

Oeffnungen in Mauern schliesst man entweder mit geradem Sturz oder mit einem Bogen. Man unterscheidet: Wand- oder Gurtbögen, welche, in Scheidewänden zweier Räume liegend, deren Zusammenhang vermitteln, oft auch darüber liegende Mauern tragen, oder auch als Widerlager von Gewölben dienen usw., Fenster- und Thür-Bögen, oder -Sturze. Ferner werden unterschieden: Entlastungsbögen, welche die Belastung eines oder mehrerer darunter liegender Bögen abzufangen haben, Nischen- oder Blendbögen, welche zwar Theile von Mauern sind, aber nicht durch deren ganze Stärke reichen, und die entweder eine Ersparniss an Mauerwerk bewirken, oder auch zum Schmuck eines Raumes dienen sollen, endlich Grund- oder Erdbögen,

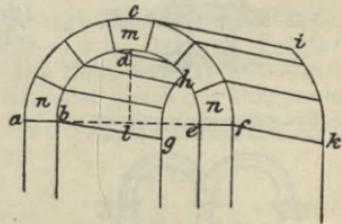
die bereits Seite 91 ff. behandelt sind.

Kleine Oeffnungen können mit einem geraden Steinbalken, einem Sturz oder Architrav, oder mit keilförmigen Steinen (Werk- oder Mauersteinen), grössere mit Werksteinen oder gewöhnlichen Ziegeln mit keilförmigen Fugen „überdeckt“ oder „eingewölbt“ werden. Im Mittelalter wurden Gewölbe und Bögen häufig aus Bruchsteinen hergestellt; heute geschieht das viel seltener. Die Steine wurden auf dem Lehrgerüst verlegt und die Fugen nachträglich mit Mörtel vergossen. Eine solche Wölbung ist selbst bei lagerhaftem Material schwierig auszuführen, da die Steine immer etwas mit Hammer und Meissel bearbeitet werden müssen, um grobe Unebenheiten zu beseitigen; auch ist für solche Ausführungsweise der Bögen ein grösserer Halbmesser Voraussetzung.

Die Ansichtsfläche $abcdef$, Fig. 225, eines Bogens heisst die „Stirn“ oder das „Haupt“ (Vor- und Hinterhaupt), die innere Fläche $bdhgl$ die „innere Laibung“, die äussere Fläche $cifk$ die „äussere Laibung“. Die Entfernung be ist die „Spannweite“ des Bogens, ld die Pfeil- oder Stichhöhe (Pfeil oder Stich), mit dem Scheitel d ; nn sind die „Anfänger- oder Kämpfersteine“, m ist der „Schlussstein“. Jede Wölbung, mit Ausnahme des Spitzbogens, muss einen Schlussstein, keine Schlussfuge haben; eine Fuge darf also, allein mit obiger Ausnahme, nie — senkrecht — im Scheitel liegen. Die den ganzen Druck des Bogens aufnehmenden, unter der „Kämpferlinie“ $abef$ liegenden Mauertheile nennt man die „Widerlager“. —

Der Form nach unterscheidet man scheinrechte Bögen oder gerade Sturze, Segment- oder Flachbögen, Rundbögen, Hufeisenbögen (bei der maurischen Architektur), Spitzbögen (bei der gothischen), und von diesen wieder den lanzettförmigen Bogen, den Tudorbogen und den Eselsrücken. Gedrückte Bögen sind solche, deren Pfeilhöhe geringer, überhöhte solche, deren Pfeilhöhe grösser als die halbe Spannweite ist; hierzu gehören die elliptischen und Korbbögen, zu den überhöhten auch die mit einer „Stelze“ hergestellten Bögen. — Liegen die Widerlager der Bögen nicht in gleicher Höhe, so erhält man den steigenden oder einhüftigen Bogen.

Fig. 225.



b. Zeichnung der Bogenlinie.

Während bei der Frühgothik die Spitzbögen immer „gedrückte“ sind, werden dieselben später gewöhnlich nach Fig. 226 so konstruiert, dass die Spannweite ab in Kämpferhöhe in 4 gleiche Theile getheilt und aus den Mittelpunkten c und d mit den Halbmessern ad und bc

Fig. 226.

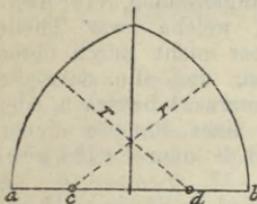


Fig. 227.

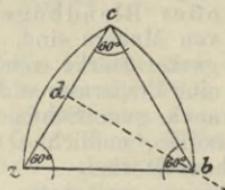
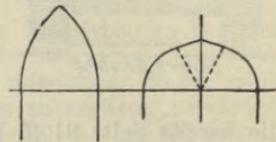


Fig. 228, 229.



der Spitzbogen geschlagen wird, oder, dass, nach Fig. 227, die ganze Spannweite ab als Halbmesser genommen wird. Das eingeschriebene Dreieck abc wird dann ein gleichseitiges. Bei gegebener Höhe und Spannweite würde man den Mittelpunkt auch durch Halbierung der Sehne ac und durch Errichtung einer Senkrechten in Punkt d finden, welche die Kämpferlinie in b schneidet, wenn nicht, wie meistens, der Architekt seinem guten Auge vertraut und den Spitzbogen nach Belieben konstruiert. Fig. 228 zeigt einen Lanzettbogen, Fig. 229 den Tudorbogen, Fig. 230 den Eselsrücken und Fig. 231 den maurischen Hufeisenbogen.

Die gedrückten Bögen sind entweder Ellipsenbögen oder Korbbögen, letztere aus mehren Kreisbögen zusammengesetzt. Die Konstruktion der Ellipse geschieht am einfachsten mittels eines Fadens, der an beiden Enden in den Brennpunkten befestigt ist. Diese Brennpunkte f und f_1 in Fig. 232 findet man, wenn man von dem gegebenen Scheitel d aus mit dem halben grossen Durchmesser ac einen Kreisbogen schlägt, der die Spannweite ab in f und f_1 schneidet. Lässt man einen Bleistift innerhalb des Fadens von der Länge $fd + f_1d$ nach a und b so hingleiten, dass der Faden immer straff angezogen bleibt, so wird die Spitze des Stiftes die Ellipse ad, db zeichnen. dc ist die halbe kleine, ac die halbe grosse Axe derselben.

Sehr einfach ist das Verfahren der sogen. Vergatterung, Fig. 233. Man theilt ac , den Halbmesser eines Kreises = der kleinen Axe der Ellipse bc , ebenso wie die halbe grosse Axe ac der letzteren in gleich viele Theile und macht die in den Punkten 1, 2, 3 und 4 errichteten Ordinaten derselben gleich denen des Kreises. Die Endpunkte $1', 2', 3', 4'$ ergeben, mit einander verbunden, die Ellipse.

Fig. 230.

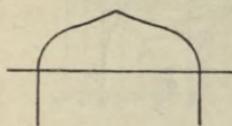


Fig. 231.



Fig. 232.

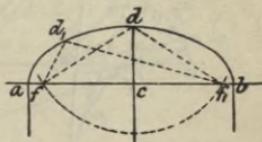


Fig. 233.

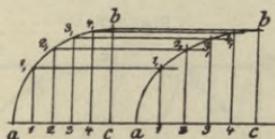
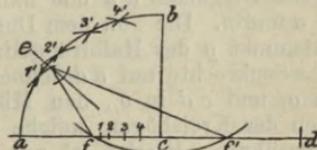


Fig. 234.



Auf gleiche Weise findet man, Fig. 234, einzelne Punkte der Ellipse dadurch, dass man durch beliebige Theilung des Stückes fc in 1, 2, 3, 4 Längen $a1$ und $1d$, $a2$ und $2d$ usw. erhält, mit denen man aus f bzw. f_1 Kreisbögen schlägt, deren Schnittpunkte $1', 2', 3', 4'$, mit einander verbunden, die Ellipse aeb ergeben. — Die Richtung der Normalen, also der Fugen der Wölbung, in einem beliebigen Punkte e findet man in der Halbierungslinie des Winkels, welchen die Radienvektoren, die Verbindungslinien jenes Punktes e mit den Brennpunkten f und f_1 bilden.

Eine vierte bequeme Weise, die Ellipse aus gegebener Spannweite und Höhe des Bogens zu finden, ist die, dass man mit der kleinen und grossen Axe als Halbmesser 2 konzentrische Kreise schlägt, vom Mittelpunkt c aus beliebige Halbmesser $c1'$, $c2'$ usw., dann durch 1, 2, 3, 4 Parallelen zu ab zieht, endlich von $1', 2', 3', 4'$ Senkrechte auf letztere fällt. Die Schnittpunkte $1'', 2'', 3'', 4''$ sind Punkte der Ellipse, welche sich aus kurzen Kreisbögen zusammensetzen lässt, wenn man auf der Mitte der Sehnen $a1'', 1''2'', 2''3''$ usw. Senkrechte errichtet und deren Schnittpunkte f, f', f'', f''' als Mittelpunkte der Bögen benutzt, Fig. 235. Allerdings wird diese Ellipse nicht völlig senkrecht aus dem Kämpferpunkt a hervor gehen, weil der Mittelpunkt

f etwas unterhalb der Kämpferlinie ab liegt; doch lässt sich dieser kleine Fehler leicht durch Stelzung korrigiren.

Die Anwendung der Ellipse ist schon wegen der Zeichnung der Fugenlinien nicht sehr bequem und eine viel seltenere, als die der Korbbögen, welche aus Kreisbögen mit beliebig vielen Mittelpunkten und Halbmessern zusammen gesetzt sind, so dass die den Schnittpunkt zweier Kreisbögen berührenden Tangenten beiden zugleich angehören und in dem Bogen kein Knick entsteht. Je grösser die Zahl der Mittelpunkte, desto grösser ist die Unbequemlichkeit beim Zeichnen, besonders bei grossem Maasstabe. In den meisten Fällen wird man Spannweite und Stich der Bögen als gegeben betrachten und dann, nach Fig. 236 und 237, die ansprechendste Form des Bogens durch Probiren bestimmen können.

1. Korbbogen aus drei Mittelpunkten, Fig. 236. ab ist die gegebene Spannweite, cd die gegebene oder angenommene Pfeilhöhe des Bogens. Man zieht $ef \parallel ab$ und $ae \parallel cd$, verbindet a mit d

Fig. 235.

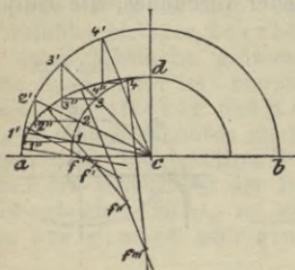
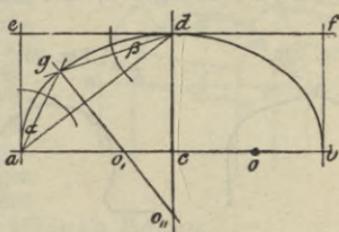
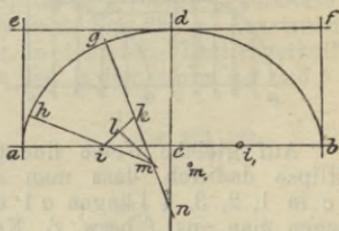


Fig. 236.



durch die Diagonale ad und halbirt die \sphericalangle α und β . Die von dem Durchschnittspunkt g der Halbierungslinien gefällte Senkrechte auf ad schneidet ab in o_1 und cd in o_2 , den Mittelpunkten der Kreisbögen, welche sich in g berühren. Hierbei ist nur ein bestimmter Bogen möglich.

Fig. 237.



2. Korbbogen aus fünf Mittelpunkten, Fig. 237. Man ziehe wieder $ef \parallel ab$ und ae und $bf \parallel cd$, schlage mit dem angenommenen Halbmesser nd einen Kreisbogen bis g und verbinde g mit n . In ac nehme man ferner den Mittelpunkt i an, schlage mit ai den unbegrenzten Kreisbogen ah , mache $gk = ai$, verbinde i mit k , halbire ik in l und errichte in l eine Senkrechte, welche gn in m schneidet. i, m und n, m' und i' sind dann die Mittelpunkte der 5 Kreisbögen, h und g zwei Berührungspunkte derselben. Es lässt sich durch Verlegen der Mittelpunkte e und i , sowie durch Verkürzung oder Verlängerung der Strecke dg die Form der Bögen beliebig ändern.

Die Zeichnung überhöhter Bögen, welche nur sehr selten, öfter noch bei Gewölben, besonders Kuppeln vorkommen, ist nach dem Gesagten sehr einfach; man hat nur die grosse mit der kleinen Axe zu vertauschen und übrigens wie bei den gedrückten Bögen zu verfahren.

Steigende oder einhüftige Bögen werden hauptsächlich bei Treppenanlagen angetroffen; sie entstehen, wenn die Kämpferpunkte

oder Widerlager ungleich hoch liegen. Am einfachsten bestimmt man die Form durch Vergatterung, wenn die Spannweite, die Pfeilhöhe und der Winkel gegeben sind, den die Verbindungslinie der Kämpferpunkte (Kämpferlinie) mit der Wagrechten bildet. Man schlage, Fig. 238, mit der Pfeilhöhe cd einen Viertelkreis $b'd'$, theile dessen Halbmesser $b'c'$ und ebenso die halben Kämpferlinien ac und cb in eine Anzahl gleicher Theile und errichte in den Theilpunkten 1, 2, 3, 4 und $1'$, $2'$, $3'$, $4'$ Senkrechte. Wenn man deren Schnittpunkte mit der Kreislinie $b'd'$ nach ae projiziert und die Parallelen zu ab zieht, erhält man die Schnittpunkte $1''$, $2''$, $3''$, $4''$ als Punkte des steigenden Bogens, welcher darnach eine Ellipse sein wird.

Ebenso einfach findet man die Bogenlinie nach Fig. 239, wenn man sich die Seiten ae und bf , sowie die Linien ed und df wieder in eine gleiche Anzahl von Theilen zerlegt denkt. Man verbinde die Punkte a mit $4'$, 1 mit $3'$, 2 mit $2'$ usw.; die Schnittpunkte dieser Linien a , $1''$, $2''$, $3''$, $4''$, d sind Punkte des Bogens.

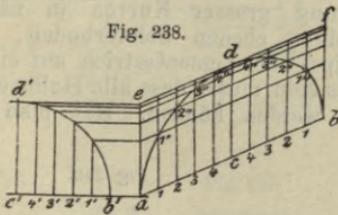


Fig. 238.

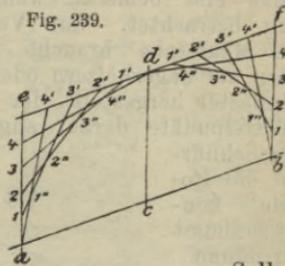


Fig. 239.

Fig. 240.

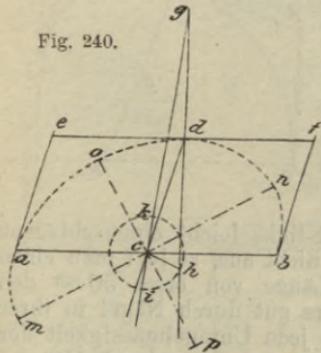
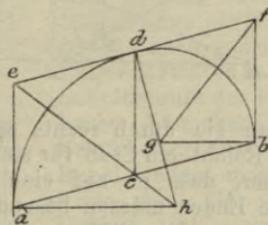


Fig. 241.



Soll eine Ellipse genau gezeichnet werden, so muss man die Lage u. Länge der grossen u. kleinen Axe suchen, wie nach Fig. 240 folgendermassen geschieht: ab ist die Kämpferlinie, welche

zugleich durch den Mittelpunkt der Ellipse geht, ef die Parallele durch den Scheitel d . Man ziehe durch d eine Senkrechte auf ef und mache $dg = dh = ac$. Verbindet man g und h mit c , so ist die Halbirungslinie des $\sphericalangle gch$ die Richtung der Axe mn der Ellipse und die Senkrechte op hierauf die der kleinen Axe. Die Längen derselben erhält man, wenn man mit ch einen Kreisbogen schlägt. Dann ist $mn = gi$ und $op = gk$ zu machen. Hiernach lässt sich die Ellipse auf eine der früher beschriebenen Weisen zeichnen.

Soll statt der Ellipse ein steigender Korbogen angewendet werden, so ist das sehr einfach, wenn die Pfeilhöhe cd gleich der halben Kämpferlinie ab ist, Fig. 241. Man halbirt die Winkel bei e und f bis die Halbirungslinien die Wagrechten durch a und b in g und h treffen; dann sind g und h die Mittelpunkte des Korbogens und d ist der Berührungspunkt der beiden Kreisbögen.

Ist nur die Spannweite ac und der Neigungswinkel α der Kämpferlinie gegeben, Fig. 242, so mache man $cd = \frac{1}{2} ac - \frac{3}{4} bc$, $ed \parallel$ und $= bc$, schlage über ed den Halbkreis $efgd$ und theile $ef = fg = gd$. e, f, g und d sind dann die Mittelpunkte für die Kreisbögen bh, hi, ik und ka .

Ist dagegen der Kämpferpunkt a , die Spannweite ac und die Richtung der Scheitellinie de bekannt, diese also nicht \parallel der Kämpferlinie, so mache man, Fig. 243: $df = ad$ und $be = fe$ und errichte in f ein Senkrechte auf de , welche die Wagrechten bg in g und ac in h schneidet; dann sind g und h die Mittelpunkte der beiden Kreisbögen, aus welchen sich der Korbbogen zusammensetzt und f ist ihr Berührungspunkt.¹⁾

Es wird wohl immer gelingen, in kleinem Maasstabe eine tadellose Kurve auf dem Papier zu zeichnen; sehr schwierig wird das aber, wenn dieselbe in natürlichem Maasstabe aufgetragen werden soll; hierbei wird es ohne Knicke und Unschönheiten nicht abgehen, die man erst bemerkt, wenn man den Bogen aus grösserer Entfernung betrachtet. Zur Verzeichnung grosser Kurven in natürlichem Maasstabe braucht man einen ebenen Schnürboden, aus Brettern auf Lagerhölzern oder als Gips- oder Zementestrich auf einem Ziegelpflaster hergestellt, der so gross sein muss, dass alle Halbmesser und Mittelpunkte darauf angegeben werden können. Hat man auf solchem Schnür-

boden die Bogenlinie konstruirt, so nimmt man dünne Stäbe, etwa 1—1,5 cm im Quadrat, und 4—7,5 m lang, und lässt dieselben den aufgetragenen Bogen genau ver-

folgen, indem man sie durch rechts und links leicht eingeschlagene Nägel befestigt. Reicht ein Stab für sich nicht aus, so legt man einen zweiten so darüber, dass er auf eine Länge von etwa 50 cm den ersten deckt. Die Enden müssen besonders gut durch Nägel in ihrer Lage erhalten werden. Die Stäbe werden jede Unregelmässigkeit der Kurve durch Ausbauchungen angeben; man muss dann durch Herausziehen und Versetzen der Nägel Abhilfe schaffen. Sobald die Stäbe willig in ihrer gegebenen Lage verbleiben, ist es ein sicheres Zeichen, dass die Kurve tadellos ist. Man kann die Nagelung in vortheilhafter Weise auch durch kleine Eisengewichte ersetzen.

c. Ausführung der Bögen.

α. Bögen aus Ziegeln.

Jeder Bogen „setzt sich“, d. h. senkt sich, wenn der Mörtel in den Fugen zu trocknen anfängt, besonders aber, wenn das Lehrgerüst fortgenommen wird. Das Maass des Setzens lässt sich weder rechnerisch, noch durch Erfahrung genau feststellen; es hängt von der Spannweite

Fig. 242.

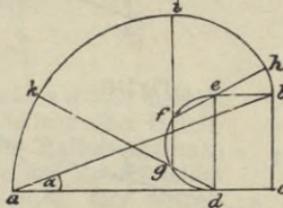
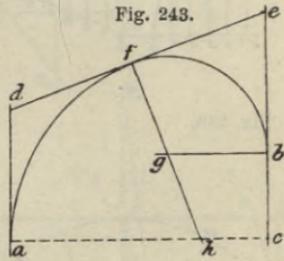


Fig. 243.



¹⁾ Verwickelte Konstruktionen eignen sich für die Praxis wenig. S. über solche: Deutsche Bauzeitung Jahrg. 1883. S. 92.

des Bogens und dessen Pfeilhöhe, von der Fugen-Zahl und -Weite und von der Beschaffenheit des Mörtels ab. Soll ein Bogen also ziemlich genau so aussehen, wie er gezeichnet ist, so muss das Lehrgerüst eine Ueberhöhung erhalten, welche zu $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{80}$ der Spannweite angenommen wird.

Bei scheinrechten Bögen ist das Setzen unvermeidlich; daher werden auch bei diesen so häufig Risse angetroffen. Man sollte solchen Bögen nie über 2 m Spannweite geben; aber auch bei dieser Weite ist es besser, eiserne Träger statt des scheinrechten Bogens anzuwenden. Hauptregel ist, dass die Fugen senkrecht zur Bogenlinie, also radial gerichtet sind. Scheitrechte Bögen sind, streng genommen, Segmentbögen, mit wagrechten Laibungen. Sind die Steine lang genug, so kann man die äussere Laibung bogenförmig

stehen lassen, wodurch der Bogen im Scheitel verstärkt wird und weniger leicht reisst, Fig. 244. Das Widerlager soll um 1 Steinstärke in die Mauer hinein gerückt und der erste Wölbstein so gestellt werden,

Fig. 244.

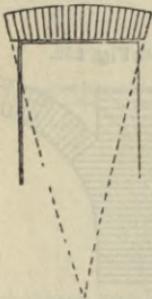


Fig. 246.

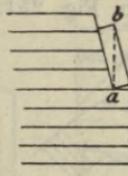


Fig. 249.

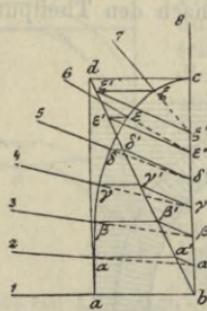


Fig. 247.

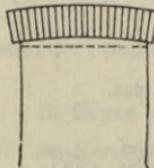


Fig. 245.

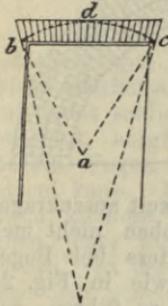
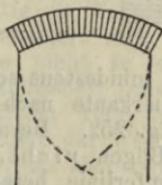


Fig. 248.



dass sich zwei Diagonalpunkte $a b$, Fig. 246, im Loth befinden (leider nicht immer der Fall!). Den Mittelpunkt, nach welchem hin sich alle Fugen zu richten haben, findet man als Schnittpunkt der Verlängerung jener beiden Kämpferlinien, Fig. 245, die Gewölbstärke nach einer empirischen Regel, indem man mit der Spannweite $b c$ ein gleichschenkliges Dreieck bildet und um dessen Spitze a mit $a b$ einen Kreisbogen schlägt, wodurch ein Segment $b c d$ entsteht, dessen Scheitelhöhe die

Stärke des Bogens angiebt. Bei Ziegelmauerwerk beträgt dieselbe fast immer 1 Stein oder $1\frac{1}{2}$ Stein, selten 2 Stein Stärke. Werden die scheinrechten Bögen später geputzt, so giebt man ihnen des Setzens wegen einen kleinen Stich. Die geringe Wölbung, die dabei etwa verbleibt, wird später wagrecht in dem Putz abgeglichen, Fig. 247.

Segment- und Halbkreis-Bögen nennt man, wenn die Spannweite gleich dem Halbmesser ist, Kreuzbögen, Fig. 248. Man giebt solchen Bögen:

bis 10 m Spannweite nicht unter $\frac{1}{12}$ } der Spannweite
 " 10—20 m " " $\frac{1}{10}$ } zur Pfeilhöhe.

Bei der Ellipse kann — nach Ann. des Ponts et Chauss. — folgende einfache Ermittlung der Fugenrichtung ausgeführt werden, Fig. 249:

Man ziehe ad und $dc \parallel ab$ und bc , verbinde b mit d und falle von den Theilpunkten der Ellipse $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ usw. Senkrechte auf bc , welche bd in den Punkten α', β', γ' usw. treffen. Von diesen Punkten aus errichtet man Senkrechte auf ac , welche die Linie bc in $\alpha'', \beta'', \gamma''$ usw. schneiden. Verbindet man α'' mit α, β'' mit β usw., so geben die Verlängerungen dieser Linien $a 1, a 2, \beta 3$ usw. die Fugenrichtungen.

Bei Spitzbögen sind die Fugen nach zwei Mittelpunkten gerichtet; in Ziegelmauerwerk lässt sich aber das Scheitelstück nicht gut ausführen, weil hier die Steine zu stark verhaun werden müssen. Deshalb wird als Schlussstein meist ein Werkstück oder grösseres Terrakottastück eingefügt, Fig. 250. Will man aber auch den Scheitel aus Ziegeln herstellen, so wölbt man in gewöhnlicher Weise, bis der Halbmesser mit der Wagrechten durch die Mittelpunkte einen \sphericalangle von 45° bildet, theilt dann die halbe Spannweite bc in einen Theil mehr, als Fugen bis zum Schlussstein möglich sind und zieht die Fugenrichtungen nach den Theilpunkten, Fig. 251.

Fig. 251.

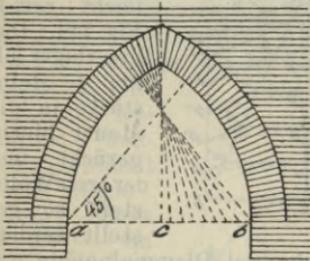


Fig. 250.



Fig. 252.

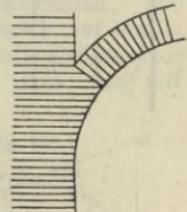
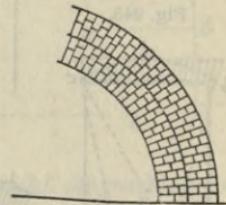
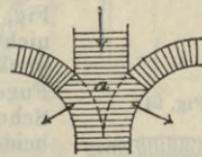


Fig. 254.

Fig. 253.



Gurtbogen-Anfänger sind bei Segment-, Rund- und Korbbögen zur Verstärkung des Widerlagers gleich bei Ausführung des Geschossmauerwerks im Verbande mit diesem, und unter Verwen-

dung von verlängertem Zement-Mörtel mindestens so weit auszukragen, dass die Verlängerung der innern Mauerkante nach oben nicht mehr die äussere Laibungskante trifft, Fig. 252. Besonders bei Bogenstellungen über Pfeilern sind die Bögen nicht, wie in Fig. 253 punkirt angegeben, bis auf die Kämpferlinie herab zu führen, weil der bei a entstehende Keil die Bögen auseinander treiben würde.

Müssen Bögen stärker als 2 Stein mit gewöhnlichen Ziegelsteinen eingewölbt werden, so würden die Steine an der innern Seite der Laibung sehr dünn werden, also stark zu verhaun sein, während andererseits die Fugen an der äusseren Laibung sehr stark ausfielen. Um das zu vermeiden, wölbt man in dem Falle zwei selbstständige Bögen über einander, Fig. 254; die Haltbarkeit ist hierbei aber nicht so gross, als bei einem ungetheilten Bogen von derselben Stärke, weil jene beiden sich leicht ungleichmässig setzen und dann nur der eine die Last trägt. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes wölbt man die einzelnen Bögen manchmal so, dass sie die gleiche Anzahl Stossfugen enthalten, Fig. 255. Bedingung ist bei solchen „Schalenbögen“ (Rouladen) eine sehr sorgfältige Ausführung. Die Fugentheilung erfolgt immer auf der Mittellinie des Bogens.

Sind die Widerlager zu schwach, um dem Seitenschub des Gewölbes zu widerstehen, so sind Anker anzuordnen, welche möglichst nahe an der inneren Laibung liegen müssen, Fig. 256. Bei Bögen mit grösserer Pfeilhöhe, also z. B. halbkreisförmigen, würde die günstigste Lage des Ankers mit der Kämpferlinie zusammen fallen. Weil man ihn aber meistens verstecken will, muss er nach Fig. 257 besonders lange, vernietete

Fig. 255.

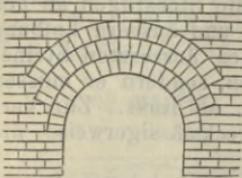


Fig. 256—258.

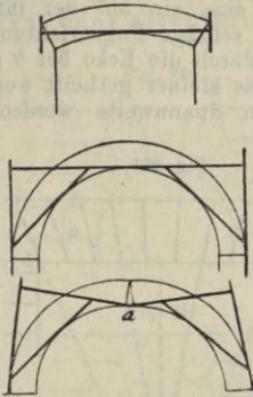
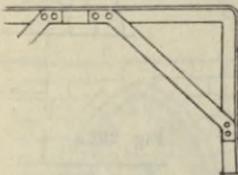


Fig. 259.



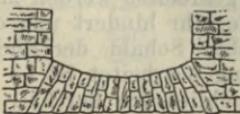
senkrechte Splinte (Schenkel) bekommen, deren untere Enden durch schräge Bänder mit der Zugstange zu verbinden sind. Wie aber Fig. 258 zeigt, wird durch den Seitenschub des Bogens diese Zugstange bei *a* auf Biegung in Anspruch genommen, weshalb hier ein einfaches Bandeisen gewöhnlich nicht genügen wird. Man hat statt dessen ein **T** Eisen oder **L** Eisen,

bei Bögen von bedeutender Spannweite ein **I** Eisen zu verwenden, Fig. 259.

β. Bögen aus Bruchsteinen.

Kann man sich zur Herstellung der Bögen eines lagerhaften oder schieferartigen Bruchsteines bedienen, der mit Hammer und Meissel leicht bearbeitungsfähig ist, so lassen sich selbst kleinere Oeffnungen gut damit schliessen. Die Steinschichten müssen normal zur Schalung gerichtet, sorgfältig in Verband gelegt und mit möglichst gleich starken Fugen gemauert sein, damit sich der Bogen gleichmässig setzen kann. Die nicht zu vermeidenden, klaffenden Fugen sind durch kleinere Steinstücke auszuwickeln; auch ist sehr darauf zu sehen, dass möglichst viele Steine durch die ganze Bogenstärke reichen. In der Nähe des Widerlagers verwendet man die grössten, nahe dem Scheitel die kleinsten Steine. Sehr wichtig ist, dass der Schlussstein gut schliesst; derselbe kann mit einem hölzernen Hammer auch etwas nachgetrieben werden. Die Steine werden entweder gleich in Mörtel versetzt oder erst später mit solchem vergossen. Das Vergiessen mit Mörtel muss sehr sorgfältig geschehen, weil dabei der Sand sich leicht aus der Mörtelmischung sondert und tiefer hinabsinkt, wodurch eine Mörtelfuge von ungleichmässiger Festigkeit entsteht.

Fig. 260.



Man nimmt die Stärke des Bogens etwas grösser als die eines Ziegelstein-Bogens gleicher Spannweite und pflegt deshalb auch die Hintermauerung des Ge-

wölbezwickels mit zentral gerichteten Fugen auszuführen, Fig. 260. Wegen der Stärke und Unregelmässigkeit der letztern muss mit dem Ausrüsten immer länger gewartet werden, als bei einem Ziegelstein-Bogen.

γ. Bögen aus Werksteinen.

Bei Werksteinen werden die Fugen scheidrechter Bögen vortheilhaft nicht nach einem, sondern nach drei Mittelpunkten gerichtet, wodurch man vermeidet, dass die Wölbsteine nach den Widerlagern hin zu spitzwinklige Form annehmen, Fig. 261. Die Widerlagssteine dürfen nie in der Kämpferlinie *ab* eine Lagerfuge haben, weil sonst die Winkel bei *b* und *a* zu spitz werden und die Kanten abbrechen würden. Rechterseits in Fig. 261 sind zur Beseitigung der spitzen Winkel der Wölbsteine die Stossfugen an den Enden so gebrochen, dass sie auf der innern und äussern Laibung senkrecht stehen. Die schräge Fugenrichtung des äussersten Steines darf dabei aber nicht durch die Ecke bei *b* gehen, sondern es müssen sämtliche Steine etwas kleiner getheilt werden, als links. Zur Verminderung der lichten Spannweite werden zweckmässigerweise die

Widerlagssteine etwas ausgekragt; in diesem Falle erhält man allerdings eine Kämpferfuge, Fig. 262.

Zur Verbindung der Wölbsteine bedient man sich mitunter auch der Dübel oder der Klammern in  Formen, die beide normal zu den

Lagerfugen liegen müssen, Fig. 261. Der scheidrechte Bogen wird häufig versteckt zur Bildung von grossen Architraven verwendet. In diesem Falle ordnet man im Aeusseren lothrechte Fugen an, welche aber nicht durch die ganze Dicke des Steines reichen, sondern nur 10—15 cm Tiefe haben. Zwischen diesen lothrechten Fugen liegen die eigentlichen Lagerfugen. Fig. 263a zeigt die Übersicht eines solchen Architravs, Fig. 263b einen Wölbstein. Es kommen auch Architrave mit verkröpften oder Hakensteinen vor, Fig. 264a; der Schlussstein bleibt dann ohne Verkröpfung. Fig. 264b zeigt einen Wölbstein mit versteckter Verkröpfung. Derartige Formen der Quader sind aber nicht zu empfehlen, weil die Verkröpfung, welche von den Arbeitern nie sorgfältig genug gearbeitet werden kann, eine genauere Verbindung der einzelnen Steine sehr hindert und deshalb zum Bruch derselben Veranlassung giebt. Sobald der Rücken der Wölbsteine gleichlaufend mit der Laibung bearbeitet ist — wie das in der Antike und im Mittelalter fast ausschliesslich der Fall war und wie es auch heute fast immer bei Archivolten ausgeführt wird —, Fig. 265, hat das den Nachtheil, dass die dem Scheitel des Bogens zunächst liegenden Quader sehr spitze Winkel erhalten. Es ist deshalb zweckmässig, wenigstens die Bogensteine am Scheitel mit den

Fig. 261.

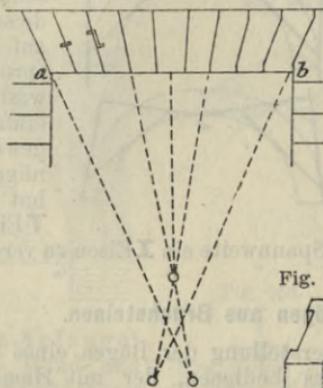


Fig. 262.

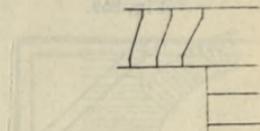


Fig. 263 a.

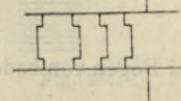
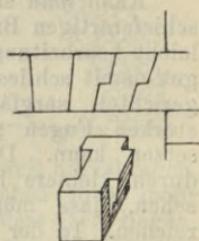


Fig. 263 b.



Fig. 264 a, b.



Quaderschichten in Verband zu bringen, Fig. 266. Bei Archivolten, welche zwischen Pfeilern liegen, wird der Steinschnitt wie in Fig. 267 ausgeführt, wobei die Zwickel *a* nur aus dünnen Platten zu bestehen brauchen, während die Eckzwickel immer mit den Archivolten-Stücken zusammenhängen müssen. Meist werden sämtliche Bogensteine mit der Quaderung der Mauerfläche in Verbindung gebracht, was häufig seine Schwierigkeiten hat, wenn die Quader einerseits gleich hoch, die Bogenquader andererseits an der innern Laibung des Bogens gleich breit sein sollen. Denn Hauptbedingung ist dabei, dass die punktirte Verbindungslinie *ab* aller Schnittpunkte, Fig. 268, eine fortlaufende Kurve, oder allenfalls noch eine gerade

Fig. 265, 266.

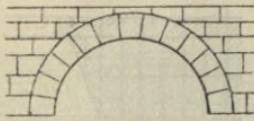


Fig. 267.



Fig. 268.

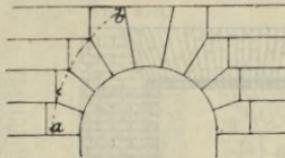
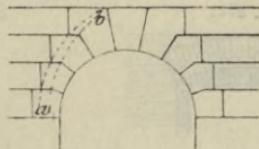


Fig. 269.



Gesetz Geltung hat, deren Anwendung man aber möglichst vermeiden muss, weil sie bei etwas ungenauer Arbeit leicht brechen, Fig. 269.

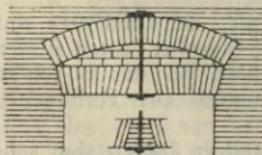
Linie bilde. Sobald diese Bedingung nicht erfüllt ist, sieht die Bogenquaderung schlecht aus. Durch Versuche anderweiter Theilung wird aber der Architekt sich stets zu helfen wissen.

Oft findet man auch die sogen. Hakenquadern benutzt, bei welchen dasselbe

d. Ausführung der Thür- und Fenstersturze.

Die Anordnung scheinrechter Bögen ist bei Fenstern und Thüren unvermeidlich; sie bekommen jedoch fast immer Risse, auch wenn ein Entlastungsbogen über ihnen angeordnet ist, an welchem man den scheinrechten Bogen, sobald er grössere Spannweite hat, aufhängt.

Fig. 270 a u. b.



Geschieht Letzteres, so setzt man ihn praktischer Weise aus zwei Bögen zusammen, die in der Mitte ihre Widerlager an einem Werkstein finden, der fest an dem oberen Bogen mittels Anker und Gussplatte aufgehängt ist. Ist diese genügend gross, so kann das Widerlager auch mit wagrechten Schichten aufgemauert werden. Häufig wird auch ein einzelner

scheinrechter Bogen, der nicht aus zweien zusammengesetzt ist, in derselben Weise unterstützt. Der Zwischenraum zwischen beiden Bögen wird später nur flach mit hochkantig gestellten Steinen zugesetzt, Fig. 270a u. b.

Gewöhnlich erhalten Thür- und Fenstersturze Anschläge. Ist dann auch der innere Bogen scheinrecht, so entstehen keinerlei Schwierigkeiten, Fig. 271 a u. b; soll aber der innere Bogen ein flacher Segmentbogen werden, so wölbt man die obere Laibung des äusseren Bogens auch segmentartig, die untere wagrecht und lässt im Innern das untere Segment fort, wie Fig. 272 zeigt. Beide Bögen sind aber im Verbande auszuführen. Der innere Bogen wird 4 cm über der Unterkante des äusseren Bogens begonnen und erhält 11 cm Stich, so dass die Pfeilhöhe des inneren Segments nur 15 cm beträgt. Mehr darf nicht genommen werden, weil sonst die mittleren Steine des scheinrechten Sturzes weniger als 10 cm in die innere Wölbung eingreifen und keinen Halt haben würden. Das Anbringen einer Deck-

Fig. 271 a u. b.

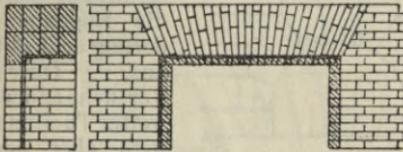


Fig. 273 a, b, c.

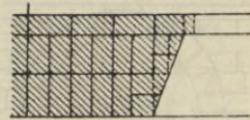
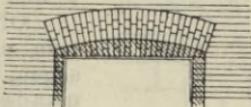


Fig. 272.

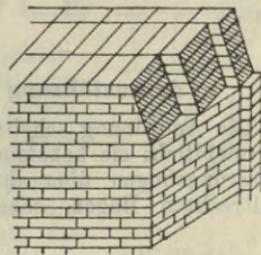
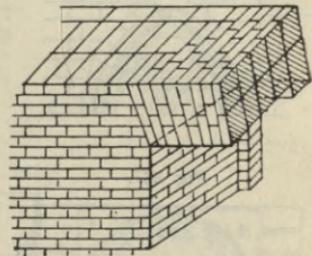


bohle über dem innern Fenstersturz, welches allerdings das Befestigen der Gardinen- und Rouleauxhaken erleichtert, ist nur dann ausführbar, wenn die Fensterlaibungen hölzerne Verkleidung wie die Thüren erhalten; vergl. Fig. 276 b.

Erweitert man im Innern die Fensternische durch Anlage divergirender Laibungsflächen, wie es bei starken Frontmauern und besonders bei Kellerfenstern üblich ist, so giebt das schon beim Aufmauern der Fensterpfeiler sehr starken Verhau der Ziegel.

Die Ausführung des Bogens, mag es nun ein scheinrechter oder ein Segmentbogen sein, erfordert besondere Sorgfalt, da der Sturz nur absatzweise eingewölbt werden kann, Fig. 273 a, b und c. Auch diesen nach innen abzuschrägen, wäre ein grober Fehler, da der Bogen in dem Falle, besonders an den Widerlagern, zumeist aus verhauenen Steinen bestehen würde.

Gekuppelte Fenster mit schwachen Mittelpfeilern lassen sich sehr einfach durch einen grossen Bogen entlasten, Fig. 274. Bei Haustein werden die inneren Laibungen immer aus Ziegeln oder in steinreichen Gegenden allenfalls aus Bruchsteinen aufgemauert. Man hat hierbei gewöhnlich eine äussere Quaderverblendung, gegen welche sich ein glattes Gewände lehnt, und dann die innere Fensterlaibung von



Ziegelstein, Fig. 275. Soll die Mauer — in seltenen Fällen — der ganzen Dicke nach aus Werkstein hergestellt werden, so führt das besonders bei divergirenden Gewänden und Segment- oder Rundbögen zu einem verwickelten Steinschnitt¹⁾. Bei gemischtem Mauerwerk mit Einfassungen der Thüren und Fenster aus Werkstein, aber geputzten oder Rohbauwänden in Fassaden, die in Bruchstein oder Ziegeln ausgeführt sind, hat man ebenfalls sorgfältig auf Entlastung der geraden Sturze und darüber liegenden Gesimse zu achten, Fig. 276 a und b und Fig. 277 a und b.

Der Gewändesturz muss stets aus einem Stück bestehen. Ist das auch bei Fries und Verdachung der Fall, so braucht nur über dem Ganzen ein Entlastungsbogen geschlagen zu werden, dessen Widerlager

Fig. 274.

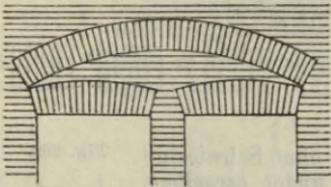


Fig. 275.

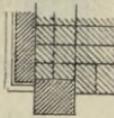


Fig. 276 a u. b.

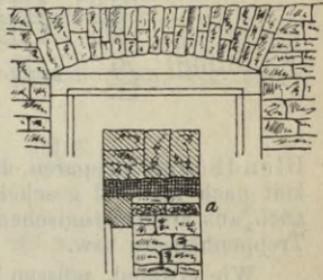


Fig. 277 a u. b.

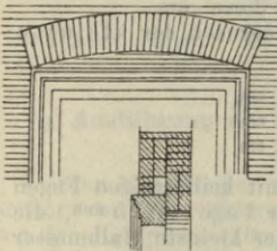


Fig. 278.

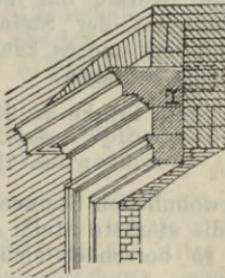
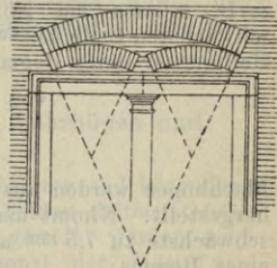


Fig. 279.



mindestens über dem senkrechten Gewände, besser aber darüber hinaus liegt. Der Zwischenraum zwischen Bogen und Haustein bleibt so lange als möglich offen, Fig. 278. Besteht aber das Gesims aus mehreren Stücken, so müssen ähnlich, wie S. 20 angegeben, die Gesimssteine tiefer in die Mauer eingreifen und ausgeklinkt werden; auch ist ein Träger einzuschieben, auf welchem sie ruhen. Die Fuge zwischen Fries und Gesimssteinen bleibt offen.

Auch die Ueberdeckungen gekuppelter Fenster mit Haustein-Einfassungen werden, ebenso wie die Fenster, Fig. 274, entlastet, Fig. 279, wobei aber die Herstellung des Sturzes aus 2, über der Mitte des Pfeilers zu stossenden Stücken zu empfehlen ist.

¹⁾ Näheres im Lehrbuch des Steinschnittes von A. Ringleb.

e. Steinverband der Bögen.

Der Steinverband der Mauerbögen entspricht vollständig dem der früher erwähnten Pfeilerverbände. Zum Theil ist dieser Verband auch schon in den Figuren 270, 271, 273, 277 und 278 angegeben worden; der Uebersicht wegen soll er hier noch einmal für die verschiedenen Mauerstärken zusammengestellt werden. Fig. 280 und 281 zeigen 5 Bogen-Verbände mit Anschlägen für Fenster und Thüren.

Werden im Keller- oder Erdgeschoss sehr starke Mauern angeordnet, so sucht man wohl an Material und Raum durch Anlage sogen.

Fig. 280.

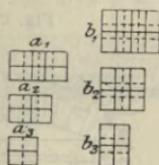
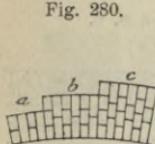
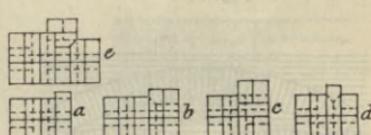
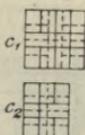


Fig. 281.



Blendbögen zu sparen, deren Ausführung ohne Schwierigkeit nach Fig. 282 geschehen kann; man findet dieselben auch aus architektonischen Rücksichten in Eingangshallen, Treppenhäusern usw.

Fig. 282.



Wie erwähnt, müssen bei halbkreisförmigen Bögen mit kleinem Halbm. die Steine keilförmig zugehauen werden, wenn man sie nicht schon in Keilform von der Ziegelei bezieht. Diese keilförmige Gestalt hat ihre Grenzen. Z. B. müssen bei Normalformat der Steine diese am schwächsten Ende 43 mm dick sein und es kann darnach der kleinste Halbmesser eines Bogens noch betragen:

| | | |
|--------------------------------|---|----------|
| von $\frac{1}{2}$ Stein Stärke | = | 25,1 cm |
| " 1 " " | = | 53,3 cm |
| " $1\frac{1}{2}$ " " | = | 79,6 cm. |

Flachbögen werden aus gewöhnlichen Steinen mit keilförmigen Fugen hergestellt. Nimmt man die stärkste Stelle der Fuge zu 15 mm, die schwächste zu 7,5 mm an, so berechnet sich der kleinste Halbmesser eines Bogens:

| | |
|------------------------|----------|
| bei 1 Stein Stärke zu | 2,416 m |
| " $1\frac{1}{2}$ " " " | 3,671 m |
| " 2 " " " | 4,930 m. |

Allerdings findet man die Fugen häufig noch erheblich mehr keilförmig gestaltet, als bei dieser Berechnung vorausgesetzt ist. Wenn aber dieselben an der schwächsten Stelle zu dünn werden, so ist man gezwungen, zwei Bögen über einander zu wölben. (Schalnbögen, Rouladen.)

f. Stärke der Bögen und Widerlager.

Die Stärke der Gurtbögen im Scheitel wird oft nach folgenden empirischen Regeln ausgeführt:

| bei der Spannweite | halbkreisförmig | überhöht | gedrückt bis zu $\frac{1}{8}$ Pfeilhöhe |
|--------------------|------------------|---------------------|---|
| bis nahe zu 1,75 m | 1 Stein | $\frac{1}{2}$ Stein | $1\frac{1}{2}$ Stein |
| von 2 bis 3 m | $1\frac{1}{2}$ " | 1 " | $1\frac{1}{2}$ —2 " |
| " 3,5 " 5,75 m | 2 " | $1\frac{1}{3}$ " | 2 — $2\frac{1}{3}$ " |
| " 6 " 8,5 m | $2\frac{1}{2}$ " | $1\frac{1}{2}$ —2 " | $2\frac{1}{2}$ —3 " |

Bei grösserer Spannweite giebt man dem Bogen eine Stärke s im Scheitel von $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{15}$ der Spannweite oder bei Halbkreisbögen und Flachbögen bis $\frac{1}{3}$ Pfeilhöhe, bei festem Ziegelstein: $s = 0,24m + \frac{1}{16}D$ und bei Quadern: $s = 0,24m + \frac{1}{32}D$. Das Widerlager erhält erfahrungsmässig:

- bei Rundbögen $\frac{1}{4}$ der Spannweite;
- " überhöhten oder Spitzbögen $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ der Spannweite;
- " gedrückten bis zu $\frac{1}{8}$ Pfeilhöhe $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ der Spannweite;
- " Segmentbögen bis $\frac{1}{2}$ Pfeilhöhe $\frac{1}{2}$ der Spannweite;
- " scheinrechten Bögen $\frac{2}{3}$ der Spannweite.

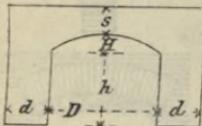
Ist der Gurtbogen im Scheitel abgeglichen, so nehme man, Fig. 283, die Widerlagerstärke:

$$d = \frac{D}{8} \left(\frac{3D - H}{D + H} \right) + \frac{1}{6}h + 0,3 \text{ m.}$$

Wird $H = nD$ gesetzt, so ist:

$$d = \frac{D}{8} \left(\frac{3 - n}{n + 1} \right) + \frac{1}{6}h + 0,3 \text{ m.}$$

Fig. 283.



Grössere Belastung der Widerlager von oben lässt eine erhebliche Einschränkung dieser Abmessungen zu. Ebenso ist das der Fall, wenn der Seitenschub eines Gurtbogens durch den eines zweiten, daran stossenden ganz oder zum Theil aufgehoben wird.

g. Ausführung der Bögen; Wölbscheiben, Lehrbögen und Lehrgerüste.

Jeder Mauerbogen muss von zwei, ein grösserer und besonders breiter von vier Maurern, welche zu je 2 an beiden Seiten stehen, von den Kämpfern anfangend nach der Mitte zu gewölbt werden, und zwar ohne wesentliche Unterbrechung, weil sonst der Mörtel in dem Bogen durch das Abbinden und Trocknen ungleiche Festigkeit annehmen würde. Der Schlussstein soll gut passend eingelegt, doch nicht mit Gewalt eingetrieben werden, weil der Mörtel sonst von allen Steinen losreissen würde. Grössere Brückenbögen werden in mehreren Abtheilungen eingewölbt, um den Wölbeprozess möglichst zu beschleunigen.¹⁾ Die Stossflächen von Werksteinen glatt zu bearbeiten oder Lagerflächen von Bruchsteinen ganz glatt zu belassen, ist ein Fehler, weil dabei der Mörtel schlecht haftet.

Der zur Einwölbung zu verwendende Mörtel ist mit Sorgfalt zu bereiten. Man war früher der Ansicht, dass ein langsam erhärtender Kalkmörtel, welcher allen Formänderungen des Bogens, die z. B. durch das Setzen und Ausweichen der Widerlager entstehen können, besser zu folgen vermöchte, einem rascher bindenden Zementmörtel vorzu-

¹⁾ Centralbl. d. Bauverw. Jahrg. 1884 S. 250 und 1885 S. 473 u. f.

ziehen sei. Seit durch genaue Beobachtung und zahlreiche Versuche eine zweifelsfreie Kenntniss der Zug- und Druckfestigkeit des Zementmörtels gewonnen ist, weiss man, dass eine aufmerksame Ausführung der Wölbung unter Benutzung eines guten, sorgfältig und sachgemäss bereiteten Mörtels aus Portland-Zement am besten geeignet ist, grössere Formveränderungen der Bögen und Gewölbe zu verhindern.¹⁾

Wird 1 qcm des Gewölbequerschnitts nur mit 12—15 kg in Anspruch genommen, so genügt eine Mischung von 1 Th. Zement, 1 Th. Kalk und 6 Th. Quarzsand oder auch ein guter Trassmörtel, aus 1 Th. Trass, 1 Th. Kalk und 1 Th. Sand bereitet. Wenn jedoch die Druckbeanspruchung eine erheblich grössere — vielleicht 30 bis 50 kg auf 1 qcm ist —, so ist Zementmörtel, 1 Th. Zement und 2, höchstens 3 Th. Sand, zu verwenden. — Das Annässen der Steine vor dem Vermauern, sowie das Feuchthalten der Wölbung und der Schutz gegen Sonnenstrahlen während einiger Wochen sind dabei nicht ausser Acht zu lassen.

Ein Wechsel des Standes der Maurer ist auch beim Einwölben angebracht, damit die persönlichen Gewohnheiten und Eigenthümlichkeiten beim Mauern möglichst ausgeglichen werden.

Fig. 284.

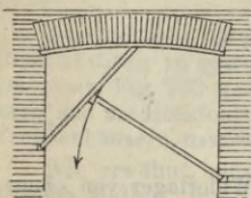


Fig. 285.

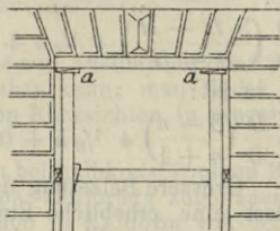
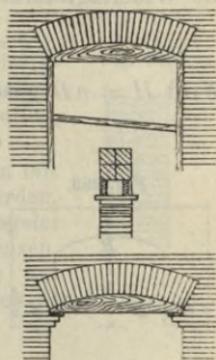


Fig. 286 a, b, c.



Zur Ausführung der Bögen sind Wölbscheiben, Lehrbögen oder Lehrgerüste erforderlich.

Bei scheinrechten Bögen aus Ziegeln und von geringerer Spannweite legt man ein Brett wagrecht unter die auszuführende Wölbung und stützt dasselbe in der Mitte durch ein zweites, unter 45° gerichtetes ab, welches wieder durch ein drittes, ebensolches in seiner Stellung erhalten wird. Die letzterwähnten beiden Bretter finden ihr Auflager in einer Lücke der Mauer oder auf einem ausgekragten Stein; durch ein strammes Einsetzen derselben lässt sich eine kleine Biegung des ersten, wagrecht liegenden Brettes hervorbringen, welche als Stich des scheinrechten Bogens dient, Fig. 284. Scheitrechte Werkstein-Bögen müssen ihrer grösseren Last wegen über Kreuzholz-Gerüsten eingewölbt werden, deren Stützen gegen Ausbiegung in der Mitte durch Steifen gesichert sind; kleine Keile bei *a* erleichtern das „Lüften“ des Lehrgerüsts, Fig. 285.

Für kleinere Flachbögen genügt ein bogenförmig ausgeschnittenes Brett als Lehre, welches entweder auf zu dem Zwecke ausgekragten Steinen ruht, oder seitwärts durch zwei Bretter gestützt wird. Ist der Mauerbogen schmal, so genügen zwei solcher Lehrbögen für sich zur Unterstützung der Steine; ist er breiter, so müssen dieselben in Abständen von 0,75—1,10 m aufgestellt und mit schmalen Schalbrettern oder Dachlatten benagelt werden. Solche Bögen dienen auch bei Einrüstung von Tonnen- und Kappengewölben, Fig. 286 a, b u. c.

¹⁾ Centralbl. d. Bauverw. Jahrg. 1885 S. 473 und Jahrg. 1887 S. 325.

Bei Bögen aller Art: Rund-, Segment-, Korbbögen usw. bis zu etwa 3 m Spannweite sind die Wölbscheiben brauchbar, welche aus auf Leisten genagelten und nach der Bogenlinie ausgeschnittenen Brettern hergestellt werden, Fig. 287. Für Werksteinbögen werden diese Wölbscheiben sowohl, als die nachher zu besprechenden Lehrbögen aus stärkeren Brettern oder mehrfachen Lagen von solchen hergerichtet; auch muss die Unterstützung eine kräftigere sein. Für gewöhnlich besteht diese aus Brettern oder Netzriegeln, welche in der Mitte durch ein anderes Holz gegen

Fig. 287 a, b, c, d.

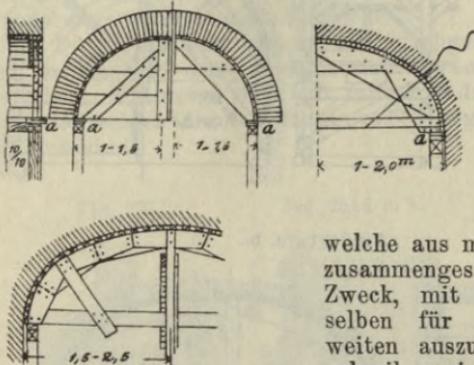
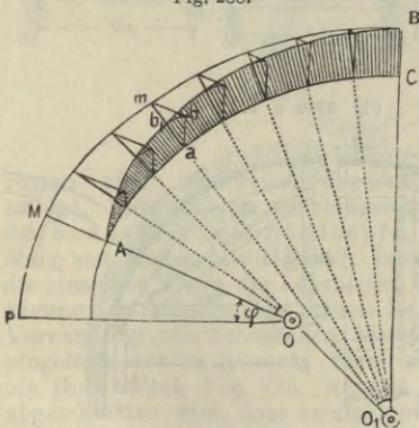


Fig. 288.



einander abgesteift werden. Zwischen den Stützen und Wölbscheiben liegen zwei kleine Keile *a*, um den Lehrbogen, behufs Setzens des Gewölbes, etwas lüften zu können.

Die gewöhnlichen Wölbscheiben passen immer nur für dieselbe Spannweite. — Die Spengler'schen sogen. Sparbögen, welche aus mehren linsenförmigen Theilen zusammengesetzt werden, erfüllen den Zweck, mit einer geringen Anzahl derselben für alle vorkommenden Spannweiten auszureichen; Abbildung und Beschreibung in der D. Bauzeitg. 1894, S. 279.

Bis höchstens zu 6 m Spannweite werden die in Fig. 287 a, b u. c dargestellten Lehrbögen, aus doppelten Brettlagen zusammengenagelt und durch eine Zange zusammengehalten, verwendet. Um die Fugen zentral zu richten, schlägt man im Mittelpunkt des Bogens auf der Zange einen Nagel ein und befestigt daran eine Schnur, welche für jede Fuge die zentrale Richtung angiebt. Durch eine Mittelstütze und unter 45° gestellte Streben lassen sich solche Lehrbögen leicht verstärken, Fig. 287 d.

Zur Ausführung schwerer Bögen muss man Lehrgerüste benutzen. Da der Druck auf das Lehrgerüst

nach dem Scheitel hin in dem Verhältniss zunimmt, wie in Fig. 288 angegeben, wo die zwischen den beiden Bogenlaibungen gezogenen Strahlen die Grösse des zentral gerichteten Druckes messen, werden die Unterstüzungen des Lehrbogens nach denselben Richtungen hin anzubringen sein.

Der zentral gerichtete Druck wird durch Hinzufügung jeder weiteren Schicht für die nächst tiefer liegende verringert; daher liefert jede Schicht in dem Falle das Druck-Maximum, dass sie zu

oberst liegt, oder die letzte ist. Der Druck ist abhängig von der in der Fuge stattfindenden Reibung; je grösser diese, um so kleiner wird der Druck. Es folgt, dass für einen gewissen, am Kämpfer beginnenden Theil der Wölbung der zentral gerichtete Druck durch die Reibung aufgehoben wird, für diesen Theil also eine Unterstützung entbehrlich ist. In Fig. 288 ist dieser Gewölbetheil durch den

Fig. 289.

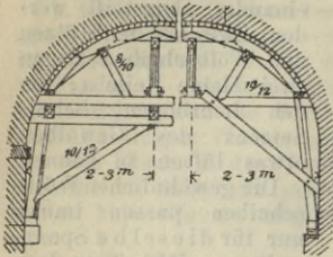
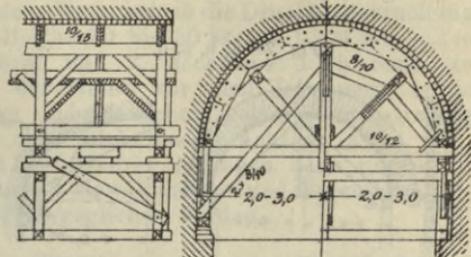


Fig 290 a u. b.



Winkel φ bestimmt; für Stein auf Stein hat φ etwaden Werth $22\frac{1}{2}^{\circ}$. Da aber durch den Mörtel die Reibung eine Verringerung erfährt, wird man sicher gehen, wenn man φ etwas kleiner als $22\frac{1}{2}^{\circ}$ annimmt.

Ist α der Winkel, den die Richtung einer beliebigen Fuge mit einer Senkrechten einschliesst, δ die Gewölbepicke und γ das Gewicht der Kubikeinheit des Wölbmaterials, so ist der zentral gerichtete Druck an der Stelle dieser Fuge, wenn das Gewölbe geschlossen:

$$D = \gamma \delta \cos \alpha (1 - \tan \varphi \tan \alpha)$$

welcher Gleichung die Darstellung Fig. 288 entspricht und welche den Kleinstwerth: $D = 0$ für $\alpha = 90 - \varphi$ und: $D = \gamma \delta$ den Grösstwerth für $\alpha = 0$ ergibt.

Fig. 291 a u. b.

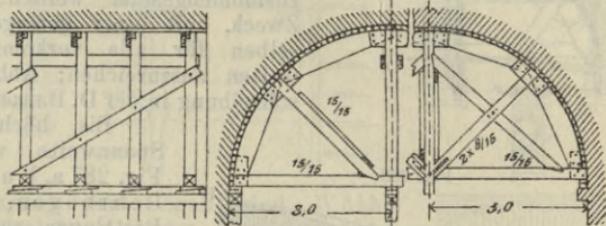
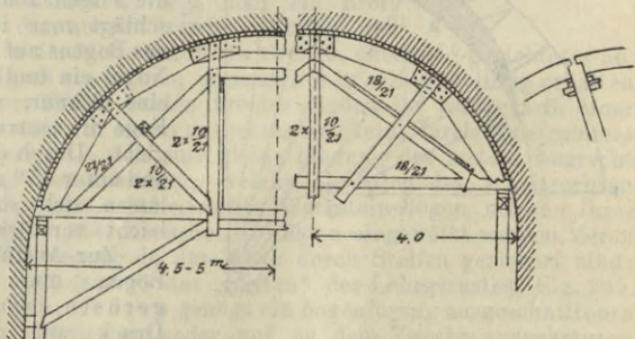


Fig. 292 a u. b.



Bei Lehrgerüsten ist der Zusammenstoß von Hirn- und Langholz wegen der Zusammenpressbarkeit des Langholzes möglichst zu vermeiden; unmittelbare Unterstützungen sind Hänge- und Sprengwerks-Konstruktionen vorzuziehen. Ein Uebelstand bleibt die Beweglichkeit des Lehrgerüstes infolge der Ungleichmässigkeit der Belastung während der Ausführung der Wölbung; man sucht denselben dadurch zu vermeiden, dass man vor Beginn der Arbeit alles Wölbmaterial auf dem Gerüst lagert, auch wohl, wie das in neuerer Zeit öfters geschehen, mit dem Einwölben nicht nur am Auflager, sondern auch an anderen Punkten beginnt; hierdurch, sowie durch noch andere Ausführungsweisen — die intlessen von Bedeutung nur im Brückenbau sind — wird eine Festlegung der Drucklinie im Gewölbe, d. h. die Vermeidung von Formänderungen des Bogens bezweckt.

Die Lehrbögen müssen auf durchgehender Unterlage stehen, um zu verhindern, dass einzelne sich stärker senken, und durch Kreuzstreben, Unterzüge usw. gut mit einander verbunden sein. Fig. 289 bis 292 zeigen die Anordnung von Lehrgerüsten, wie sie im Hochbau üblich sind.

Fig. 293.

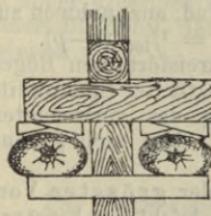


Fig. 294 a u. b.

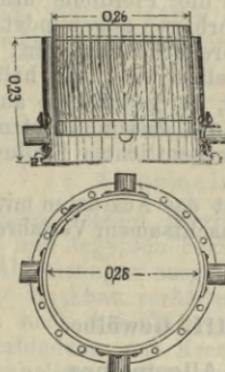
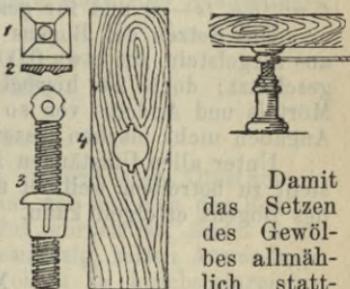


Fig. 295 a u. b.



Damit das Setzen des Gewölbes allmählich stattfindet, auch das Aus-

rüsten nicht ruckweise, sondern unter Vermeidung von Stößen erfolge, bedient man sich eingelegter Keile aus Hartholz, oder auch der Sandsäcke, der Sandtöpfe, Schrauben usw. Durch Anwendung von Keilen aus Hartholz kann man, nach Fig. 292 b, nicht nur die einzelnen Theile der Lehrbögen, sondern auch, wie aus den übrigen Figuren hervorgeht, das ganze Lehrgerüst auf einmal senken. Die Verwendung von Sandsäcken bietet den Vortheil, dass diese später eingelegt werden können, wenn man vorläufig die Rüstung durch ein Holz stützt, Fig. 293, welches nach Vollendung der Wölbung so abgeschnitten wird, dass es umkippt. Die Rüstung senkt sich alsdann auf die inzwischen eingebrachten Sandsäcke herab und später, nach und nach, entsprechend der allmählichen Entfernung des Sandes aus den Säcken. — Sandtöpfe werden aus Gusseisen oder Schmiedeisen angefertigt, Fig. 294 a und b, mit einem eisernen oder hölzernen, mit Ringen eingefassten Stempel. Durch die kleinen, seitlichen Oeffnungen lässt man den Sand ausfließen. Von grosser Wichtigkeit ist, dass der Sand in die Säcke sowohl, als Töpfe ganz trocken eingebracht werde, dauernd vor Nässe bewahrt bleibe und frei von Lehmtheilen

1) Centralbl. d. Bauverwaltung. 1881 S. 250 und 1885 S. 473 u. f.

sei, da sonst das Ausfliessen auf Schwierigkeiten stösst; auch muss, damit dasselbe stetig erfolge, der ausgetretene Sand stets sogleich von der Austrittsstelle entfernt werden. — Schrauben, Fig. 295 a u. b, lassen sich so anbringen, dass sie eine Senkung in lothrechter Richtung gestatten, oder auch so, dass sie in radialer Richtung, wie die Keile in Fig. 292 b wirken. —

Die Zeitdauer, welche verfliessen muss, bevor man an das Ausrüsten einer Wölbung gehen kann, ist von vielen Nebenumständen, dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft, also der Witterung, von dem verwendeten Material, besonders dem Mörtel, von der Fugenzahl und -stärke und überhaupt der ganzen Ausführungsweise abhängig.

Kleine Bögen kann man schon nach 1—2 Tagen, grössere, bis 2^m Spannweite, in 4—6 Tagen, noch grössere, bis 8^m Spannweite, in 8—10 Tagen ausrüsten; selbst bei grösseren Bögen wird man nur eine Frist von 28—30 Tagen verstreichen lassen; bei grosser Enge der Fugen und rasch bindendem Mörtel kann es günstig sein, schon einige Tage nach der Vollendung des Bogens die Rüstung zu entfernen; doch setzt dies rasche Wölbung und besondere Vorsicht beim Ausrüsten voraus.

Die zu erwartende Senkung gut ausgeführter Lehrgerüste ist, wenn s die Spannweite und p die Pfeilhöhe des Gewölbes bedeutet, auch unmittelbar gestützte Lehrbögen angewendet sind, anzunehmen zu: $t = \frac{1}{200} (s-p)$ und für gesprengte Lehrbögen: $t = \frac{1}{100} (s-p)$.

Das Setzen des Bogens selbst wird bei halbkreisförmigen Bögen aus Ziegelstein auf etwa 0,007, bei gedrückten auf 0,01 der Spannweite geschätzt; doch ist hierbei die Zusammensetzung des verwendeten Mörtels und Anderes von so wesentlichem Einfluss, dass sich genaue Angaben nicht machen lassen.

Unter allen Umständen ist das Ausrüsten mit der grössten Vorsicht zu betreiben, weil bei unachtsamem Verfahren leicht der Einsturz des Bogens erfolgen kann.

XIII. Gewölbe.

a. Allgemeines.

Jede bogenförmige oder scheinrechte Decke, welche über einem von Mauern, Gurtbögen oder auch eisernen Trägern umschlossenen Raume aus Stein und Mörtel so gebildet wird, dass sie sich vermöge eines zwischen den einzelnen Steinen stattfindenden und auf die Widerlager fortgesetzten Druckes dadurch in ihrer Lage erhält, dass letzterem ein gleich grosser, umgekehrt gerichteter Druck entgegen wirkt, nennt man ein Gewölbe. Die Bezeichnungen der einzelnen Theile desselben sind übereinstimmend mit denjenigen der Bögen. Wenn die Begrenzungsmauern eines mit einem Gewölbe überdeckten Raumes nur zum Raumabschluss, — nicht als Widerlager — dienen, heissen sie Schild- oder Stirnmauern und dem entsprechend dort etwa vorhandene Mauerbögen Schild- oder Stirnbögen.

Gewölbe aus natürlichem Gestein kommen im Hochbau ihrer Schwere wegen selten vor; nur zu Gurtbögen und Rippen bei Kreuz- und Sterngewölben werden dieselben öfter verwendet, leichte Tuffsteine auch öfter bei Gewölben selbst; es sind z. B. die Gewölbe des Kölner Domes aus solchen ausgeführt. Auch aus den Ziegelsteinen wählt man möglichst leichtes Material zu Gewölben aus, besonders gern Lochsteine oder poröse Steine. Auch rheinische Schwemmsteine werden benutzt, ja für unbelastete Gewölbe selbst Korksteine.

Man unterscheidet folgende Gewölbearten:

1. Tonnengewölbe;
2. Kappengewölbe oder preussische Kappen;
3. Klostergewölbe;
4. Mulden-, Spiegel- und scheinrechte Gewölbe;
5. Kuppelgewölbe (Kugel- oder ellipsoidische Gewölbe, Stutzkuppeln);
6. Böhmisches Gewölbe (böhmische Kappen);
7. Kreuzgewölbe;
8. Gothische oder Sternengewölbe;
9. Fächergewölbe (normännische oder angelsächsische Gewölbe).

Topfstein- und Gussgewölbe unterscheiden sich nur in der Ausführungsweise von den gemauerten Gewölben, während sie der Form nach mit jenen übereinstimmen.

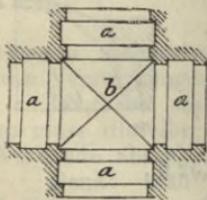
Je inniger sich der Mörtel mit den einzelnen Steinen verbindet, desto weniger Schub übt nach seiner völligen Erhärtung das Gewölbe auf seine Widerlager aus; der Grund dafür liegt darin, dass die nach dem Ausrüsten eintretenden Formänderungen bei einem mit gut erhärtetem Mörtel hergestellten Gewölbe am geringsten sind. Es ist daher der Mörtelbereitung bei Wölbungen die grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Je weniger Fugen in einem Gewölbe vorhanden und je enger dieselben sind, um so näher liegen die Grenzen zusammen, innerhalb deren der Schub des Gewölbes beim Ausrüsten Änderungen erleidet.

α. Das Tonnengewölbe.

1. Allgemeines.

Das Tonnengewölbe, welches bereits im frühesten Alterthum in den Euphrat-Ländern und Aegypten bekannt war und von den Römern in staunenswerthen Abmessungen ausgeführt worden ist, findet heute in Deutschland beim Hochbau verhältnissmässig selten Anwendung; hauptsächlich ist es noch bei Kellergewölben in bruchsteinreichen Gegenden und in Verbindung mit Kreuzgewölben oder Kuppeln bei Durchfahrten, Eingangshallen, Kirchen usw. in Gebrauch, Fig. 296. Die Tonnengewölbe bestehen meist aus einem halben Kreiszyylinder mit wagrecht liegender Axe; es kann aber als Gewölbeform auch eine Ellipse oder ein Korbbogen verwendet werden.

Fig. 296.



Im alten Babylon kannte man auch spitzbogige Tonnengewölbe, deren man sich im Mittelalter häufiger, oft mit netzartigem Rippenwerk bedeckt, bedient hat. Bei Treppen finden sich die geraden, steigenden Tonnengewölbe, bei Wendel- und Spindeltreppen schraubenförmig steigende, — schliesslich ringförmige Tonnengewölbe. Schiefe Tonnengewölbe werden bei Brücken und Durchlässen ziemlich oft angetroffen; bei ihnen liegt die Axe nicht normal zur Gewölbe-Stirn.

Bei weit gespannten Tonnengewölben, besonders wenn sie durch Gurte getrennt sind, lässt man die Axe von beiden Seiten gegen die Mitte des Raumes etwas ansteigen, d. h. man giebt dem Gewölbe „Stich“. Dann entsteht eigentlich ein Gewölbe mit zwei geneigt gegen einander stehenden Zylindertheilen, wobei die Schild-Mauern oder -Bögen mit zum Tragen benutzt und die Widerlagsmauern etwas

entlastet werden. Fig. 297 a, b und c zeigen ein derartiges Tonnengewölbe mit Stichkappen zwischen eisernen, genieteten Trägern, welche zugleich die Verankerung der beiden Widerlagsmauern herstellen. Der Stich beträgt auf 1 m Gewölbelänge etwa 5 cm. Da die

Fig. 297 a.

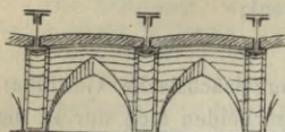


Fig. 297 b.

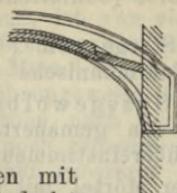
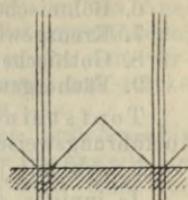


Fig. 297 c.



unten sichtbaren Trägerflanschen mit Gurtungen von Gips verdeckt sind, ist der geringe Stich eines solchen Gewölbes nicht sichtbar und wirken die einzelnen Kappen in der Ansicht wie ein einziges grosses Tonnengewölbe mit wagrechter Axe.

2. Stärke des Tonnengewölbes und seiner Widerlager.

Empirische Formeln für die Stärke eines Gewölbes am Schlussstein s und des Widerlagers w sind, nach Rondelet, für das halbkreisförmige Tonnengewölbe in Ziegelmauerwerk ausgeführt:

1. im Scheitel wagrecht abgeglichen, Fig. 298 a:

$$s = \frac{1}{48} l; w = \frac{l}{11},$$

2. für das bis zur halben Höhe hintermauerte, Fig. 298 b: $s = \frac{1}{36} l; w = \frac{l}{9},$

3. für ein ebensolches, aber zum Scheitel hin verjüngtes, Fig. 298 c: $s = \frac{1}{48} l$ am Schluss-

$$\text{stein und } s = \frac{1}{32} l \text{ am Widerlager; } w = \frac{l}{10}.$$

Diese empirischen Regeln setzen voraus, dass die Höhe des Widerlagers nicht grösser als der Durchmesser des Gewölbes ist.

Für Gewölbe in Quadern ausgeführt, giebt Rondelet folgende andere empirischen Regeln:

Für kreisförmige oder elliptische Gewölbe ist unter der Voraussetzung, dass am Widerlager das Gewölbe doppelt so stark wie am Schlussstein sei:

bei starken Brückengewölben: $s = 0,04 l + 0,32 m,$

bei mittelstarken, desgl.: $s = 0,02 l + 0,16 m,$

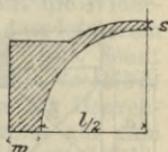
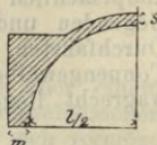
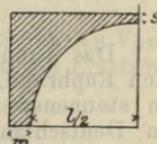
bei unbelasteten Gewölben, desgl.: $s = 0,01 l + 0,08 m$

zu nehmen.

Nach Perronet ist unter derselben Voraussetzung zu setzen: $s = 0,035 l + 0,32 m,$ wenn $l < 24 m,$ für grössere Spannweiten

$$s = \frac{1}{24} l.$$

Fig. 298 a, b, c.



In allgemeinen nimmt man die Stärke des Widerlagers, wenn dasselbe nicht zu grösserer Höhe als der des äusseren Gewölbescheitels hoch geführt ist:

bei Halbkreisbögen: $\frac{1}{5}$ der Spannweite,

bei gedrückten Bögen bis $\frac{1}{4}$ der Spannweite als Stichhöhe: $\frac{1}{4}$ der Spannweite,

desgl. mit weniger Stichhöhe: $\frac{2}{7}$ der Spannweite.

Bei grösseren Gewölben ist die nothwendige Stärke am einfachsten graphisch zu ermitteln.

3. Ausführung des Tonnengewölbes.

a. Ausführung in Backstein.

Gewölben ohne weitere Belastung, als höchstens mit der durch den Fussboden gewöhnlicher Wohnhäuser, giebt man bis zu 4 m Spannweite $\frac{1}{2}$ Stein Stärke; bei grösseren legt man Verstärkungs-Gurte (-Ringe) in Entfernungen von etwa 1,5 bis 2,5 m ein, welche 1 Stein breit und hoch gemacht werden, so dass sie $\frac{1}{2}$ Stein gegen die äussere Laibung vortreten, Fig. 299a.

Fig. 299 a u. b.

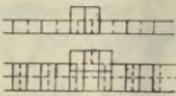


Fig. 302 a u. b.

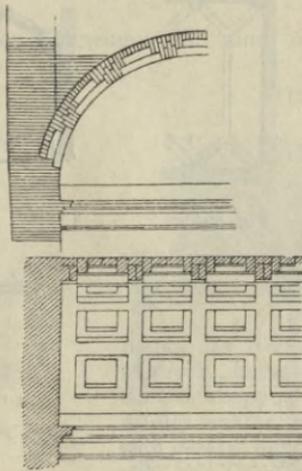


Fig. 300.

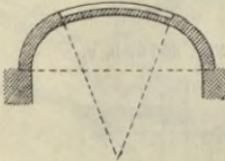
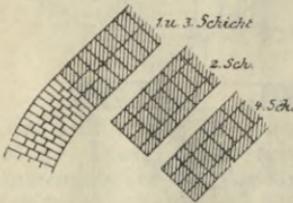


Fig. 301.



zu 4 m Spannweite $\frac{1}{2}$ Stein Stärke; bei grösseren legt man Verstärkungs-Gurte (-Ringe) in Entfernungen von etwa 1,5 bis 2,5 m ein, welche 1 Stein breit und hoch gemacht werden, so dass sie $\frac{1}{2}$ Stein gegen die äussere Laibung vortreten, Fig. 299a.

Fussbodenlager legt man der gleichmässigeren

Druckvertheilung wegen parallel zur Axe des Gewölbes. — Gewölbe mit über 6 m Spannweite erhalten 1 Stein Stärke und ebenfalls Gurte von $1\frac{1}{2}$ Stein Breite und Höhe, Fig. 299b. Stark belastete Gewölbe

müssen rechnerisch oder graphisch bestimmt werden; ein Beispiel von Verstärkungen zeigt Fig. 300.

Liegt bei starken Gewölben die Stirn frei, wie z. B. bei Brücken, so muss dieselbe wie bei gewöhnlichen Mauern mit ordnungsmässigem Verbands abschliessen, Fig. 301.

Denkt man sich die Verstärkungsrippen gegen die innere Laibung hervor tretend und dazwischen Längsrippen — parallel zur Axe angeordnet — so entsteht das kassetirte Tonnengewölbe, welches ebenfalls schon bei den Römern, allerdings nur als Gussgewölbe, vorkommt. Die Kassetten werden durch Vorstrecken einzelner Steine gebildet, Fig. 302 a und b, geputzt und durch Gipsglieder und Rosetten verziert. Für ihre Ausführung ist eine sorgfältige Einschalung des Lehrgerüsts erforderlich, auf welcher die Kassetten-Eintheilung genau aufzutragen und durch Holzkästen zu formen

ist. Bei solchem kassettirten Tonnengewölbe tragen nur die bogenförmigen Rippen, während die axialen ausschliesslich belastend wirken. Sollen alle tragend wirken, so müssen dieselben netzförmig unter beliebigem Winkel zur Gewölbeaxe angeordnet werden, indem zunächst die Bogenlinie der Rippen als Kreislinie konstruiert wird. Die Bogenlinie des Gewölbes ergibt sich alsdann als Ellipse; solche Gewölbe werden „Netzwölbe“ genannt, Fig. 303.

Bei schwachen Widerlagsmauern müssen die Tonnengewölbe, ebenso wie die Gurtbögen, verankert werden, wobei sich die Anbringung von Stichkappen empfiehlt, durch deren Verstärkungsurte der Gewölbeschub auf einzelne Punkte übertragen wird, an welchen man die Anker anbringt. Es ist dabei ziemlich gleich, ob die Grundriss-Anordnung nach Fig. 304 a oder 304 b getroffen wird. Vielfache Verwendung fanden die Tonnengewölbe mit Stichkappen in

Fig. 303.

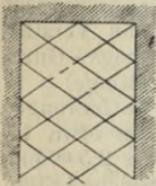
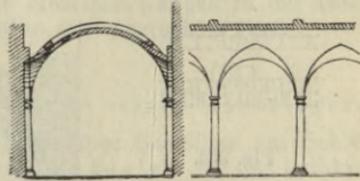


Fig. 304 a.



Fig. 305 a u. b.



den Palästen der italienischen Renaissance. Gewöhnlich wurden die Durchfahrten und Hofhallen derartig eingewölbt mit sichtbarer, in Kämpferhöhe durchgelegter Verankerung.

Schwierig sind bei denselben die Grate der

Fig. 304 b.

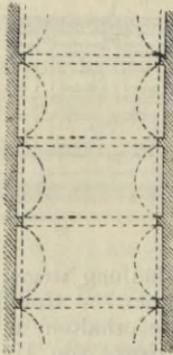
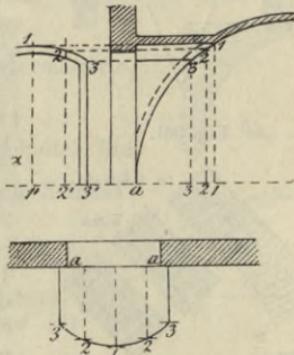


Fig. 306 a, b, c.



Stichkappen sowohl im Rohbau, als später im Putz in stetig und richtig verlaufender Kurve herzustellen. Es können die Stichkappen wagrechte oder ansteigende Scheitellinien haben, Fig. 305 a und b, wobei die Grate fast immer durch Rippen verstärkt werden. Es ergeben sich sonach Stichkappen nach Kegel- oder Zylinderflächen, mit wagrechter, fallender oder steigender Axe, ferner sehr häufig spitzbogig geformte oder Segmentbögen, seltener elliptische Bögen. Auch können die Kappen mit Busen eingewölbt sein, (s. Kreuzgewölbe).

Zur Ermittlung der Durchdringungskurve zwischen Gewölbe und Stichbogen hat man vor allem den Zylinderbogen, z. B. nach Fig. 306 a, b und c, — nur ein Segment bei einem Kellerfenster — in den Durchschnitt einzutragen und wagrechte Ebenen durchzulegen, was in der Figur der Deutlichkeit wegen nur mit einer, durch Punkt 2 gehenden, geschehen ist. In dem Durchschnitt ergeben sich 3 Schnitt-

punkte, deren Entfernungen von einander $a-1$, $a-2$ und $a-3$, sowie $1'-2'$ und $1'-3'$ in den Grundriss zu übertragen sind. Die Seitenwände der StICKKappe sind in diesem Falle senkrecht auf dem Tonnengewölbe errichtet.

Genau ebenso ist die Konstruktion bei einem Zylinderbogen mit steigender oder fallender Axe. Bei einer Kegelstichkappe ist zunächst wieder der Kegel im Durchschnitt anzugeben, Fig. 307 b, worauf man Ebenen x , y , z in geneigter Lage durch seine Spitze legt, welche die Tonnennaubung in den Punkten 1, 2 und 3 schneiden. Durch diese Punkte ziehe man Senkrechte normal zur Kegelaxe. Die Durchdringungskurve in Fig. 307 a findet man in den Schnittpunkten der Wagrechten durch die Punkte 0, 1, 2, 3 mit den Kreisbögen, die mit den Senkrechten durch 1, 2 und 3 als Halbmessern der runden Kegelschnitte aus f geschlagen sind. Im Grundrisse 307 c ziehe man die Wagrechten in Entfernungen $a 3$, $a 2$, $a 1$ und $a 0$, und trage von der Axe aus nach rechts und links die Entfernungen $f a$, $f 3$, $f 2$, $f 1$ ab. — Form und Lage der StICKkappen werden meist durch Architektur-Rücksichten bestimmt.

Bei der Ausführung der Tonnengewölbe sind nur die Widerlags-

Fig. 307 a, b. c.

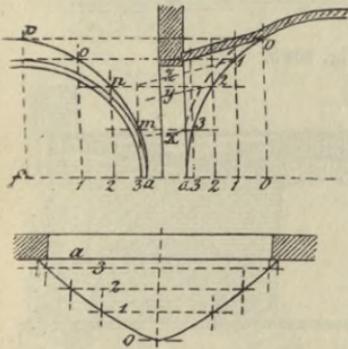
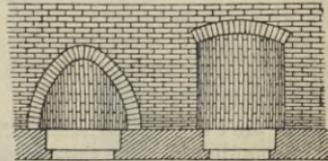


Fig. 308.



bögen der StICKkappen mit jenen zugleich herzustellen, Fig. 308; die StICKkappen-Einwölbung selbst erfolgt später, wenn das Gewölbe sich gesetzt hat und zwar entweder mit zur Gewölbeaxe senkrechten und unter sich parallelen Fugen („auf Kuff“), Fig. 308, oder „auf Schwalbenschwanz“, wie in Fig. 309a, bei y . Diese Figur zeigt die StICKkappen-Einwölbung bei einem Tonnengewölbe mit Verstärkungsurten in Grundriss und Durchschnitt. Manchmal erhalten die StICKkappen-Wölbungen gar keine Widerlagsbögen, sondern ihre Schichten greifen mit Verband in die des Tonnengewölbes ein, Fig. 309a bei z . Der Anschluss auf Gehrung, welcher ebenfalls hierbei dargestellt ist, ist zu verwerfen. Die mit h bezeichneten Stellen zeigen die Hintermauerung; der Durchschnitt, Fig. 309 b, giebt die Konstruktion einer steigenden und einer wagrechten Kappe.

In Fig. 310 a und b sehen wir die Anordnung einer stark fallenden StICKkappe in einer Kellermauer, zugleich mit der Ausführung eines Verstärkungsurtes bei a , mit allen Einzelheiten. Gewöhnlich werden die Tonnengewölbe in Kellern usw. so gelegt, dass ihre Axe parallel der Stirn des Gebäudes läuft und deshalb die Aussen- und Innen-Langmauern das Widerlager zu bilden haben, weil diese sich wegen grösserer Stärke besser dazu eignen, als die gewöhnlich schwachen Quermauern. Man nimmt die Scheitel der Gewölbe in gleicher Höhe an und giebt diesen eine solche Pfeilhöhe, dass die Widerlager eben-

falls einigermaassen in gleicher Höhe liegen, wenigstens so weit, dass ihr Höhenunterschied etwa 0,60 m nicht übersteigt.

Die Ausführung der Tonnengewölbe, wie überhaupt aller Gewölbe in Hochbauten, erfolgt erst dann, wenn das Gebäude im Rohbau fertig gestellt und völlig unter Dach ist. Gurtbögen werden jedoch mit den Mauern zu gleicher Zeit hergestellt. Beim Abwarten jenes späteren Zeitpunktes haben sich die Mauern bereits einigermaassen gesetzt, so dass die Gefahr des Reissens der Gewölbe weniger gross ist; es sind

Fig. 309 a.

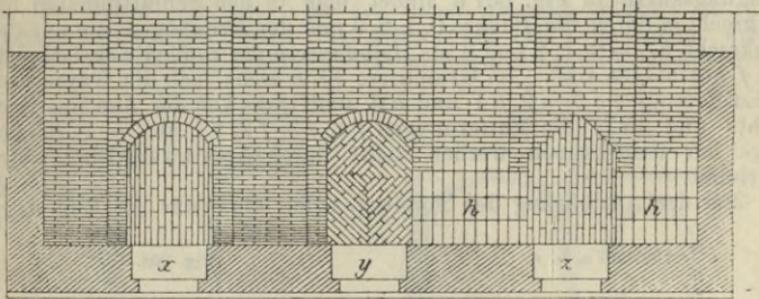


Fig. 309 b.

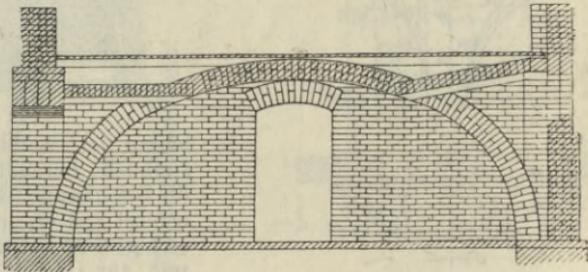
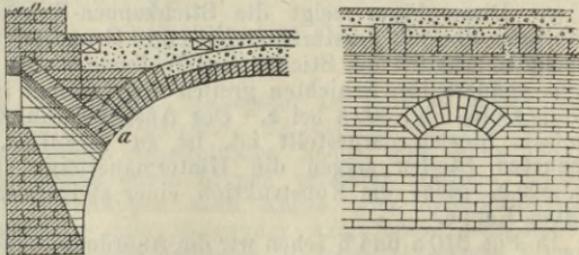


Fig. 310 a u. b.



die Gewölbe auch gegen Regen geschützt, welcher die Fugen ausspülen, sich in den tiefen Gewölbezwickeln sammeln und die Mauern durchnässen würde. Müssen Räume vor Eindeckung des Hauses eingewölbt werden, so hat man die fertigen Gewölbe mit Dachpappesorgfältig abzudecken und in den tiefsten Punkten der Gewölbezwickel kleine Öffnungen zu lassen, durch welche das hier sich etwa ansammelnde Regenwasser unschädlich abfliessen kann. Bei Kirchengewölben ist diese Einrichtung durch Einlegen kleiner Thonröhren niemals zu unterlassen.

Die Einwölbung erfolgt meist auf vollständiger Schalung, wobei die Lehrbögen in Abständen von 1—2 m normal zur Axe des Gewölbes aufgestellt werden. Bei kleineren Spannweiten kann man die Einschalung entbehren, indem nur ein in Brettstärke hergestellter Lehrbogen

verwendet wird. Man beginnt alsdann die Arbeit von einem Ende aus und rückt die Lehre um je eine Steindicke auf an den Widerlagern ausgekragten Schichten, oder einer sonstigen Unterstützung vor (s. weiterhin). Stichkappen werden ebenfalls eingeschalt, indessen von geschickten Maurern auch wohl freihändig eingewölbt. Beim Aufstellen der Lehrbögen wird mit den äussersten, an den Stirnseiten des Gewölbes, begonnen; nachdem dieselben loth- und wagrecht gehörig eingerichtet, werden die übrigen nach zwischen jenen gespannten Schnüren gestellt und befestigt.

Zu erwähnen ist hier noch eine in der Rheingegend übliche Einschaltungsart für Tonnengewölbe bis zu 11 m Spannweite. Die Lehrbögen bestehen aus $\frac{12}{16}$ bis $\frac{18}{21}$ cm starken, rohen, kaum bewaldrechteten Schwellen, über welchen, Fig. 311 a und b, ein Gerüst hergestellt ist, in dessen Hölzer in Abständen von etwa 0,3—0,45 m Löcher, ungefähr 2,5—5 cm weit und 8—10 cm tief gebohrt sind, die zur Aufnahme von radial gestellten Stäben von 4—8 cm Dicke dienen.

Fig. 311 a u. b.

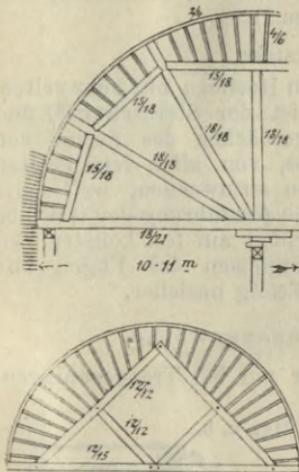


Fig. 312, 313.



Ueber diese, nach der Form des Bogens abgesehen, werden $\frac{2}{4}$ cm starke, vorher 24 Stunden in Wasser geweichte Latten gebogen und genagelt. Diese Lehrbögen werden 0,60 m von einander entfernt gestellt und mit 2 cm starken Brettern eingeschalt.

Werden bei ansteigenden Tonnengewölben die Lehrbögen ebenfalls senkrecht gestellt, so müssen sie bei halbkreisförmigen Gewölben

elliptisch geformt sein.

Soweit als möglich werden die Gewölbeanfänger vorgekragt, um den Seitenschub des Gewölbes zu verringern.

Hintermauerung wird bis auf etwa $\frac{2}{3}$

der ganzen Höhe des Gewölbes ausgeführt und, nach Fig. 312, am besten mit der Wölbung zugleich, oder doch so weit, dass sie sich später leicht vervollständigen lässt. Das Verfüllen der Zwickel mit Ziegelbrocken und deren Uebergiessen mit Mörtel kann nur bei kleineren Gewölben die Hintermauerung einigermaassen ersetzen.

Beim Aufmauern der Umfassungswände ist von vorn herein durch Aussparen einer Verzahnung für die Verbindung der Hintermauerung mit ihnen Sorge zu tragen. Beim nachträglichen Anbringen von Tonnengewölben oder auch von Gurtbögen zwischen vorhandenen, alten Mauern wendet man ein verzahntes Widerlager nach Fig. 313 an. — Nach dem Ausrüsten des Gewölbes wird über die äussere Laibung dünnflüssiger Zementmörtel ausgebreitet, um sämtliche Fugen, besonders auch die beim Setzen der Wölbung etwa entstandenen Bruchfugen zu füllen.

Das Lüften der Rüstung muss mit grosser Vorsicht und ohne Erschütterungen durch Schläge erfolgen. Die hierbei eintretende Senkung des Gewölbes wird anzeigen, ob man das Lehrgerüst überhaupt schon entfernen kann oder damit noch zu warten hat.

b. Ausführung in Bruchstein.

Hierbei gilt dasselbe, was über die Ausführung von Gurtbögen bereits früher gesagt worden ist. Es ist nothwendig, die rohen Bruchsteine lagerhaft zu bearbeiten, damit die Steine der einzelnen Schichten gleiche Stärke erhalten, die Schichten möglichst parallel der Axe des Gewölbes laufen und normal zur Schalung gerichtet sind. Für Kellergewölbe wird die Scheitelstärke gewöhnlich zu 30 bis 40 cm angenommen. Die Verwendung von Zement-Kalk- oder reinem Zement-Mörtel ist hierbei unerlässlich.

In der Kunst des Wölbens mit Bruchsteinen besitzen die Franzosen eine gewisse Ueberlegenheit; sie stellen z. B. grosse Brückengewölbe aus kleinen, unbearbeiteten Steinen, „moëllons“ oder „meulieres“, zwischen Stirnmauern aus Werksteinen in Zementmörtel so her, dass sie das Gewölbe in einzelnen Ringen ausführen. Diese Ausführungsweise bietet den Vortheil, dass die Einrüstung erheblich erleichtert und weniger kostspielig ist, weil nach Schluss und Erhärtung des ersten Ringes dieser an dem Tragen der übrigen Theil nimmt. Auch führten die Franzosen zuerst diese Ringe in mehren Stücken zugleich aus, wobei sie an Zeit sparten und das Lehrgerüst gleichmässig belasteten, also schädliche Ausbiegungen desselben vermieden.¹⁾

c. Ausführung in Werkstein.

Tonnengewölbe in Werkstein kommen im Hochbau nur sehr selten, am häufigsten im Brückenbau vor. Hier ist der Steinschnitt²⁾ und die Genauigkeit der Bearbeitung der Lagerflächen des Steins von besonderer Wichtigkeit. Zweckmässig ist es, von allen verwickelten Bogenformen abzusehen und nur Kreisbögen anzuwenden, weil sonst der Steinschnitt Schwierigkeiten macht und die Ausführung der Gewölbe wesentlich erschwert wird. Das Versetzen erfolgt auf fest konstruirten Lehrgerüsten mittels Laufkrahnen. Das Vergiessen der Fugen mit Mörtel geschieht nachträglich, ist aber im Erfolg unsicher.

4. Steigende und schiefe Tonnengewölbe.

Steigende Tonnengewölbe finden wir nur bei Treppenanlagen;

Fig. 314.

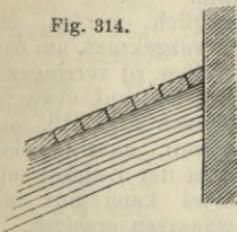
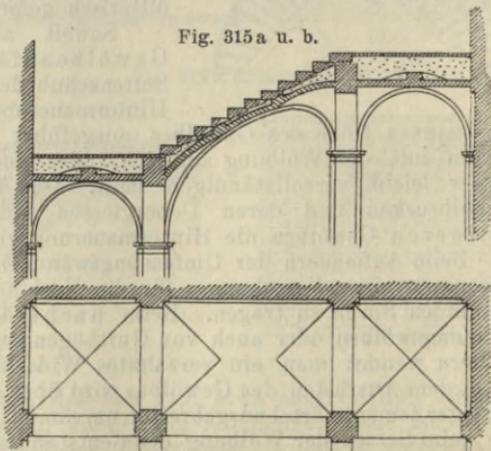


Fig. 315 a u. b.



ein hervorragendes Beispiel enthält die Eingangshalle zum Vatikan in Rom. Die Herstellung bereitet keine Schwierigkeiten, Fig. 314. Die Lehrbögen werden senkrecht zur Axe gestellt und abgestützt. Derartige Treppengewölbe sind, anstatt mit steigenden Kämpferlinien, auch so ausführbar, dass, nach Fig. 315 a und b,

¹⁾ Centralbl. d. Bauverwltg. 1885 S. 473. — ²⁾ Ringleb, Lehrbuch des Steinschnittes.

die Kämpfer in ungleicher Höhe liegen, so dass ein einhütiges Tonnengewölbe entsteht. Um die dabei unbequemen und hässlichen, geradlinigen Widerlager zu vermeiden, werden an deren Stelle zwei Stichkappen angeordnet, die eine steigend, die andere fallend. Man gehe hierbei von der Konstruktion der Gewölbe über den Podesten aus und lege diese (nicht wie Fig. 315 a u. b) in Bezug auf Fussbodenoberkante gleich hoch. Die Verbindungslinie der Kämpfer wird dadurch allerdings nicht parallel zur Neigung des Treppenlaufes; doch ist das gleichgiltig. Das steigende Gewölbe unter dem Treppenlaufe ist darauf ganz unabhängig von den Podestgewölben so auszuführen, dass es sich der Unterkante der Stufen möglichst anschliesst und unnöthige Belastung durch Uebermauerung vermieden wird. Die Stirnbogenlinien des steigenden Gewölbes werden nicht durchweg konzentrisch mit den Gurtbogenlinien verlaufen. Man muss dann durch stärkeren Putzauftrag usw. zu vermitteln suchen, was aber nie vollständig gelingen kann.

Fig. 316 a, b, c.

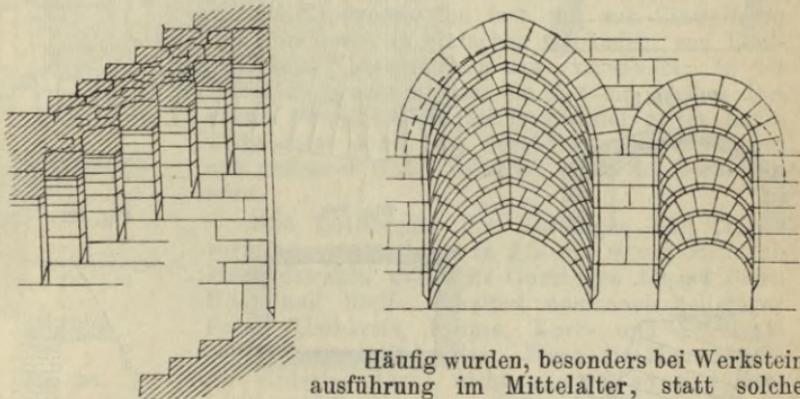
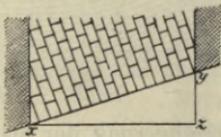


Fig. 317.



Häufig wurden, besonders bei Werkstein-ausführung im Mittelalter, statt solcher Gewölbe zahlreiche Gurtbögen über einander mit treppenartig steigenden Kämpfern angeordnet, Fig. 316a, b und c. —

Die Konstruktion schiefer Tonnengewölbe, welche im Hochbau fast gar nicht, im Brückenbau aber häufiger vorkommen, wenn z. B. der Schienenweg die Strom- oder Wegerichtung schiefwinklig schneidet, macht besonders beim Werksteinbau Schwierigkeiten, weil ein verwickelter Steinschnitt erforderlich wird. Lässt man die

Laibungsfugen parallel mit dem Widerlager in gerader Richtung bis an beide Stirnen heran reichen, so fehlt dem Dreieck xyz in Fig. 317 an der einen Seite das Widerlager. Man kann diesem Uebelstände einfach und gut, doch unschön dadurch abhelfen, dass man das schiefe Gewölbe in einzelne normale, unter einander verankerte Bögen zerlegt, deren Häupter stumpf gegen einander stossen, und deren Anfänger nach Maassgabe der Schräge verschoben sind. Die innere Laibung dieses schiefen Gewölbes ist keine zusammenhängende zylindrische Fläche, sondern eine etwa sägetörmig gezahnte von besonderer Hässlichkeit, Fig. 318a und b. Auch bilden sich an den Widerlagern die wagrechten Absätze abc . Um diese Uebelstände

zu vermeiden, hat man die Lagerfugen so zu legen, dass sie an der Stirn einen rechten Winkel mit dieser und der inneren Laibung bilden und weiterhin auch diese senkrechte Lage gegen jeden, mit der Stirn parallelen Querschnitt behalten. In der Abwicklung des Gewölbes zeigen sich die Lagerfugen als parallele, gerade Linien, Fig. 319, während sie Schraubenlinien sind.¹⁾

Bei Ausführung von schiefen Tonnengewölben aus Ziegelstein in Verbindung mit Werkstein werden die Stirnen und Widerlager in Werkstein, die Wölbungen selbst in Ziegeln in derselben Weise wie die reinen Werksteingewölbe hergestellt, Fig. 320; oder es wird nach Fig. 321²⁾ verfahren. Bei schiefen Gewölben von grösserer Länge aus Ziegeln ist es zweckmässig, das Mittelstück parallel zu den Widerlagsmauern und nur die Enden schief und senkrecht zu den Stirnmauern

Fig. 318 a.

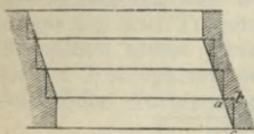


Fig. 318 b.

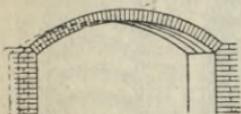


Fig. 319.

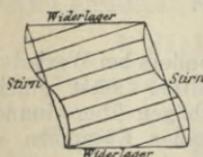


Fig. 321.

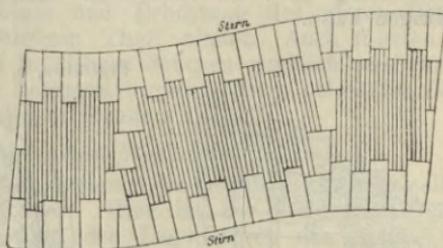


Fig. 323.

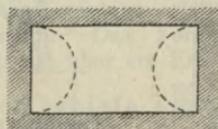


Fig. 322.

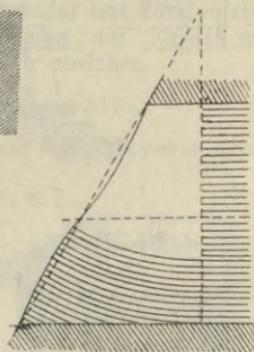


Fig. 320.



zu wölben. (D. Bauzeitung, Jahrg. 1870, S. 107). Die Lagerfugen bilden in der Abwicklung konzentrische Kreisbögen, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt da liegt, wo sich die Verlängerung der Stirnmauer mit der Grenzlinie zwischen dem geraden und schiefen Gewölbe theil schneidet, Fig. 322. Eine Verkleidung der Stirnen mit Werkstein, besonders die Verwendung von solchem an den schiefen Widerlagern, um den Verhau der Ziegelsteine zu vermeiden, wäre auch hier sehr angebracht.

In Grundrissen werden Tonnengewölbe durch Umklappen der Stirnbögen und punktirte Zeichnung derselben angegeben, Fig. 323.

¹⁾ Ueber die Einzelheiten der Konstruktion s. u. a. C. M. v. Bauernfeind, Vorlegeblätter zur Brückenbaukunde und Allgemeine Bauzeitg. 1871, VII, S. 253 und folgd., F. Hoffmann, Theoretische und praktische Anleitung zum Entwerfen und zum Ausführen schiefer Ziegel- und Quadergewölbe.

²⁾ Frauenholz, Baukonstruktionslehre für Ingenieure.

β. Das Kappengewölbe (preussische Kappe).

1. Allgemeines.

Das Tonnengewölbe wird in Süddeutschland, wo Bruchsteine fast überall vorhanden sind, zu Kellergewölben fast regelmässig verwendet; dasselbe ist jedoch wegen der tief herab reichenden Widerlager für die Ausnutzung der Räume wenig empfehlenswerth. In Norddeutschland, wo die Kellerräume vielfach zu Wohnungen, Werkstätten und Geschäftsräumen dienen, wo auch der Ziegelbau vorherrscht, wählt man anstatt des Tonnengewölbes preussische Kappen, welche aus flachen Segmentbögen bestehen. Während die Tonnengewölbe ihre Widerlager zumeist an den Stirn- und Mittelmauern erhalten, werden, des kleineren Schubes wegen, bei preussischen Kappen die Räume durch Gurtbögen, eiserne Träger oder alte Eisenbahnschienen in kleinere Abtheilungen von geringerer

Fig. 324, 325.

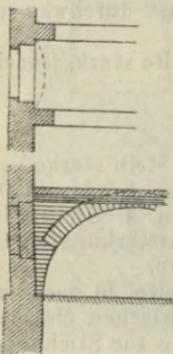
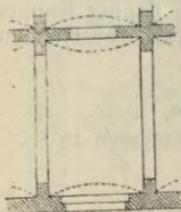


Fig. 326.



Breite zerlegt, wobei die Gurtbögen, Quermauern, Träger usw. zu Widerlagern, die Stirn- und Mittelmauern zu Schildmauern werden. Ausser bei Kellern werden Kappengewölbe fast nur zur Einwölbung von Korridoren in einfachen Gebäuden, von Registraturen, Kassenräumen usw. verwendet; es ist jedoch zu beachten, dass ein $\frac{1}{2}$ Stein starkes derartiges Gewölbe nicht als feuersicher gelten kann, weil schon durch das Herabstürzen eines Steines aus grösserer Höhe dasselbe glatt durchschlagen wird.

Die Entfernung der Gurtbögen und Träger wird am passendsten zu 2,5—3,5 m von Mitte zu Mitte gewählt, wobei die Gurtbögen $1\frac{1}{2}$ —2 Stein Höhe und Breite erhalten und nach beliebiger Form (Halbkreis, Ellipse, Korb- und Segmentbogen) hergestellt werden. Wenn die Mauerstärke als Widerlagsstärke nicht genügt, so sind entsprechende Vorlagen von $1\frac{1}{2}$, 2 Stein usw. Länge oder Verankerungen anzubringen, welche bei grösseren Spannweiten sorgfältig berechnet werden müssen, Fig. 324. Für die Widerlager von Kreisbögen, Ellipsen oder Korbbögen werden in passenden Fällen die Fundamentabsätze benutzt, Fig. 325. Man sucht die Eintheilung der Gurtbögen immer so einzurichten, dass sie auf die Mitte der Mauerpfeiler, die Fenster also möglichst auf die Mitte der Kappen treffen, weil hierbei

Stichkappen-Konstruktionen vermieden werden, deren Ausführung übrigens mit denen bei Tonnengewölben überein stimmt. Sonst ist zu bemerken, dass die Widerlager sämtlicher Kappen möglichst in gleicher Höhe liegen, ferner ihre Spannweiten nicht sehr ungleich ausfallen sollen, um Ungleichmässigkeiten in der Vertheilung des Gewölbeschubes zu vermeiden. Fussbodenlager (zumeist $\frac{10}{10}$ — $\frac{10}{12}$ cm stark) sollen möglichst nicht die Kappen, sondern die Aufmauerungen der Gurtbögen oder die Träger belasten. Die Gurtbögen sind stets nur als Widerlager der Kappen, nicht aber als Widerlager anderer, sie kreuzender Gurtbögen, zu betrachten; es muss daher der Punkt, wo sich zwei Gurtbögen kreuzen, immer durch eine Säule oder einen Pfeiler, bei Ziegelmauerwerk von gleicher Stärke wie jene, unterstützt sein.

In Grundriss-Zeichnungen giebt man Kappengewölbe so an, dass man die umgeklappten Stirnbögen einpunktirt, Fig. 326.

Preussische Kappen, in Werkstein oder Bruchstein ausgeführt, kommen nur selten vor; für sie gilt übrigens genau das bei den Tonnengewölben Gesagte.

2. Stärke des Gewölbes und der Widerlager.

Die geringste Breite und Höhe eines Gurtbogens beträgt $1\frac{1}{2}$ Stein. Am meisten im Gebrauch ist das Kreissegment, welchem man, sobald der Bogen auch noch die Last einer daraufstehenden Mauer zu tragen hat, nicht gern unter $\frac{1}{4}$ der Spannweite zur Stichhöhe giebt, während sonst schon $\frac{1}{7}$ der Spannweite genügt. Man giebt dem Segmentbogen:

bei 2,0—3,5 m Spannweite: $1\frac{1}{2}$ —2 Stein Höhe,
 „ 3,5—6,0 m „ 2 — $2\frac{1}{2}$ „ „
 „ 6,0—8,5 m „ $2\frac{1}{2}$ —3 „ „

Ein Kreisbogen muss mindestens $1\frac{1}{3}$ Stein stark, sonst durchweg um $\frac{1}{2}$ Stein schwächer als ein Segmentbogen sein.

Die Widerlager macht man $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{5}$ der Spannweite stark, jenachdem sie mehr oder weniger belastet sind.

Die Gewölbekappen erhalten:

bis zur Spannweite von 2,5 m: $\frac{1}{2}$ Stein Stärke,

„ „ „ „ 3,0 m: $\frac{1}{2}$ „ „ und 1 Stein starke Verstärkungsurte in Entfernungen von 1,5 bis 2,5 m,

bis zur Spannweite von 4,0 m: an den Widerlagern 1 Stein, im Scheitel $\frac{1}{2}$ Stein Stärke und Verstärkungsurte,

bis zur Spannweite von 5,0 m durchweg 1 Stein Stärke.

Die Pfeilhöhe beträgt hierbei $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{7}$ der Spannweite, je nachdem die Kappen belastet oder unbelastet sind. Kappen zwischen eisernen Trägern giebt man nicht weniger als $\frac{1}{8}$ der Spannweite zur Stichhöhe.

Sind Kappen ganz unbelastet, so ist nöthigenfalls schon mit der Stärke von $\frac{1}{4}$ Stein auszukommen.

Widerlagsmauern werden gewöhnlich $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ der Spannweite, aber nicht unter $1\frac{1}{2}$ Stein stark gemacht. Die Stärke flacher Kappen lässt sich auch nach der folgenden empirischen Formel, bestimmen, in welcher:

P die Belastung der gesammten Kappe in kg,

l und h die Bogen-Spannweite und Pfeilhöhe in m,

A die Tiefe der Kappe (normal zur Stirnfläche gemessen in m),

s_1 die Stärke im Schlussstein in m,

s_2 die Stärke am Widerlager in m, und

k die zulässige Druckspannung des Gewölbematerials in kg für 1 qcm bedeuten.

$$s_1 = \frac{Pl}{4hkA} \quad \text{und} \quad s_2 = s_1 \frac{l^2 + 4h^2}{l^2 - 4h^2}$$

Für gewöhnliche Ziegelsteine kann $k = 7$ kg,

„ gute „ „ „ = 10 „ „

„ Klinker „ „ „ = 14 „ „

gesetzt werden.

3. Konstruktion und Ausführung des Kappengewölbes.

Zur Herstellung des Widerlagers am Gurtbogen wird letzterer gleich bei der Aufmauerung mit einem Falz versehen, dessen Unterkante mindestens 8—10 cm über der inneren Laibungskante des Bogens

liegen muss, Fig. 327. Späteres Einstemmen des Falzes ist wegen der Erschütterungen des Bogens unzulässig.

Die Einwölbung der Kappen kann auf verschiedene Arten erfolgen, von denen die mit zur Axe parallelen Reihen, auf „Kuff“, und die andere, auf „Schwalbenschwanz“, die gebräuchlichsten sind; bei letzterer müssen auch die Schildmauern Falze erhalten. Fig. 328 a zeigt die Einwölbung einer Kappe auf Kuff und auf Schwalbenschwanz, 328 b den Durchschnitt mit der Anordnung des Gurtbogens. Die Einwölbung auf Schwalbenschwanz hat die Vorzüge, dass:

Fig. 328 a.

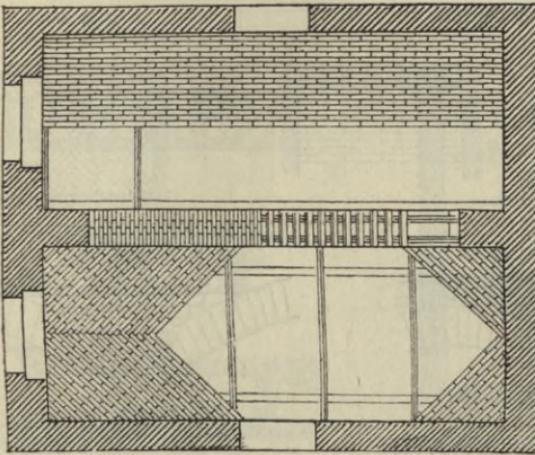


Fig. 328 b.

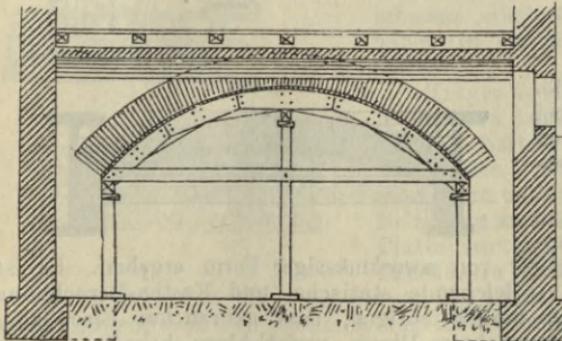
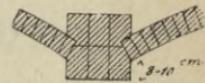


Fig. 327.



1. keine axiale Bruchfuge vorhanden ist;
2. das Gewölbe sich weniger setzt, zumal wenn demselben ein kleiner Stich gegeben worden ist;
3. der Kappendruck zum Theil von den Stirnmauern aufgenommen wird;
4. einigermaassen im Wölben geübte Maurer Schalung entbehren können, da die Lehrbögen zur Herstellung des Gewölbes genügen.

Ein Uebelstand der Kuffeinwölbung ist das Fehlen einer Verspannung in der Längsrichtung,

wogegen man den Vortheil hat, die Kappen auf Rutschbögen einwölben zu können, wodurch die grossen Kosten der Lehrgerüste erheblich verringert werden.

Bei einer dritten Einwölbungsart liegen die Lagerfugen senkrecht zur Axe der Kappe, in Folge dessen die einzelnen Reihen bei geringer Spannweite und grossem Stich polygonale Form erhalten; die Stossfugen oder die Steine werden dabei stark keilförmig. Auch bei dieser, übrigens seltener vorkommenden Einwölbungsart sind Rutschbögen

anwendbar, Fig. 329 a und b. Endlich kann man, besonders beim Rohbau, nach Fig. 330 eine Schwalbenschwanz-Einwölbung wählen, bei welcher die Fugenrichtung senkrecht zu der gewöhnlichen läuft und in der Mitte mit kreuzförmig gelegten Steinen begonnen wird.

Sehr einfach gestaltet sich die Kappenwölbung bei Anwendung von Eisenbahnschienen oder eisernen Trägern. Gewöhnliche Eisenbahnschienen, Fig. 331, dürfen bei $\frac{1}{2}$ Stein starken Kappen höchstens 4 m frei und 1,75 m von einander entfernt liegen. Bei stärkeren Belastungen und grösseren Spannweiten ordnet man bei Längen bis zu 4 m wohl 2 Schienen neben einander an und spreizt dieselben unter sich durch eingefügte Steine ab, Fig. 332. Bei grösseren Längen, bis etwa 6 m, nietet oder schraubt man 2 Schienen mit ihren Fussflächen

Fig. 329 a u. b.

Fig. 330.

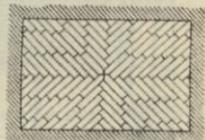
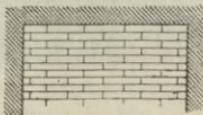
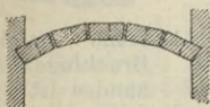


Fig. 331.

Fig. 332.

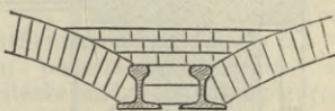
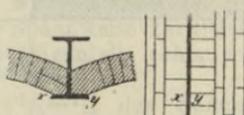
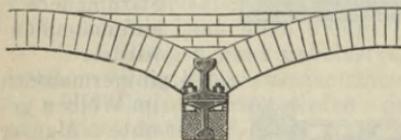


Fig. 333.

Fig. 334 a u. b.



auf einander, (Fig. 333). Die Kosten, welche bei Anwendung von alten Eisenbahnschienen entstehen, sind jedoch oft höher als diejenigen, welche sich bei Verwendung neuer I-Träger von zweckmässiger Form ergeben. Es ist deshalb immer eine vergleichende statische- und Kosten-Berechnung angebracht, wobei zu berücksichtigen, dass gebrauchte Eisenbahnschienen öfter mit versteckten Rissen und Fehlern behaftet, daher weniger tragfähig als I-Träger sind.

Fig. 335.



Um bei den Widerlagsschichten die Verwendung zu kleiner Zwickelsteine zu vermeiden, trifft man Anordnungen wie in Fig. 334 a und b, wo bei x mit zwei Flachsichten, bei y mit einer Rollschicht begonnen ist. — Bei tiefen Räumen oder stark belasteten Gewölben werden die Träger so hoch, dass man gezwungen sein kann, grössere Sand- oder Schuttmassen als Füllmaterial aufzubringen, durch welche die Belastung der Träger sehr vermehrt wird; das kann durch Verwendung besonders geformter oder zugehauener Widerlagssteine, Fig. 335,

vermieden werden, wobei die Kappen allerdings ein weniger gutes Auflager erhalten und auch die Gefahr des Abreissens der Trägerflanschen inbetracht zu ziehen ist.

Bei unzureichender Stärke der Widerlager und einer Länge der Kappen von nicht über 4 m muss eine Verankerung derselben durch Einlegung eines oder mehrerer Anker zur Verbindung der beiden äussersten Kappen erfolgen. Auch die Ecken des betr. Raumes müssen sicher verankert werden. Bei grösserer Länge der Kappen ist längs der das Widerlager bildenden Aussenmauer ein eiserner Träger anzuordnen, der an den Enden und auch auf dem Zwischentheile mit dem Nachbarträger oder einer Mauer zu verankern ist. Hierbei empfiehlt sich die in Fig. 336 dargestellte Konstruktion, bei welcher die Fläche

Fig. 337, a—e.

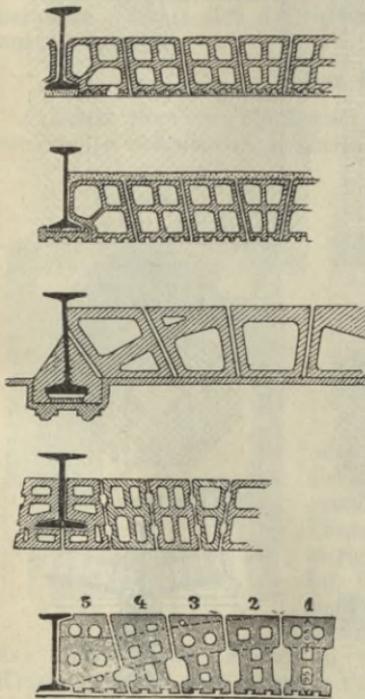
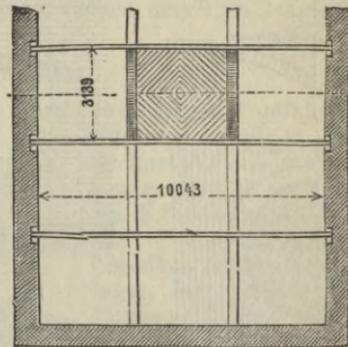


Fig. 336.



zwischen den Trägern durch Gurte getheilt und jeder Zwischenraum als Kappe für sich auf Schwalbenschwanz eingewölbt ist. Die Gurte haben in diesem Falle die Anker zu bergen.

Träger oder Eisenbahn-Schienen müssen ein Auflager von 25 bis 30 cm Länge erhalten, welches mit guten Materialien (Klinker und Zementmörtel) zu untermauern, bei stärkerer Belastung auch mit einer gusseisernen Platte zur besseren Vertheilung des Druckes zu versehen ist.

In neuerer Zeit hält man Schutz des Eisens gegen den unmittelbaren Angriff von Stichflammen für nothwendig, und sucht deshalb die Aussenflächen der Träger ganz in die Deckenkonstruktion einzuwickeln. Unter Verweisung auf den weiterhin folgenden, besonderen Abschnitt sollen hier nur einige betr. Konstruktionen abgebildet werden, in welchen zugleich die Herstellung einer in der Untersicht „geraden“ Decke verwirklicht ist. Fig. 337 a—e (letztere die von Wingen angegebene Decke darstellend) zeigen einige solche Wölbungen. Die Wölbsteine sind bei einer Spannweite der Bögen von 1 bis 2,7 m 15—20 cm hoch, so dass 1 qm solcher Kappen 100—170 kg wiegt. Die Untersicht der Wölbsteine ist meist geriffelt, wodurch für den Putz ein besserer Halt geschaffen wird. Bei den Wölbungen, Fig. 337 a und e,

ist der untere Trägerflansch durch Putz geschützt; bei den Anordnungen, Fig. 337 b und c sind zu demselben Zweck kleine Thonplatten eingeschoben; bei der Anordnung Fig. 337d wird der Träger von zwei Formsteinen gänzlich eingeschlossen. —

Der Brand der Ziegel zu der Form 337e ist sehr schwierig.

Stichkappen kommen bei preussischen Kappen nur sehr selten vor, bieten aber keine Besonderheiten, Fig. 338 a und b. Oft jedoch müssen Kellertreppen-Oeffnungen, Oberlichte usw. in den Kappen ausgespart werden, was nach Fig. 339 a, b u. c so geschieht, dass der Seitenschub des Gewölbes durch einen eingefügten Bogen aufgefangen wird. Statt des Mauerkranzes in Fig. 339 c kann man auch eine

Fig. 338 a u. b.

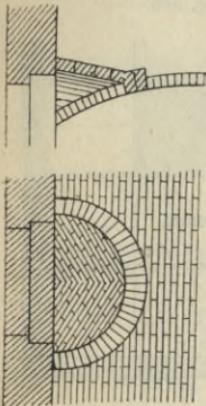


Fig. 339 a.

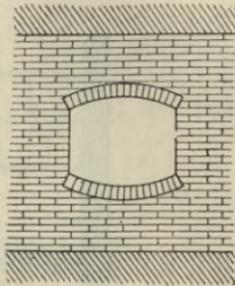


Fig. 339 b.

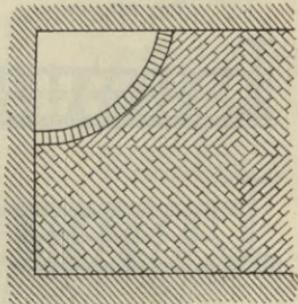


Fig. 339 c.

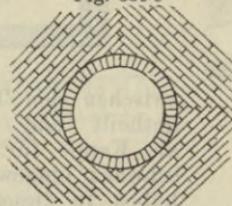


Fig. 339 d.

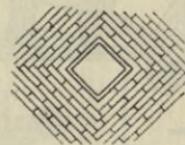


Fig. 340.

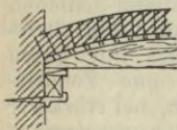
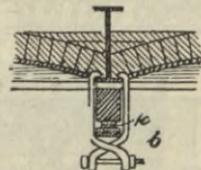


Fig. 341 a.



Fig. 341 b.



4eckige, eiserne Zarge verwenden, welche, wie jener, mit Rohglas abzudecken ist, Fig. 339 d.

Die Ausführung steigender Kappen, die sehr häufig bei Treppen angewendet werden, entspricht genau der von Tonnengewölben. Die Einwölbung auf Kuff ist sehr bequem, weil man sie auf Rutschbögen herstellen kann. Bei vollen Mauern können die die Wölb-scheiben tragenden, oben glatt gehobelten Rahmhölzer mit langen Haken an der Wand befestigt werden, Fig. 340. Zwei Wölb-scheiben werden in der Entfernung von etwa 1—1,25 m eingeschalt und können nach Fertigstellung des Kappenstückes und Entfernung der Keile leicht auf den mit schwarzer Seife geglätteten Rahmenhölzern fortgeschoben werden. Bei Gurtbögen lassen sich solche Haken nur selten anwenden; die Rahmenhölzer müssen hier mit Netziiegeln unterstützt werden.

Bei Trägern kann die Befestigung entweder mittels gekrümmter Hängeisen nach Fig. 341 a erfolgen, wobei nur darauf aufmerksam zu machen ist, dass die beiden Rahmenhölzer durch das Zwischenstück *a* gegenseitig abgespreizt werden müssen, um das Umbiegen der Eisen infolge der Schwere des Gewölbes zu verhindern, oder durch Zangen nach Fig. 341 b. Ein grosser Vortheil beim Gebrauch von Rutschbögen ist der, dass bei der Einwölbung die Maurer zwischen den Gurtbögen und Trägern stehen können, während sie bei Einwölbung auf Schwalbenschwanz auf der Einschalung stehen müssen.

Können nicht mehre Kappen zu gleicher Zeit eingerüstet und gewölbt werden, so sind die Gurtbögen oder Träger der anstossenden, leeren Gewölbefelder abzuspreizen, weil sie sonst leicht durch den Seitendruck der fertigen Kappen zur Seite gedrückt werden könnten. Besondere Vorsicht ist beim Entfernen des Lehrgerüsts nothwendig und das allmähliche Ausrüsten neben einander liegender Kappen anzurathen, damit sich der Seitendruck beim Setzen derselben langsam ausgleiche.

γ. Das Klostergewölbe.

Denkt man sich ein Tonnengewölbe durch zwei diagonal geführte, senkrechte Schnitte in 4 Theile zerlegt, Fig. 342, und 4 mit *a* bezeichnete Theile zusammen gesetzt, so entsteht ein Klostergewölbe; alle Umfassungswände desselben bilden Widerlager, die Schnitte der Kappen „Kehlen“.

Fig. 343.

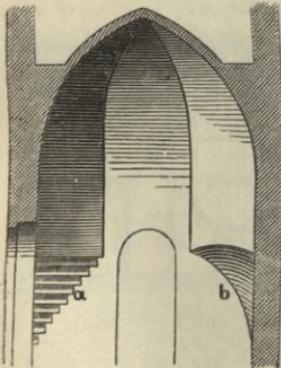
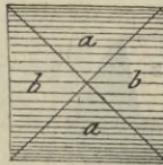


Fig. 342.



alle Umfassungswände desselben bilden Widerlager, die Schnitte der Kappen „Kehlen“. Vier der Kappen *b* würden das Kreuzgewölbe geben. Dem Klostergewölbe fehlen Schild-

oder Stirn-Mauern. Bei einer anderen Erklärung denkt man sich das Klostergewölbe aus der Durchdringung zweier Tonnengewölbe entstehend, die flach-, rundbogig, elliptisch, spitzbogig usw. sein können. Ein Klostergewölbe kann auch über einem quadratischen, oblongen oder vielseitigen Raume hergestellt werden, Fig. 343.

Wird das Vieleck zum Kreis, so entsteht die Kuppel; doch werden Klostergewölbe mit grosser Pfeilhöhe schon dann als Kuppeln bezeichnet, wenn sie über einem Achteit angeordnet sind, wie man z. B. bei dem Dome von Florenz von einer Kuppel spricht, die eigentlich ein Klostergewölbe ist.

Fig. 344 a und b zeigen ein Klostergewölbe, in Haustein ausgeführt, im Grundrisse und Schnitt nach A—B. Die Wölbsteine *x* gleichen hierbei genau den gewöhnlichen Tonnengewölbsteinen; in Fig. 345 a und b sind der Schlussstein und ein Kehlstein dargestellt. Zur Einwölbung ist eine vollständige Einschalung auf Diagonalbögen *b*, Fig. 346, von denen natürlich nur einer in einem Stück durchgehen kann, auf Schiffbögen *c*, und oft auch noch auf Axbögen erforderlich, die aber nicht bis zum Mittelpunkt *a* reichen, sondern vorher ausgewechselt sind. Der Scheitel *a* ist durch einen „Mönch“, ein senkrecht stehendes Holz, unterstützt. Die Anstragung der Diagonalbögen erfolgt durch Vergatterung.

Bei Backsteinbau erfolgt die Einwölbung gewöhnlich mit zu den Widerlagern parallelen Schichten, doch so, dass in den Kehlen keine durchlaufende Fuge entsteht, was durch Uebergreifen der Steine leicht zu erreichen ist, Fig. 347.

Auch auf „Schwalbenschwanz“ kann die Einwölbung erfolgen, wobei die Kehlen gewöhnlich durch Grate verstärkt werden, Fig. 348a, b u. c; doch erfordert das Verhau der Steine an den Widerlagern.

Fig. 344 a u. b.

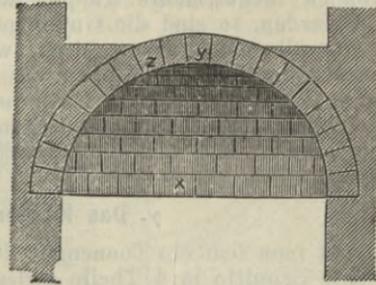
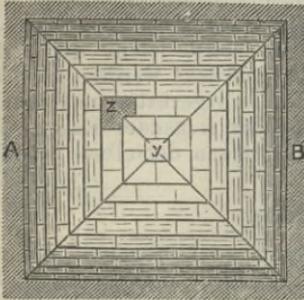


Fig. 345 a u. b.

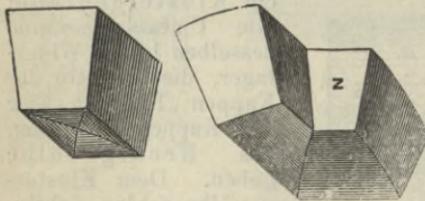


Fig. 346.

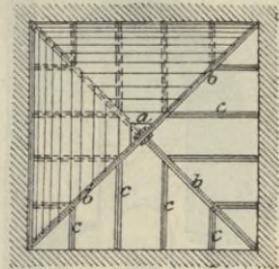
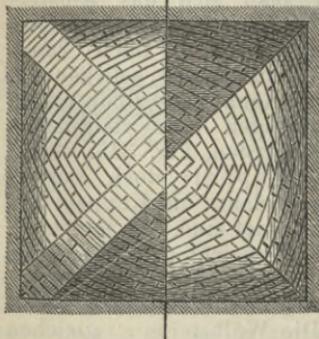
Fig. 348 a.
oben | unten

Fig. 347.



Fig. 348, b.

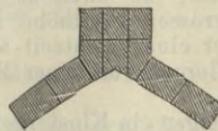
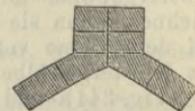


Fig. 348 c.



Das Klostergewölbe ist für nicht hohe Räume noch unpraktischer als das Tonnengewölbe; es müsste denn ganz flachbogig ausgeführt werden. Denkt man sich in Fig. 336 z. B. statt der Gurtbögen kurze eiserne Träger zwischen die langen genietet, so können die einzelnen Deckenfelder durch flache Klostergewölbe, wenn sie jedoch eine längliche Form haben, durch flache Muldengewölbe geschlossen werden. In seiner reinen Form wird das Klostergewölbe fast nur zur Herstellung von Herd- (Rauch-) Mänteln benutzt; auch für diesen Zweck ist es durch das leichtere Eisenblech verdrängt worden. Da-

gegen hat es vielfach in Verbindung mit Stichkappen Anwendung gefunden. Fig. 349 a und b zeigen ein spitzbogiges Klostergewölbe über einem quadratischen Raume mit Stichkappen; Fig. 350 stellt ein gedrücktes Gewölbe über der Capella de Vitelli in S. Francesco zu Citta di Castello in Umbrien dar. Bei einem Achteit, z. B. dem Baptisterium in St. Giovanni in fonte in Florenz, ist die Konstruktion genau dieselbe.

Nach Fig. 351 a und b lässt sich ein steiles, spitzbogiges, oder nach einem Korbbogen geformtes Klostergewölbe über einem vielseitigen Raume mit Hilfe von Stichkappen sehr hübsch ausbilden. Die Konstruktion geht aus dem Grundriss deutlich hervor. Der Grat cg' ist aus dem Profil cgf zu vergattern, die Scheitelansteigung der Kappen = den Gratprofilhöhen, abzüglich der Stirnbogenprofilhöhen.

Fig. 349 a u. b.



Fig. 351 a.

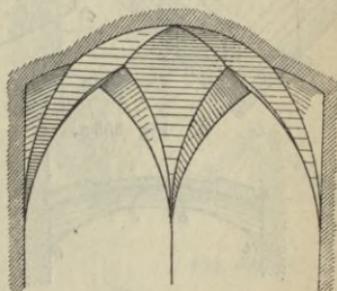


Fig. 350.

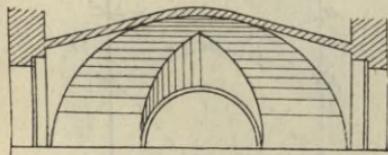


Fig. 351 b.

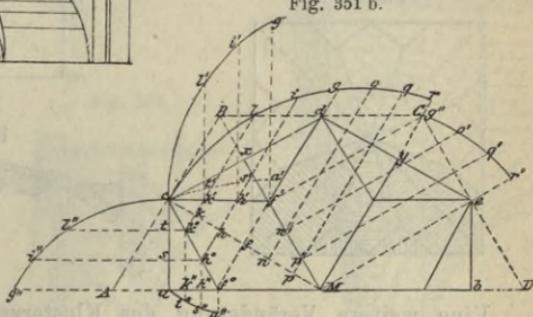
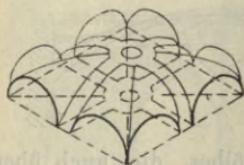


Fig. 352.



Giebt man den Klostergewölbkappen Busen, so könnte aus dem Klostergewölbe eine Stutzkuppel mit Stichkappen entstehen; es würden dabei die Kehlen verschwinden. Bei noch grösserer Stichhöhe des Busens würden dieselben zu Graten werden.

Eine Anordnung, wie wir sie bei den sogenannten Jesuitenbauten häufiger antreffen, Fig. 352, wobei das Klostergewölbe von 8 Stichkappen durchschnitten wird, lässt von dem ersteren überhaupt nicht viel übrig. Ein Uebelstand bleibt dabei, dass sich die Stichkappen-Konstruktionen nur bei einem quadratischen oder regelmässig vielseitigen Raume in ansprechender Weise ausführen lassen, während sie bei einem gestreckten Raume hässlich sein würden.

Nachstehende Ausführungsweise hat den Vortheil, den Gewölbeschub grösstentheils auf die Ecken zu übertragen und dabei auch nach allen Bogenformen ausführbar zu sein: Denkt man sich um die

Ecken des zu überwölbenden Raumes $a b c d$, Fig. 353 a, unter 45° ein entsprechend grösseres Quadrat gelegt, dieses mit einem einfachen Klostergewölbe überwölbt, die über die Seiten ab , ac usw. vorstehenden Dreiecke abgeschnitten und die Ecken $a b c d$ unterstützt, so erhält man wieder ein Klostergewölbe mit 4 Schildbögen, bei welchem diese zu Spitzbögen, die Kehlen aber Ellipsen werden, Fig. 353 b. Wir finden diese Art eines Klostergewölbes über dreieckigem Raume in Notre Dame zu Paris ausgeführt¹⁾, Fig. 354.

Fig. 353 a.

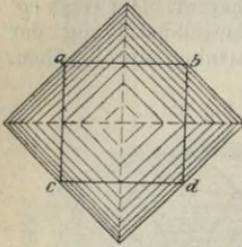


Fig. 353 b.

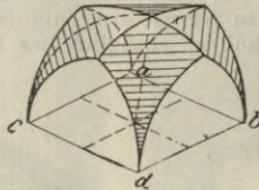


Fig. 354.

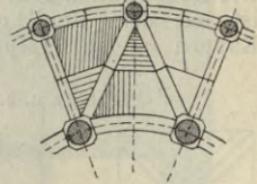


Fig. 355 a.

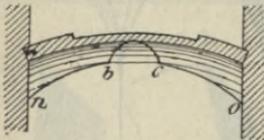


Fig. 355 b.

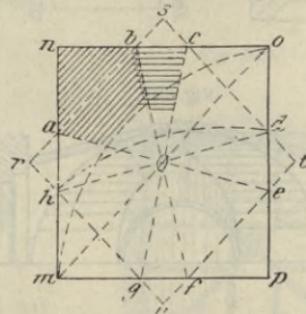


Fig. 356 a.

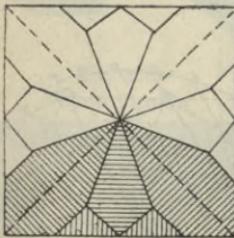
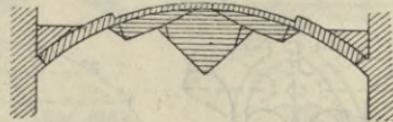


Fig. 356 b.



Eine weitere Veränderung des Klostergewölbes, die auch über gestrecktem Raume brauchbar ist, entsteht, Fig. 355 a und b, dadurch, dass man über den Grundriss $m n o p$ ein um 45° verschobenes Viereck gelegt denkt. Man wölbt nun aus den Ecken $m n o p$ die 4 Zwickel $a n b$, $c o d$, $e p f$ und $g m h$, darauf das Achteit $a b c d e f g h$ mit zu den Seiten parallelen Schichten bis zum Schluss. Der Bogen der Diagonalen $m o$ und $n p$ ist von vorn herein, der der Kehlen $a e$, $b f$ usw. darnach durch Vergatterung zu bestimmen.

Ein sternförmiges Klostergewölbe erhält man aus dem vorigen durch Hinzufügung von 8 Stichkappen, Fig. 356 a und b²⁾. Fig. 357 a und b endlich zeigen ein kreuzförmiges Klostergewölbe, welches wieder, wie Fig. 353, durch Drehung entstanden, dann aber noch von 4 grösseren Stichkappen durchbrochen ist.³⁾

1) Viollet le Duc, dict rais. Tom IX pag. 512.

2) Deutsche Bauzeitg. 1881, S. 163 u. 455.

3) Deutsche Bauzeitg. 1883, S. 254.

Die Stärke der Kappen eines Klostergewölbes entspricht der der Tonnengewölbe. Ist der Grundriss ein Quadrat, so muss die Stärke des Widerlagers = $\frac{2}{3}$ der eines Tonnengewölbes von gleicher Spannweite sein, = $\frac{3}{4}$, wenn die eine Seite des Grundrisses doppelt so gross als die andere ist.

Zum Schluss sei noch auf den Uebergang aus dem Viereck in das darüber liegende Achteck hingewiesen, der häufig bei Klostergewölben, besonders aber bei Kirchen- und auch Thurmbauten vorkommt. Fig. 358 a und b zeigen die Ueberführung mit Hilfe eines aus Schnittsteinen gebildeten Kegels, wie wir sie bei mittelalterlichen Bauten, häufig auch in Spitzbogenform finden. Fig. 359 zeigt die einfachste Form, eine Ueberkragung einzelner Bögen, in S. Lorenzo zu

Fig. 357 a u. b.

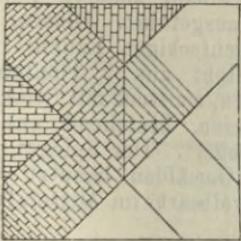


Fig. 358 a u. b.

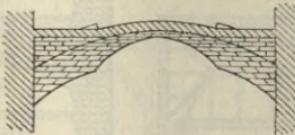
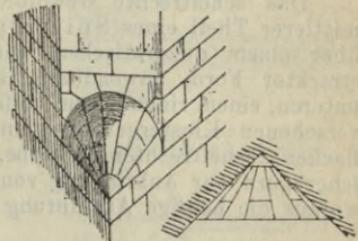


Fig. 361.

Fig. 359.

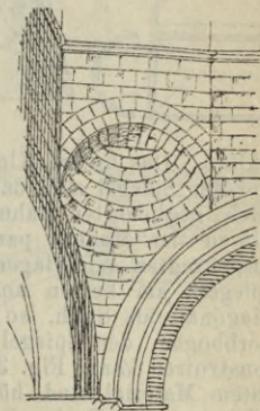
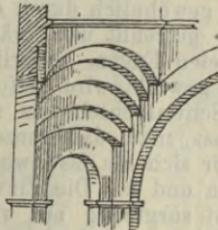
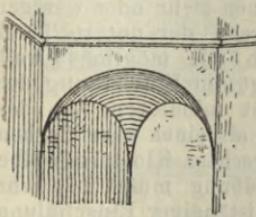


Fig. 360.

Mailand. Fig. 360 stellt einen nischenartigen Uebergang aus dem Dom von Worms dar, welcher auch spitzbogig ausführbar wäre, Fig. 361 endlich die Ueberführung mittels einer halben, diagonal geschnittenen Hängekuppel aus S. Vitale bei Ravenna. Zwei sehr einfache Konstruktionen für kleinere Abmessungen sind in Fig. 343 mitgetheilt.

d. Das Muldengewölbe, scheinrechte Gewölbe und Spiegelgewölbe.

Das — stets über einem länglichen Raume angeordnete — Muldengewölbe setzt sich aus einem Tonnengewölbe und dem Klostergewölbe zusammen, so zwar, das die beiden schmalen Seiten des Raumes durch zwei Klosterkappen geschlossen sind, Fig. 362. Die Grundform kann rechteckig oder trapezförmig sein, Fig. 363. Alle Kehllinien

werden durch Halbiring der Winkel gefunden und sind aus der Krümmungslinie der Tonne durch Vergatterung zu bestimmen.

Für die Konstruktion gilt genau das über das Tonnen- und Klostergewölbe Gesagte. Bei der Ausführung ist vollständige Einschalung des Lehrgerüsts, Fig. 364, erforderlich. Das Muldengewölbe wird hauptsächlich bei Kasemattenbauten unter Erdschüttung angewendet, im Grundriss durch Einpunktirung der Kehllinien bezeichnet. —

Das scheidrechte Gewölbe kann zur Ueberwölbung von höchstens 3,5 m weiten Räumen benutzt werden; es verträgt keine Belastung, wird nie ganz eben, sondern stets mit wenigstens $\frac{1}{36}$ der Spannweite als Stich auf Schwalbenschwanz eingewölbt und später, wenn es erforderlich sein sollte, mit stärkerem Auftrag in der Mitte glatt — wagrecht — geputzt, Fig. 365. Eine möglichst grosse Auskrugung der Widerlager ist hier besonders angebracht.

Das scheidrechte Gewölbe wird nie allein, sondern immer als mittlerer Theil eines Spiegelgewölbes ausgeführt. Dieses, sowohl über einem quadratischen, wie einem rechteckigen Raume von gestreckter Form anwendbare Gewölbe besteht aus 2 Theilen, dem unteren, einem rings herum laufenden, halben, meistens mit Stiechkappen versehenen Klostergewölbe, und dem oberen, bestehend aus einem flachen, scheidrechten Gewölbe, dem „Spiegel“. Der Spiegel ist von jeher gern zur Anbringung von grösseren Gemälden benutzt worden, woraus die häufige Ausführung dieser Gewölbeart im Mittelalter sich

Fig. 362.

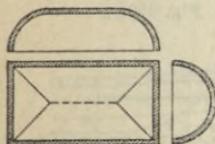


Fig. 363.

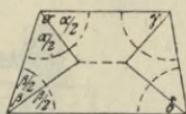


Fig. 364.

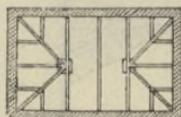
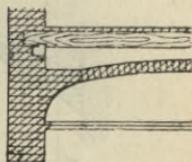


Fig. 365.



erklärt. Das untere Klostergewölbe, die grosse Hohlkehle oder Voute, und der Spiegel sind dann gewöhnlich durch einen mehr oder weniger reich gegliederten Rahmen getrennt und, während der untere Theil mit zu den Mauern parallelen Fugen, natürlich mit möglichst weit ausgekragten Widerlagern, gewölbt wird, erfolgt die Einwölbung des Spiegels am besten auf Schwalbenschwanz mit mindestens $\frac{1}{36}$ der Diagonale als Stich, so dass man das Ganze als einen sehr flachen Korbbogen, den Spiegel für sich als fast wagrechtes Klostergewölbe konstruiren kann, Fig. 366 a und b. Die Einwölbung muss mit sehr gutem Material und höchst sorgfältig auf vollständiger Einschalung erfolgen. Die Breite des Spiegels wird nicht gern über 3,5 m gewählt. Derselbe kann schliesslich mit Gipsmörtel wagrecht geputzt werden, obgleich das unnöthig ist, weil man die geringe Wölbung von unten kaum erkennen kann. Im Grundriss werden die Spiegelgewölbe durch Einzeichnung der Kehllinien und des Spiegels bezeichnet, Fig. 366 b links. Hübsche derartige Spiegelgewölbe befinden sich in den Kapellen der Schlösser von Chantilly und Ecouen, Fig. 366 c und d. (S. Encyclopédie d'Arch. 1886/87). Die Ecken einer Schmalseite des Raumes sind abgestumpft, daher die eigenthümliche Gestaltung der Decke. Die Einwölbungsweise in Haustein geht aus dem Grundriss deutlich hervor. Für Decken grosser Räume, Säle, Treppenhäuser usw. wählt man sehr häufig diese Wölbungsart, so dass die grosse Hohlkehle ringsum von Stiechkappen durchbrochen ist und zum Tragen ein Eisengerüst zur Hilfe genommen wird. Häufig bleibt auch der Spiegel ganz fort und

wird durch ein Oberlicht ersetzt. In Fig. 367 a und b umrahmen die Träger *a* das Oberlicht, werden ihrerseits aber durch die mit denselben vernieteten, konsolartigen **I**-Träger getragen. Diese sind in der angegebenen Weise mit dem Mauerwerk, oder, wenn eine genügende Belastung fehlen sollte, wie die Steingesimse nach unten zu verankern. Am Hauptträger kann, wie hier angedeutet, entweder ein massives

Fig. 366 a, b, c, d.

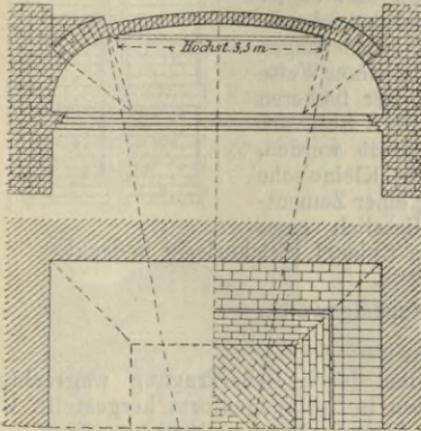


Fig. 367 a u. b.

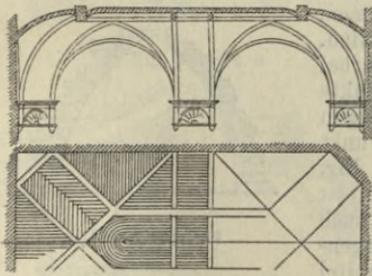
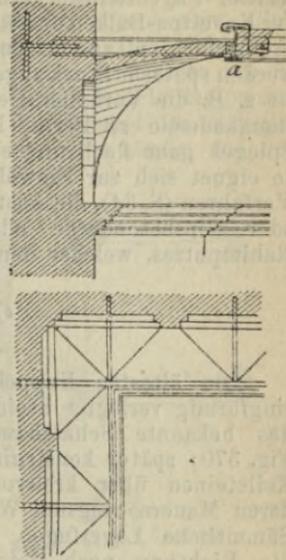


Fig. 368 a.

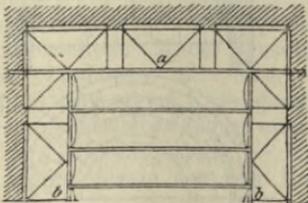
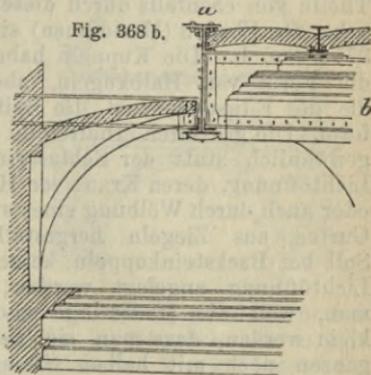


Fig. 368 b.



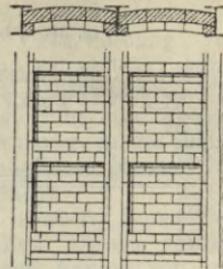
Gesims, ein solches aus Rabitzputz (S. 27) oder endlich ein geputztes Holzgesims angebracht und der untere Flansch mit Stuck verdeckt werden.

Soll der Spiegel eingewölbt werden, so geschieht das am besten mittels ganz flacher preussischer Kappen zwischen **I**-Trägern, Fig. 368 a und b, welche auf den Trägern *b* ruhen und mit diesen durch Schrauben verbunden sind. Die Träger *b* sind mit dem in der Figur mit *a* bezeichneten Hauptträger fest vernietet und beide durch Konsolträger, wie in Fig. 367 angegeben, unterstützt, welche innerhalb der Gurte

liegen müssen; zur Erzielung grösserer Deutlichkeit sind dieselben in der Abbildung 368 a fortgelassen. Das Gesims des Spiegels und dieser selbst können wieder mit Hilfe von Rabitzputz, oder durch Anbringung hölzerner Bohlenknaggen und Bekleidung derselben mit Holzschliessen und Putz gebildet und gegliedert werden.

Soll der Spiegel oder auch ein scheidrechtes Gewölbe kassettirt erscheinen, so sind nach Fig. 369 die Kappen mit, zu den Trägern senkrechter Fugenrichtung einzuwölben und es ist der Kassetten-Balken durch tiefer herab reichende Steinschichten zu bilden. Die Gliederungen werden später in Stuck angesetzt. In dieser Weise ist z. B. die Vorhallen-Decke in der früheren Bauakademie zu Berlin hergestellt. Soll der Spiegel ganz flach und eben geputzt werden, so eignet sich zur Einwölbung das Kleine'sche Verfahren (S. 34), die Ausführung einer Zement- oder Gipsbetondecke oder schliesslich eines Rabitzputzes, welcher den ganzen Spiegel gleichmässig bedeckt.

Fig. 369.



ε) Das Kuppelgewölbe.

1. Allgemeines.

Die ältesten Kuppeln wurden durch Uebertragung wagrechter, ringförmig verlegter Steinschichten in Spitzbogenform hergestellt, wie das bekannte Schatzhaus des Atrous, Fig. 370; später konstruirte man sie mit Keilsteinen über kreisrunden Räumen, deren Mauern ringsum Widerlager sind. Sämmtliche Lagerfugen haben hierbei die Richtung nach dem Mittelpunkte der Kuppel, während die Stossfugen Theile von ebenfalls durch diesen Punkt gehenden Ebenen (Meridianen) sind, Fig. 371 a und b. Die Kuppeln haben meist die Form von Halbkugeln, aber auch die des Ellipsoids und die Spitzbogenform. Die grösseren erhalten im Scheitel gewöhnlich statt der Schlussringe eine Lichtöffnung, deren Kranz von Haustein, oder auch durch Wölbung eines stärkeren Gurtes aus Ziegeln hergestellt wird. Soll bei Backsteinkuppeln keine solche Lichtöffnung angelegt werden, so ist man, weil die Mauerringe endlich so klein werden, dass man sie weder mit ganzen noch mit halben Steinen ausführen kann, gezwungen, eine Rollschicht als Gurt einzulegen und den Schluss auf Schwabenschwanz zu wölben, Fig. 372.

Fig. 370.

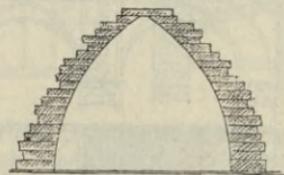
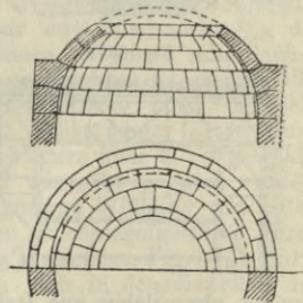


Fig. 371 a u. b.



Ist der senkrechte Kuppeldurchschnitt kein Halbkreis, sondern nur ein Kreissegment, so erhält man eine Flachkuppel.

Kuppeln kann man über beliebigem Grundriss, über kreisförmigem, elliptischem usw. konstruieren; liegt ein quadratischer oder vielseitiger Raum vor, so bedarf man zum Uebergange in die Rundung der Kuppel, der sogen. Pendentifs oder Gewölbezwickel, Fig. 373, b und c; eine

Hintermauerung der Pendentifs sowohl, als der Kuppel, darf dabei nicht fehlen. Ob die Pendentifs, wie in Fig. 373, unten in einer Spitze endigen, oder eine breitere Grundlage, wie in Fig. 374 a und b, erhalten, hängt allein von der architektonischen Ausbildung des Grundrisses ab. Bei Kuppeln über einem 6- oder 8seitigen Raume haben die Pendentifs nur ganz geringe Ausladung. Häufig finden wir zwischen der Kuppel und den Pendentifs einen senkrechten, runden oder vielseitigen, zylindrischen Mauerkörper eingeschoben, den sogen. Tambour, welcher gewöhnlich mit Fenstern zur Erleuchtung der Kuppel durchbrochen ist. Soll diese selbst Fenster erhalten, so sind Stiechkappen nothwendig (s. Fig. 380). Am günstigsten ist die Kegelform mit nach dem Kugelmittelpunkte gerichteten Axen. Da die Kuppel im Scheitel gewöhnlich offen bleibt, so wird häufig auf den

Fig. 372.

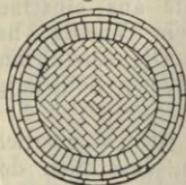


Fig. 373 a, b, c.

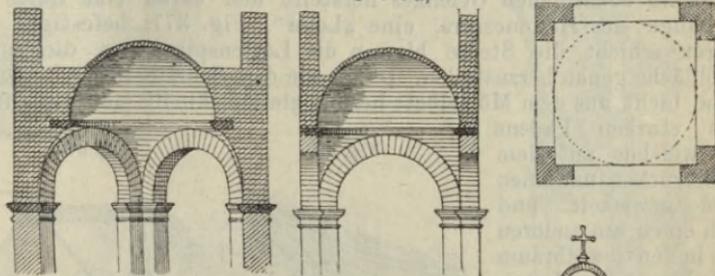


Fig. 374 a u. b.

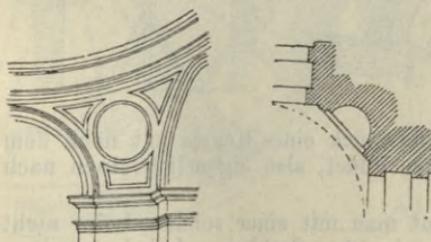
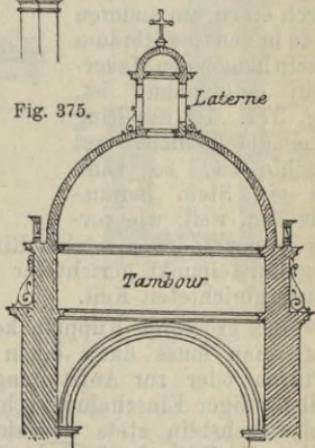


Fig. 375.



Schlussring noch eine zylindrische, durchbrochene Mauer gesetzt und diese wiederum mit einer kleinen Kuppel oder einem Kegel geschlossen.

Diesen Aufsatz bezeichnet man als Laterne. Tambour und Laterne sind in Fig. 375 dargestellt. — Kuppeln werden im Grundriss durch Einzeichnung des in den betr. Raum eingeschriebenen Kreises bezeichnet.

2. Stärke der Kuppeln und ihrer Widerlager.

Kuppeln aus Ziegelstein erhalten:

- bei der Spannweite bis 4m: $\frac{1}{2}$ Stein am Scheitel und $\frac{1}{2}$ Stein am Kämpfer;
 " " " " 6m: $\frac{1}{2}$ Stein am Scheitel und 1 Stein am Kämpfer;
 " " " " 8m: 1 Stein am Scheitel und $1\frac{1}{2}$ Stein am Kämpfer;
 " " " " 10m: 1 Stein am Scheitel und 2 Stein am Kämpfer.

Die Widerlager sollen, nach Rondelet, halb so stark wie die des Tonnengewölbes derselben Spannweite oder gleich $\frac{1}{8}$ des Durchm. sein.

3. Konstruktion und Ausführung der Kuppeln.

Alle Stossfugen der Kuppel sowohl, als der Pendentifs, sind Meridianschnitte, also Theile einer Ebene, welche durch die senkrechte Axe des Gewölbes gelegt ist, dagegen alle Lagerfugen Theile von Kegelflächen, welche ihre Spitze im Mittelpunkte und ihre Axe mit der der Umdrehungsfläche gemeinsam haben. Daraus folgt, dass Kuppeln und Pendentifs mit konzentrischen Kreisen eingewölbt werden, letztere aus früher angeführten Gründen so weit wagrecht, als es irdend möglich ist. Die Herstellung der Pendentifs aus einzelnen Gewölbebögen, Fig. 376, (wie bei der Markuskirche in Venedig) hat keinen Zweck und kann nur schädlich wirken. — Die Ausführung in Haustein soll hier, als zu einfach, übergangen werden; Schwierigkeiten dabei bereitet allein der Steinschnitt.

Infolge der zentralen Richtung aller Fugen ist es möglich, kleinere Kuppeln ohne Rüstung dadurch einzuwölben, dass man den Mittelpunkt auf einer Bockrüstung in Gestalt einer eisernen Oese oder eines ebensolchen Gelenkes herstellt und daran eine Latte von der Länge des Halbmessers, eine „Leier“, Fig. 377, befestigt. Der Maurer schiebt die Steine bis an die Lattenspitze, um die innere Kugelfläche genau herzustellen. Damit die dem Scheitel näher liegenden Steine nicht aus dem Mörtelbett heraus gleiten, kneift man sie mittels eines starken Fadens

fest, welcher auf dem Gewölbrücken um einen Nagel gewickelt und durch einen am anderen Ende in den Gewölbraum hineinhängenden Mauerstein angespannt ist, Fig. 377. Ist der Ring oder die Schicht erst geschlossen, so kann nie ein Stein herausrutschen, weil, wie vorher bemerkt, jeder solcher Ring ein Stück eines Kegels mit nach dem Kegelmittelpunkt gerichteter Spitze bildet, also eigentlich einen nach unten gerichteten Keil.

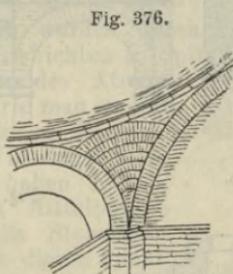


Fig. 376.

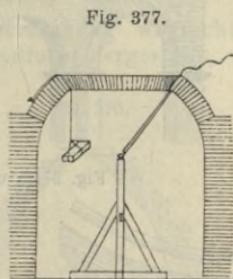


Fig. 377.

Bei grösseren Kuppeln kommt man mit einer solchen Leier nicht aus; man muss dann einen um eine Axe drehbaren Lehrbogen konstruiren oder zur Aufstellung von radial gerichteten Lehrbögen mit vollständiger Einschalung schreiten, wie das bei Kuppeln von Werk- und Bruchstein stets geschieht. Ein einfaches und gutes Beispiel giebt die Kuppel über der Vorhalle des Vierort-Bades zu Karlsruhe von Durm, Fig. 378 a u. b, welches zugleich die äussere Werksteinarchitektur verdeutlicht. Die Gewölbestärke beträgt unten 1 Stein, oben $\frac{1}{2}$ Stein mit Verstärkungsurten, zwischen welche sich die Mauerbögen der Fensteröffnungen spannen; bis dahin reicht die Bruchstein-Hintermauerung. Um den Gewölbeschub aufzuheben, ist in den das Widerlager bildenden Kranz von Sandsteinplatten ein schmiedeiserner, gut mit Blei vergossener Ring eingelassen, gegen welchen sich der Gewölbefuss stützt, Fig. 378 c.

Bei grossen Kuppeln würde die volle Hintermauerung des Gewölbes auf $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ der Stichhöhe das darunter liegende Mauerwerk in erheblicher Weise belasten. Es werden deshalb statt dieser vollständigen Hintermauerung hier nur sogen. Sporen (x in Fig. 379 a und b) an-

geordnet, wodurch das Gewicht der Kuppel so weit zu ermässigen ist, dass in den Umfassungsmauern zur Ersparniss an Mauerwerk Hohlräume angelegt werden können. Vergl. den Schnitt der Befreiungshalle bei Kehlheim, Fig. 379 a u. b.

Fig. 378 a, b.

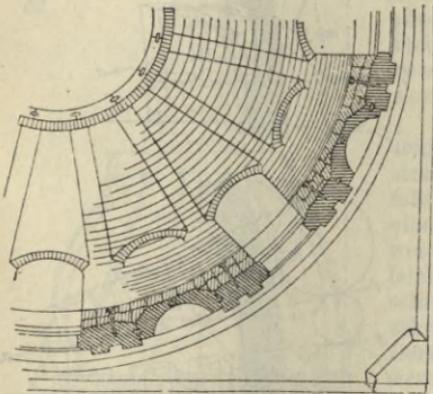
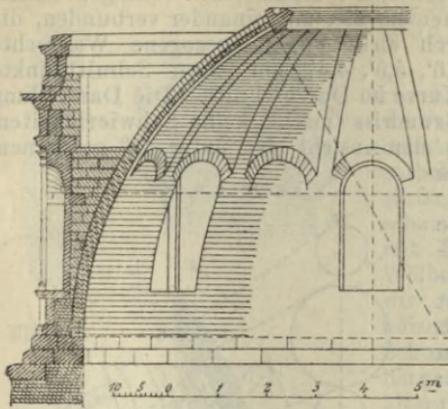


Fig. 378 c.

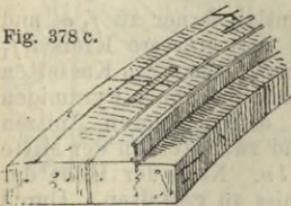


Fig. 379 a u. b.

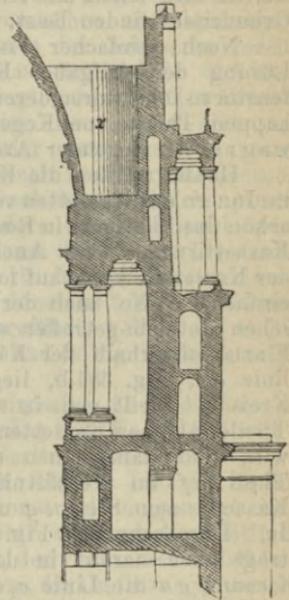
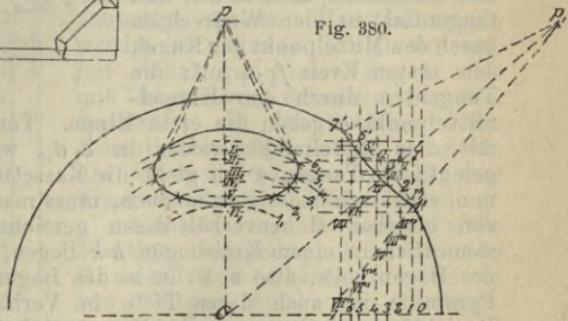


Fig. 380.



Runde Stichkappen zur Erleuchtung der Kuppel, sogen. Ochsenaugen, konstruirt man am einfachsten so, dass man elliptische Kegel mit kreisrundem Vertikalschnitt mit ihren Axen durch den Kugelmittelpunkt legt. Alle lothrechten Schnittebenen, Fig. 380, durch die Kuppel 0—7 bilden mit derselben Parallelkreise mit den Mittel-

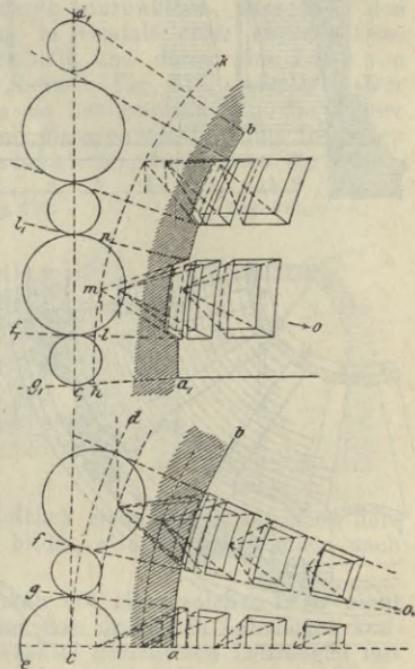
punkten 0—7 und den Halbmessern $1,1^1, 2,2^1$ usw., mit dem Kegel ebenfalls Kreise mit den Mittelpunkten I, II—VII und den Halbmessern I, I'', II, II'' usw. Die Durchdringungs-Kurve findet man, indem man um 0 mit den Halbmessern $1,1^1, 2,2^1$ usw. Parallelkreise schlägt, die Mittelpunkte der Kegelkreise I, II, III usw. auf die Lothrechte op herüber projiziert und aus den Punkten I', II' usw. Kreisbögen mit den dazu gehörigen Halbmessern I, I'', II, II'' usw. schlägt, welche erstere Kreise in Punkten schneiden, die, mit einander verbunden, die gesuchte Kurve liefern. Durch diese Punkte gezogene Wagrechte schneiden die Lothrechten $6,6', 5,5', 4,4'$ und diese Schnittpunkte wieder geben die Stichkappen-Kurve im Durchschnitt. Die Darstellung einer solchen Stichkappe im Grundriss macht keine Schwierigkeiten, ebenso wenig die Herstellung der Ansicht der unter 45° gelegenen, welche sich leicht mit Hilfe des Grundrisses finden lässt.

Noch einfacher ist die Lösung der Aufgabe, Kuppelfenster zu konstruieren, deren Stichkappen Theile von Kegeln mit wagrecht liegender Axe sind.

Häufig werden die Kuppeln im Innern mit Kassetten verziert; schon das Pantheon in Rom zeigt Kassettirung. Die Anordnung der Kassetten kann auf folgende einfache Weise nach der Emy'schen Methode getroffen werden: Einen ausserhalb der Kämpferlinie ab , Fig. 381 b, liegenden Kreis cd theilt man in so viele Theile, als man Kassetten haben will, und dann einen solchen Theil ef im Verhältniss der Kassette zum Steg eg und fg . Im Durchschnitt, Fig. 381 a, trägt man darauf in der Entfernung ca die Linie c_1d_1 und mit dem Mittelpunkt in ihr, und tangential zu der Wagrechten durch den Mittelpunkt der Kugel, den ersten Kreis f_1g_1 auf; die Tangenten durch den Kuppelmittelpunkt o geben die erste Rippe. Tangential ferner zu f_1o , und mit dem Mittelpunkt wieder in c_1d_1 , wird der grössere Kreis l_1f_1 gelegt; die Tangente l_1o giebt die Kassette usw. Um diese Kassetten nun verhältnissmässig zu machen, muss man sich über ihnen Pyramiden von gleichen Höhenverhältnissen gezeichnet denken, deren Spitzen sämtlich in einem Kreisbogen hk liegen, und zwar stets in der Mitte des Bogentheils, also z. B. in m des Bogens ln . Nach der Höhe der Pyramide ist auch deren Tiefe im Verhältniss zu gestalten. Durch Projektion erhält man die Kassettentheilungen im Grundriss. Im Pantheon ist die Konstruktion der Kassetten mit grosser Ueberlegung erfolgt, Fig. 382, um dieselben von einem Punkte des Raumes aus alle gleichmässig sehen zu können.

Sollen die Kassetten nicht eine annähernd quadratische Form, also wagrechte und radiale Gurte, erhalten, wobei die Einwölbung genau

Fig. 381 a u. b.



Sollen die Kassetten nicht eine annähernd quadratische Form, also wagrechte und radiale Gurte, erhalten, wobei die Einwölbung genau

wie bei kassettirten Tonnengewölben erfolgt, sondern dreieckige und vielseitige Formen, so bleibt nichts übrig, als sich ein zwischen zwei Meridianen der Kuppel liegendes Kassettenfeld abzuwickeln und darin die Zeichnung auszuführen. Wie dabei mit der Einwölbung selbst verfahren wird zeigt z. B. Fig. 383.

Fig. 382.

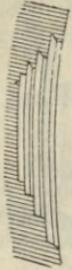


Fig. 383.

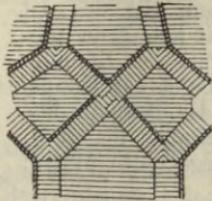
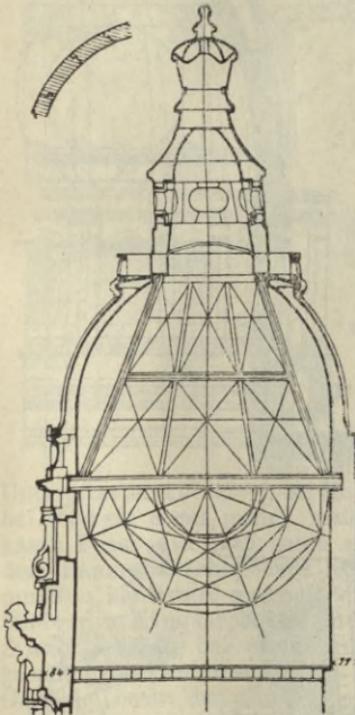


Fig. 385.



Fig. 384.



4. Konstruktion und Ausführung der äusseren und inneren Doppelkuppeln.

Die bis jetzt behandelten Kuppeln waren innere Kuppeln, welche des Schutzes gegen Witterungseinflüsse entbehren. Allerdings wurden die einfachen römischen und byzantinischen Kuppeln im Aeusseren meist mit Blei, das unmittelbar auf der Wölbung liegt, abgedeckt, während wir von der Renaissance-Zeit an hölzerne oder steinerne äussere Schutzkuppeln, in neuester Zeit eiserne, hergestellt sehen. Aehnlich jenen alten Vorbildern ist die Kuppel über dem Mausoleum des Kaisers Friedrich in Potsdam in Monier-Konstruktion, aussen und innen mit Werkstein verkleidet, ausgeführt, welche auf S. 35 beschrieben und in Fig. 79 dargestellt worden ist.

Eine einfache äussere Kuppel zeigt ferner Fig. 384 (Kaiser Wilhelmstrasse in Berlin) deren verhältnissmässig sehr schwere Laterne durch eine Eisenkonstruktion gestützt ist, welche erlaubte, die Kuppel wesentlich leichter und, des verminderten Seitenschubes wegen, die Umfassungsmauern erheblich schwächer zu gestalten. Derartige äussere Hausteinkuppeln werden entweder so, wie die inneren, mit radial gerichteten Fugen oder mit Ueberfaltung derselben, Fig. 385, konstruirt, um das Eindringen der Feuchtigkeit möglichst zu verhüten; die Verwendung von Dübeln und Klammern dabei ist selbstverständlich.

Ein hervorragendes Beispiel einer 8seitigen Doppelkuppel ist die von Brunellesco erbaute des Domes von Florenz, welche ein 8seitiges, regelmässiges, stark überhöhtes und

nach einem Spitzbogen geformtes Klostergewölbe von 42,6 m Spannweite und 31,5 m Höhe bis zur Oeffnung der Laterne bildet. Die beiden Kuppelschalen trennen sich 2,6 m über dem Kämpfer, wobei die äussere Kuppel, bei der Stärke von 0,85 m, sich nur wenig gegen den Scheitel hin verjüngt, die innere die Stärke von 2,15 m bis

oben hin beibehält. Der Zwischenraum ist $1,50\text{ m}$ weit. 8 in den Ecken liegende und 16 Zwischenspornen verbinden beide Gewölbe zu einem sich verspannenden Ganzen, Fig. 386 a. Die ersteren schliessen sich oben an einen starken Kranz an, der die Laterne trägt; die anderen hören dagegen schon früher auf und sind mit den Eckspornen durch je 9 Strebebögen, Fig. 386 b, verspannt. Die äussere Kuppel ist mit Plattenziegeln in Puzzolanmörtel abgedeckt.

Die Kuppel der Peterskirche in Rom, Fig. 387, ist eine Doppelkuppel elliptischer Form, mit Kreisgrundriss, der Spannweite von $42,52\text{ m}$ und einer Höhe vom Kämpfer bis zum Scheitel von 29 m . Das Widerlager der Kuppel liegt etwa $6,5\text{ m}$ tiefer als der Anfang des Bogenprofils. Ueber der äusseren Attika beginnt die Kuppel bis zu $\frac{1}{4}$ ihrer Höhe als volle, aus Ziegeln hergestellte Masse;

Fig. 386 a.

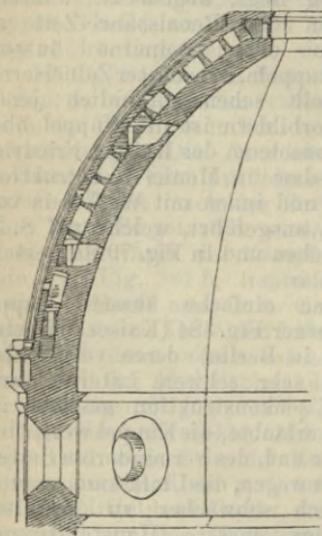


Fig. 387.

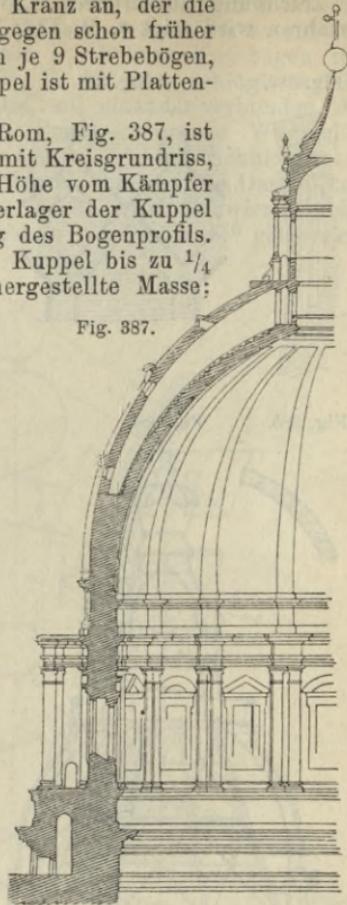
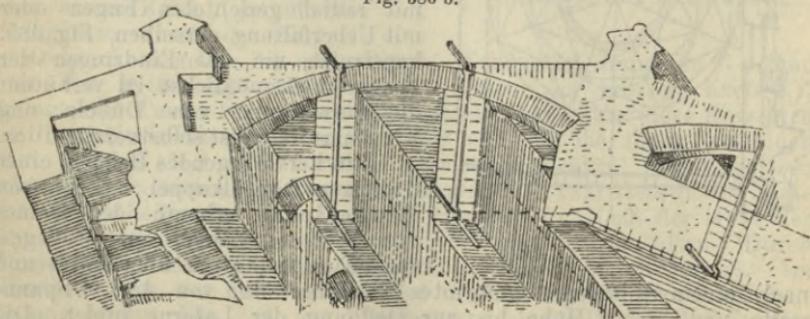


Fig. 386 b.



von da an theilt sie sich mit einem Zwischenraum von 1 m in eine innere und äussere (Schutz-) Kuppel, welche bis zur Laterne sich bis auf etwa 5 m von der inneren Kuppel entfernt. Aus dem Massivbau

sind 16 Rippen, die sich in der Breite nach oben hin verjüngen, in der Höhe aber um $\frac{1}{3}$ der Stärke verdicken, gegen den, die Laterne tragenden Scheiteltring empor geführt. Zwischen diesen 16 Rippen verspannen sich die, sich nach oben nur wenig verjüngenden und in Ziegeln, angeblich schwalbenschwanzförmig, ausgeführten Gewölbeschalen, welche jetzt, möglicherweise wegen dieser Wölbungsart, der Länge nach Risse zeigen, die bei ringförmiger Einwölbung wahrscheinlich nicht entstanden wären. Die Schutzkuppel ist mit Blei abgedeckt. (Näheres s. in Zeitschr. f. Bauw. Jahrg. 1887.)

5. Die Hängekuppel, Stutzkuppel oder das Kugelgewölbe und die Flachkuppel.

Eine Hängekuppel oder ein Kugelgewölbe entsteht, wenn man sich durch die Ecken eines quadratischen Raumes einen Kreis und darüber eine Halbkugel gelegt denkt, so dass 4 Segmente dieses Kreises durch die Seiten des Quadrats $abcd$ abgeschnitten werden,

Fig. 388 a u. b.

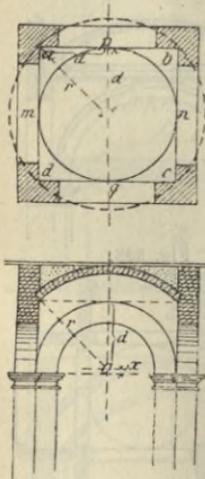


Fig. 389 a, b, c.

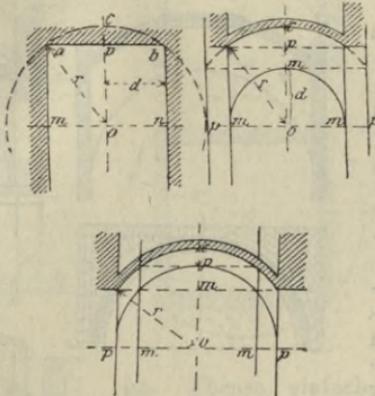


Fig. 388 a. In den meisten Fällen wird die Konstruktionshöhe durch die Geschosshöhe des Gebäudes vorgeschrieben sein und hat man deshalb bei Konstruktion des Gewölbes über quadratischem Raume folgendermaassen zu verfahren: Um den Mittelpunkt o im Durch-

schnitt, Fig. 388 b, zu finden, steche man die Fussbodendicke des darüber liegenden Raumes (also bei Steinfussboden gewöhnlich 4—5 cm, mit

Unterpflaster 11—12 cm, bei Holzfussboden mit Lagerhölzern 14 bis 16 cm, bei Parkett etwas mehr), zuzüglich der Gewölbestärke von der Oberkante Fussboden nach unten ab und trage nun den Halbmesser des dem Raume umschriebenen Kreises an. Aus dem End- und Mittelpunkt o konstruiere man mit r den Scheitelschnitt des Gewölbes, verbinde die Kämpferpunkte und lege tangential an diese Linie den Stirnbogen, da bei einem quadratischen Raum und solchem Kugelgewölbe die Punkte $mnpq$ in einer Wagrechten liegen müssen. Dem Gewölbe bzw. den Gurtbögen giebt man eine Ueberhöhung x , weil sonst infolge der Ausladung der Kapitelle, die Bögen, von unten gesehen, nicht den Eindruck voller Halbkreise machen würden.

Bei einer Hängekuppel über gestrecktem Rechteck, werden die Punkte $mnpq$ nicht mehr in einer Wagrechten liegen, Fig. 389 a b c. Man hat im Querschnitt wieder den Mittelpunkt o , wie vor, zu ermitteln und mit r einen Kreisbogen zu schlagen, welcher den Scheitelschnitt des Gewölbes ergibt. Schneidet man von der Verlängerung des Bogens die Strecken op nach rechts und links ab, verbindet die

dadurch erhaltenen Kämpferpunkte und legt an die Verbindungslinie tangential wieder einen Halbkreis mit dem Halbmesser d , so hat man den Stirnbogen gefunden, dessen Scheitel m erheblich tiefer liegen muss, als der des Stirnbogens über der Seite am des Grundrisses. Solche Hängekuppeln werden sich, des tiefen Herabgreifens der Kämpferpunkte wegen, immer nur bei sehr hohen, gestreckten Räumen ausführen lassen. — Dass Hängekuppeln auch über 6 oder 8eckigen Räumen ausführbar sind, ist selbstverständlich.

Sehr vorteilhaft ist es wieder, die Gewölbezwickel so weit als möglich auszukragen, Fig. 390 a und b. Denn da diese das Bestreben haben, in den Raum hinein zu fallen, was durch den Gewölbeschub verhindert wird, heben sich beide Kräfte zum Theil gegenseitig auf und es ist deshalb möglich, die Widerlager schwächer auszuführen. Die Einwölbung erfolgt mit kreisrunden Schichten, manchmal aber auch schwalbenschwanzförmig aus den Ecken heraus, obgleich das schwieriger ist, weil alle Schichten dabei nach einer Kurve gebogen, also nicht mehr wagrecht sind.

Der Hausteinkranz (Nabel) bei Scheitelöffnungen erhält meist einen Falz zum Auflager auf dem letzten Ziegelsteinring, Fig. 391, was wenigstens das Versetzen der Werkstücke erleichtert.

Die Hängekuppel über quadratischem Raum hat viel Aehnlichkeit mit der früher erwähnten Flachkuppel, kann auch zu einer solchen werden, sobald man zur Trennung der

Kalotte von den Zwickeln ein Gesims einschiebt, Fig. 392, wobei man entweder den Halbmesser für die Kalotte um die Gesimshöhe zu verlängern oder dieselbe aus einem höher liegenden Mittelpunkte, als dem der Pendantifs, zu konstruieren hat. In diesem Falle wird man ein Lehrgerüst, bestehend aus 2 Diagonal- und zwei Zwischenbögen aufstellen müssen; doch ist das keineswegs dringend nothwendig, da auch eine Leier genügt, die man nach Fertigstellung der Zwickel für Einwölbung der Kalotte um die Gesimshöhe höher stellen muss.

Flachkuppeln lassen sich durch Stuck und Malerei sehr gut verzieren und, wie schon früher bemerkt, mit dem Tonnen- gewölbe vereinigen, Fig. 393, sind auch sonst so praktisch, dass sie fast ebenso häufig, als Kreuzgewölbe angewendet werden.

Fig. 390 a u. b.

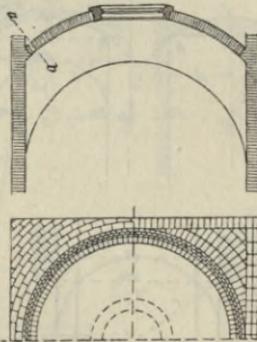


Fig. 392.

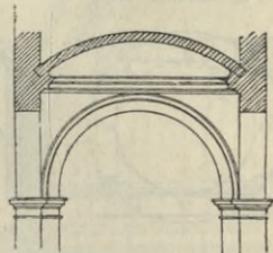


Fig. 393.

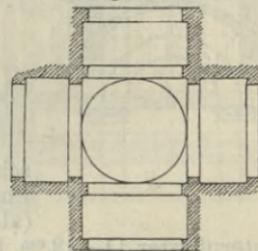


Fig. 391.



ζ. Das böhmische Gewölbe oder die böhmische Kappe.

1. Die eigentliche böhmische Kappe.

Während bei der Hängekuppel der grösste Kugelkreis durch die Ecken des zu überwölbenden Raumes geht, liegt bei der eigentlichen böhmischen Kappe jener ganz ausserhalb des letzteren, so dass bei diesem Gewölbe die Stirnbögen keine Halbkreise, sondern Segmentbögen werden. Der Halbmesser jenes ausserhalb des Raumes liegenden Kreises wird den örtlichen Verhältnissen entsprechend bestimmt, da man nur selten die Höhenlage und den Stich des Gewölbes beliebig wird annehmen können. Durch Bestimmung der Grösse des Halbmessers und der Lage des Mittelpunktes sind der Scheitel und die Kämpferpunkte des Gewölbes, also 3 Punkte, $a b c$, gegeben, durch

Fig. 395 a—c.

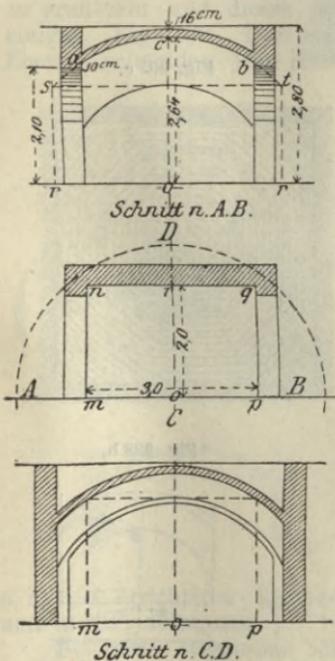
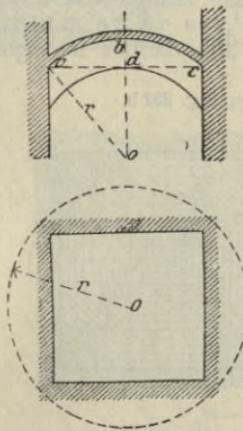


Fig. 394 a u. b.



welche man einen Kreisbogen legen kann. Ist der Raum quadratisch, so hat man im Schnitt durch die Mitte, wie bei der Stutzkuppel, nur tangential an die Linie ac mit dem Mittelpunkt o , Fig. 394 a und b, und dem Halbmesser od einen Kreisbogen zu schlagen, womit die Konstruktion vollendet

ist. Ebenso einfach findet man die Diagonalbögen.

Als Beispiel einer böhmischen Kappe über einem gestreckten, rechteckigen Raume sei folgende Aufgabe gelöst: Gegeben sei ein Raum von 4 m Länge, 3 m Breite und 2,8 m Höhe. Das Gewölbe ist so anzuordnen, dass die Gurtbögen an den langen Seiten eine

Scheitelhöhe von 2,1 m erhalten. Da der Kämpfer des Gewölbes 10 cm über der inneren Laibung der Gurtbögen liegen muss, sind 3 Punkte a, b, c (Lage des Punktes c nach den Angaben auf S. 157) der Wöblinie, Fig. 395 a, gegeben, durch welche ein Kreisbogen gelegt werden kann, dessen Mittelpunkt in o gefunden wird. oc ist der Halbmesser der Halbkugel, aus der das Gewölbe herausgeschnitten ist. Um den Stirnbogen zu zeichnen, verlängere man den Kreisbogen $ac b$ über a und b hinaus, schneide die Längen or , Fig. 395 b, von der Mittellinie aus nach beiden Seiten hin ab, verbinde die beiden Endpunkte s und t mit einander und lege an die Verbindungslinie wieder tangential den Stirnbogen.

Fig. 395 c zeigt die Ermittlung des Längenschnitts und des Gurtbogens in der bekannten Weise. Die Halbmesser der Stirnbögen,

können übrigens auch aus dem Grundriss in einfacher Weise dadurch ermittelt werden, dass man die Seiten des Rechtecks bis zum Halbkugelkreise verlängert und lothrechte Ebenen hindurchgelegt denkt. Die Schnitte dieser Ebenen mit dem Halbkugelmantel sind Halbkreise und deren Halbmesser die Halbmesser der Stirnbögen aus dem Mittelpunkte *o*.

Im Grundriss bezeichnet man die böhmische Kappe durch Einpunkturen der umgeklappten Stirnbögen, Fig. 396. — Die Einwölbung derselben kann, wie die der Hängeskuppeln, mit kreisförmigen Schichten erfolgen, wird aber zu meist auf Schwalbenschwanz, Fig. 397 a, so ausgeführt, dass die Ziegelschichten

segmentförmig aus den Ecken nach der Gewölbe mitte ansteigen. Bei Gewölben von grösseren Spannweiten sucht man dabei längere

Schichten zu vermeiden, weil die Einwölbung ohne Einschalung, nur mit Aufstellung der Stirn-, Diagonal- und Axbögen, freihändig erfolgt und deshalb die Steine bei diesen flachen Gewölben leicht herab fallen. Man wölbt, nach Fig. 397 b und c, aus den Ecken heraus schwalbenschwanz-

förmig, sonst aber auf Kuff ein. Um die Fugenrichtung bei Wölbung auf Schwalbenschwanz im Grundriss und Querschnitt festzustellen, denken wir uns z. B. den grössten Kugelkreis im Grundriss, Fig. 398 a, durch die Ecken eines quadratischen Raumes *abcd* gelegt und den Diagonalbogen *a'f c'* in Stein stärke n eingetheilt, so dass *f* eine Fuge darstellt. In der Richtung *o'f* haben wir nunmehr einen Halbkugelschnitt, dessen Kreis, in den Grundriss projiziert (*b h f' g d*), in dem

Fig. 397 a.

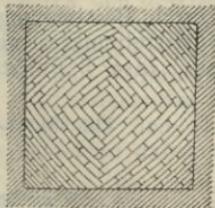


Fig. 396.

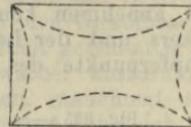


Fig. 397 b.

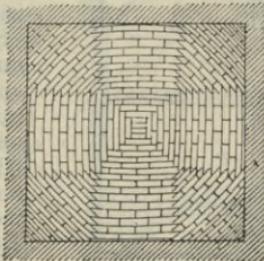


Fig. 397 c.

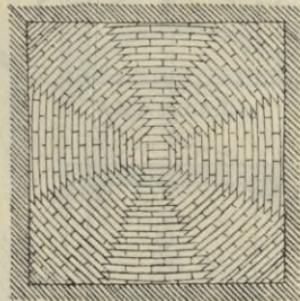


Fig. 398 a.

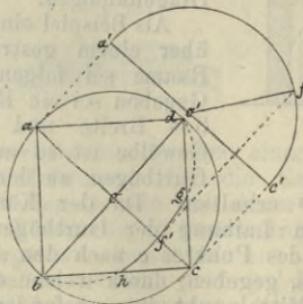
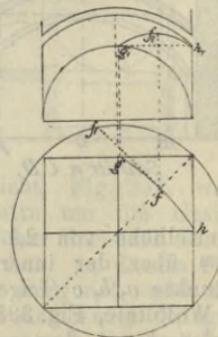


Fig. 398 b.



Bogen $h f g$ die gesuchte Fuge ergibt. Die Punkte g und h müssen bei einem quadratischen Raume gleich hoch liegen; sie sind durch Herauflothen im Querschnitt sofort zu finden. Die Höhenlage des Punktes f , wie jedes anderen Punktes der Fuge, wird durch Projektion nach f' in dem umgeklappten Diagonalkreise, Fig. 398 b, bestimmt.

Sehr einfach ist auch die Konstruktion einer böhmischen Kappe über einem Vieleck, z. B. Achteck, Fig. 399 a u. b. Der Scheitelbogen bg ergibt sich durch Verlängerung der Seiten cd und ef , bis sie den umschriebenen Kugelkreis in b und g schneiden, der Stirnbogen hk , indem man über ab usw. einen Halbkreis schlägt und die Seite cd auf demselben abschneidet. Die Einwölbung erfolgt auf Kuff, wobei hauptsächlich die Anordnung der letzten Schichten am Scheitel zu beachten ist.

Soll eine böhmische Kappe über einem unregelmässigen Vierseit eingewölbt werden, so hat man zunächst den Schwerpunkt desselben zu ermitteln und diesen mit dem Mittelpunkt der Halbkugel zu vereinigen, Fig. 400. Durch die Seiten ab, bc usw. gelegte senkrechte Ebenen schneiden jene Halbkugel in Halbkreisen, von denen die in

Fig. 399 a. u. b.

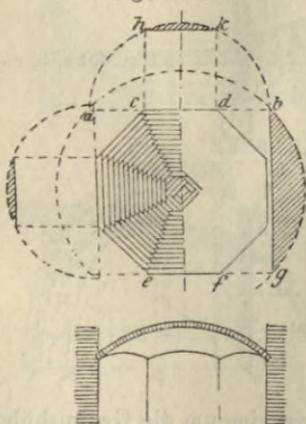
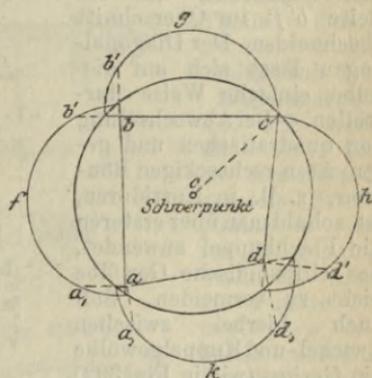


Fig. 400.



a, b, c, d errichteten Senkrechten die Stirnbögen $a' f b', b' g c, c h d'$ und $a' k d'$, abtrennen.

Ueber die steigenden böhmischen Kappen bei Treppenanlagen soll erst weiterhin die Rede sein.

Ueber 6—7^m weit pflegt man böhmische Kappen nicht gern zu spannen, doch hängt das von der Pfeilhöhe ab. Bis 5^m Spannweite erhalten sie durchgängig $\frac{1}{2}$ Stein Stärke und bis 7^m $\frac{1}{2}$ Stein Stärke im Scheitel und 1 Stein am Widerlager, wobei natürlich wieder Hintermauerung vorausgesetzt ist. Die Pfeilhöhe beträgt gewöhnlich $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{6}$ der Spannweite, die Widerlagsstärke $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ derselben, bei 2^m Spannweite jedoch nicht unter $2\frac{1}{2}$ Stein.

2. Die böhmische Kappe im weiteren Sinne.

Unter dem Namen der böhmischen Kappe wird eine ganze Anzahl anderer Einwölbungsarten verstanden, welche allerdings mit böhmischen Kappen Aehnlichkeit haben, aber nach den verschiedenartigsten Bogenlinien gebildet sind, und ebenso als Hängekuppeln be-

zeichnet werden könnten, wenn die Stirnbögen lothrecht aus den Kämpfern aufsteigen. So kommt z. B. oft das Rotations-Ellipsoid oder eine durch Rotation eines Korbbogens entstandene sphärische Fläche vor, bei welcher alle senkrechten Schnitte parallel zur kleinen Axe des Grundbogens einen Kreisbogen ergeben. Die Stirnbögen über den kurzen Seiten des Raumes sind dabei entweder Halbkreise oder Kreissegmente, je nachdem die Ecken desselben im Grundriss in oder ausserhalb der Ellipse oder des Korbbogens liegen. In Fig 401 a b c geht die Ellipse durch die Ecken des Raumes; es ist also der Halb. des Stirnbogens im Durchschnitt = der halben Seite *ab*. Man theilt die grosse Axe in eine Anzahl gleicher Theile: 1, 2, 3, 4 und denkt durch jeden Theilpunkt Ebenen senkrecht zu jener gelegt. Der mit dem Halbmesser $1'1'$ im Querschnitt geschlagene Kreisbogen giebt dort den Schnitt durch den Scheitel des Gewölbes, während der Scheitelbogen im Längsschnitt genau dem Ellipsenschnitt über *bd* im Grundriss entspricht. Die Stichhöhe des Stirnbogens daselbst muss gleich der Senkrechten $b'f'$ im Querschnitt sein. Ebenso verfährt man mit den anderen Schnittebenen und findet alle Stichhöhen des Stirnbogens im Längenschnitt durch die betr. Höhen, welche die den Schnittebenen entsprechenden Halbkreise auf der Seite $b'f'$ im Querschnitt abschneiden. Der Diagonalbogen lässt sich auf dieselbe einfache Weise darstellen. — Bei Abwechselung von quadratischen und gestreckten rechteckigen Räumen, z. B. in Korridoren, ist, sobald man über ersteren die Flachkuppel anwendet, das ellipsoidische Gewölbe nicht zu vermeiden. Soll auch hierbei zwischen Zwickel- und Kuppelgewölbe ein Gesims (wie in Fig. 392) eingeschoben werden, so hat man im Grundriss eine um die Gesimshöhe von der ersten entfernte, konzentrische Ellipse zu legen und aus dieser heraus die Kuppel zu konstruiren oder, einfacher, in den Durchschnitten das Gewölbe in Höhe von f' zu durchschneiden und das Gesims zwischen zu schieben. Zur praktischen Ausführung sind ausser Wandbögen auch die beiden Scheitelbögen nach der grossen und kleinen Axe, bei grösseren Gewölben auch die Diagonalbögen nothwendig.

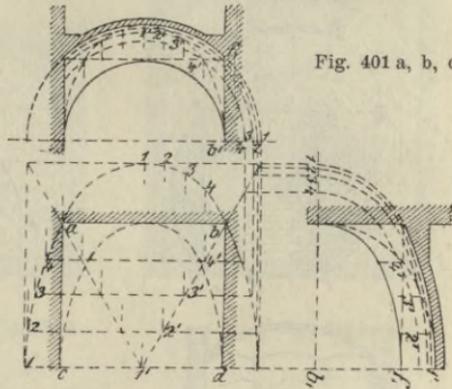


Fig. 401 a, b, c.

Genau wie vor ist die Konstruktion eirunder Gewölbe, deren Kämpfer natürlich nie in gleicher Höhe liegen können, deren Anwendung sich aber für Treppenunterwölbungen häufig als praktisch erweist. Die Konstruktion geht aus Fig. 402 a, b, c, in Verbindung mit dem vorher Gesagten, deutlich hervor.

Oft sind Treppengewölbe von Gurtbögen eingefasst, von denen die an den schmalen Seiten Kreisbögen, die an den langen durch Vergatterung entstandene Ellipsen sind. Es werden diese Kurven von vorn herein gegeben sein und deshalb auch die konzentrischen Stirnbögen des Gewölbes. Ausserdem ist durch Eintragung des Treppenauslaufes noch die Scheitelhöhe bekannt. Hiernach wird man das Ellipsoid, die Eiform usw., genau bestimmen können, nach welchem das Treppengewölbe sich in einfacher Weise konstruiren lässt.

Um flache Kappen zu gewinnen, kann man dem Gewölbe einen kreisförmigen Grundriss mit gedrücktem, elliptischen Querschnitt zugrunde legen. Man denke sich, Fig. 403, ein Viertel der gedrückten Ellipse oder eines Korbbogens a um eine im Mittelpunkt des Kreises senkrecht stehende Axe gedreht. Bei dem dadurch entstandenen Körper ergeben alle wagrechten Schnittebenen konzentrische Kreise. Der Grundkreis

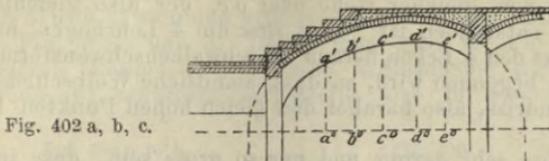


Fig. 402 a, b, c.

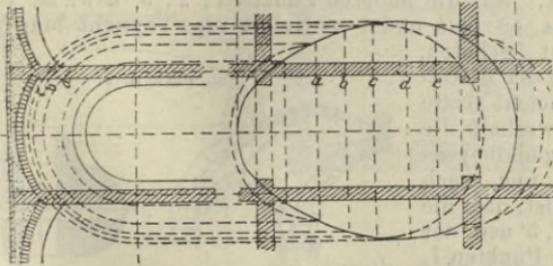


Fig. 404.

Fig. 403.

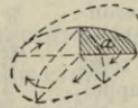
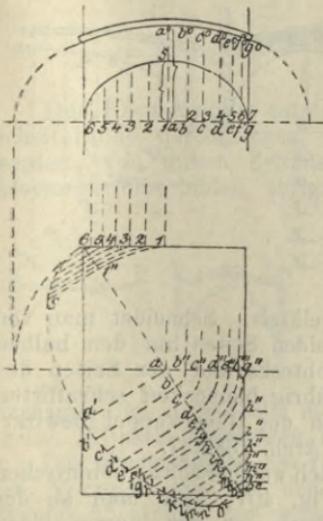


Fig. 405 a u. b.

kann hierbei wieder beliebig durch die Ecken des Raumes gehen, oder auch ausserhalb desselben liegen.

Zur Ermittlung der Stirnbögen theile man, Fig. 404, die beiden Seiten des Raumes in beliebig viele Theile 1—6 und g'' bis o'' und schlage mit den Halbmessern

$a1$, $a2$ usw. und ag'' bis ao'' Kreisbögen aus dem Mittelpunkte a bis zur Diagonale, wodurch hier die Punkte $1''$ usw. $g-o$ erhalten werden. Errichtet man in allen diesen Punkten Senkrechte, welche den elliptischen Querschnittsbogen in s usw. und in g', h' usw. schneiden, so giebt die Höhe $1''s$ die Scheitelhöhe des Stirnbogens im Durchschnitte, die Höhe $a a'$

die des Scheitels des Gewölbes; die Höhen $g g'$ bis $o o'$ geben die Höhen des Stirnbogens über der langen Seite.

Liegen ungleich grosse Räume neben einander, so hat man darauf zu achten, dass die Kämpfer ihrer Ueberwölbungen gleich hoch angeordnet werden; man hat also die Höhen der Ellipsen oder Korbbögen darnach einzurichten und jedes Gewölbe einzeln auszutragen.

Zum Schluss seien einige sehr einfache Konstruktionen solcher sogen. böhmischen Kappen mitgetheilt. Man nehme nach Fig. 405 a und b den Stirnbogen über der schmalen Seite des Raumes als Halbkreis an und mache den über der langen Seite gleich hoch, stelle ihn also durch Vergatterung her. In Scheitelhöhe $a o$ des langen Bogens stelle man ferner einen Segmentbogen mit $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{6}$ der Spannweite als Stichhöhe parallel zur kurzen Axe und parallel zur langen einen Bogen von gleicher Höhe über $o c$, der also gleichfalls durch Vergatterung entstanden ist. Dies sind die 4 Lehrbögen, nach deren Aufstellung aus den 4 Ecken heraus die schwalbenschwanzförmige Wölbung mit Busen begonnen wird, so dass sämtliche Wölbsschichten parallel $a c$ im Grundriss, also parallel den gleich hohen Punkten 1, 2, 3 usw., liegen.

Jener Busen muss sehr gering und nur so gross sein, dass in d kein Knick entsteht. Auf die anderen Punkte 1', 2', 3' usw. ist er so zu vertheilen, dass er in b und $o =$ Null wird. Vorsicht bei Wahl der Busenhöhe ist geboten, weil in der Richtung der Mittellinien co und ao leicht Grate entstehen können, weshalb die Austragung des Diagonalbogens unbedingt nöthig und auch nicht zu übersehen ist, dass die Schnittpunkte 1', 2', 3' usw. der Diagonale mit den Punkten 1, 2, 3 usw. gleich hoch liegen; der betr. Busen tritt dann hinzu. Diese Konstruktion ist mit Hilfe von Vergatterung besonders für Treppeneinwölbung verwendbar. Fig. 406 a u. b zeigt eine spitzbogige Hängekuppel, oder böhmische Kappe, bei welcher im Scheitel Kehlen entstehen. Bei der Konstruktion gehe man von den spitzbogigen Stirnbögen aus, bilde aus den doppelten Radien derselben als Seiten ein Rechteck, Fig. 406 b, und lege durch dessen Ecken

Fig. 406 a u. b.

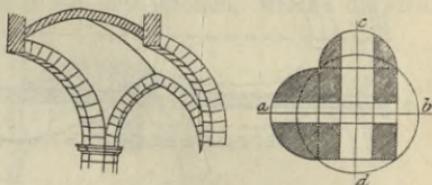
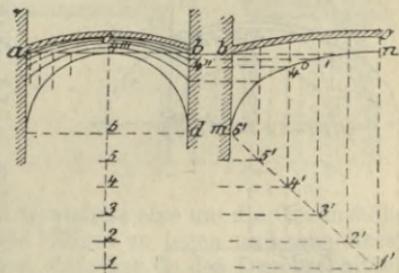


Fig. 407.



oder auch ausserhalb herum den Halbkugelkreis. Schneidet man von den Mittellinien ab und cd aus nach beiden Seiten hin den halben Längenunterschied der Seiten dieses Rechtecks und der Seiten des gegebenen Raumes ab und schiebt die übrig bleibenden schraffirten Theile zusammen, so ist die Konstruktion der Hängekuppel bewirkt. S. die Kirche von Privas, Encyclopédie d'Arch. 1886/87.

Es giebt noch eine weitere Methode, nach welcher solche böhmischen Gewölbe dadurch konstruirt werden, Fig. 407, dass man an der schmalen Seite des Raumes einen Halbkreis, an der langen einen gleich hohen gedrückten Bogen als Stirnbogen annimmt. Wird nun über der schmalen Axe des Grundrisses ein Flachbogen mit dem Mittelpunkt 1 als Scheitelschnitt aufgetragen, so ist 1—0 zugleich Stichhöhe für den Bogen im Längenschnitt und 0 demnach dessen Scheitel, b auch dessen Anfangspunkt. Die Zwischenpunkte zwischen b und o im Längenschnitt findet man, wenn man die Entfernung zwischen den beiden Mittelpunkten 1 und 6 in eine Anzahl von Theilen,

6' 1' im Längenschnitt entsprechend theilt. Wir greifen als Beispiel Punkt 4 und 4' heraus. Die Senkrechte in 4' schneidet den Bogen $m n$ in 4⁰, die Wagrechte durch 4⁰ $b d$ in 4^{''}. 4 ist jetzt Mittelpunkt des Bogens durch 4^{''} und der Schnitt der Wagrechten durch 4^{'''} mit der Senkrechten 4' 4⁰ gibt einen dritten Punkt des Bogens $b o$ im Längenschnitt usw.; im Querschnitt kann hierbei $a o b$ nahezu scheinrecht sein. —

Es sei endlich hier eines der böhmischen Kappe ähnlichen Gewölbes Erwähnung gethan, welches mittels Rutschbögen herstellbar ist, Fig. 408 a und b. Denkt man sich in $a c$ des rechteckig gestreckten Raumes $a b c d$ eine Wölbscheibe $a c a'$ (Segment- oder Korbbogen) senkrecht aufgestellt, also in $a a'$ des Längenschnittes,

Fig. 408 a u. b.

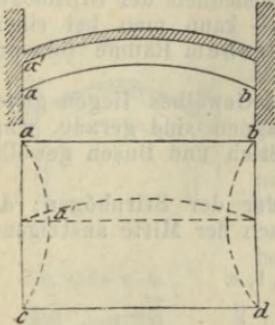
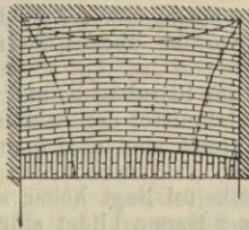


Fig. 409.



und bewegt dieselbe immer senkrecht auf dem Segmentbogen ab bis b fort, so entsteht ein für die Praxis sehr leicht ausführbares Gewölbe, welches bei flachen Bögen einer preussischen Kappe mit Stich, bei stärkeren jedoch mehr einer böhmischen Kappe ähnlich ist. Die Einwölbung kann nach Fig. 409 erfolgen.

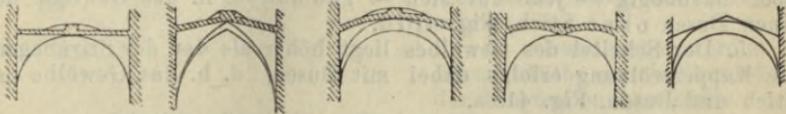
er jedoch mehr einer böhmischen Kappe ähnlich ist. Die Einwölbung kann nach Fig. 409 erfolgen.

η. Das Kreuzgewölbe.

1. Allgemeines.

Das Kreuzgewölbe entsteht, wenn sich zwei Zylinder von gleicher Scheitelhöhe durchdringen, wobei alle Umfassungswände Stirnmauern werden; von diesen Zylindern bleiben 4 Kappenstücke, welche ein Klostersgewölbe bilden, übrig. (Vergl. S. 143). Die Kappenstücke der

Fig. 410 a—e.



Kreuzgewölbe können alle möglichen Querschnittsformen haben: Halbkreise, Ellipsen, Korbbögen, Spitzbögen, Segmentbögen usw. sein.

Das Kreuzgewölbe hat vor allen bisher aufgeführten Gewölbearten den Vorzug, dass es den Seitenschub ganz auf die Ecken des Raumes überträgt; nur wenn es „Stich“ oder „Busen“ bekommt, erhalten auch die Stirnmauern einen geringen Schub. „Stich“ nennt man die Erhöhung des Gewölbescheitels über die Scheitel der Stirnbögen, wobei die Scheitellinien der Kappen nach der Mitte zu etwas ansteigen. Dieses Ansteigen kann geradlinig oder bogenförmig, Fig. 410 b und c, erfolgen, letzteres so, dass im Scheitel kein Knick entsteht, sondern die Scheitellinie zweier gegenüber liegenden Kappen einen fortlaufenden Kreisbogen bildet. Wenn das nicht der Fall, so

ist das Kreuzgewölbe mit Busen ausgeführt, Fig. 410 d. Der Stich beträgt gewöhnlich $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{20}$ der Diagonalweite, hängt jedoch von den örtlichen Verhältnissen ab. Wird derselbe sehr gross angenommen, so hat das den Fehler, dass die bei dem Kreuzgewölbe fast immer mit Verstärkung ausgeführten Grate nach dem Scheitel hin mehr und mehr verschwinden, man müsste denn den Kappen einen sehr starken Busen geben. Man begegnet diesem Uebelstande dadurch, dass man, Fig. 411, die Grate kräftiger heraus putzt. Bei ellipsenförmigen oder gar halbkreisförmigen Gratbögen ist der gerade Stich unausführbar, weil die Tangente niemals den Scheitelpunkt berühren kann, Fig. 410 e. Hierbei ist allein der Bogenstich oder die Wölbung mit Busen angebracht. Ein rundbogiges oder ellipsenförmiges Gewölbe würde im obigen Falle eine Tonne mit Stichkappen, nicht aber ein Kreuzgewölbe ergeben.

Abgesehen von der vorerwähnten Verschiedenheit der Stirnbögen — also der sich durchdringenden Zylinder — kann man bei einem regelmässigen Kreuzgewölbe über quadratischem Raume folgende Abweichungen haben:

1. Die Scheitel der Stirnbögen und des Gewölbes liegen gleich hoch und die Scheitelschnitte der beiden Kappen sind gerade, wagrechte Linien; die Kappen sind also ohne Stich und Busen gewölbt, Fig. 410 a,

2. Der Gewölbescheitel liegt höher als der der Stirnbögen; der Scheitelschnitt je einer Kappe bildet eine nach der Mitte ansteigende

Fig. 411.

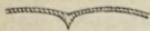
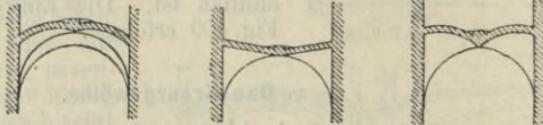


Fig. 412 a, b, c.



Linie, d. h. das Gewölbe hat einen geraden Stich. Ist nur beim spitzbogigen Gratbogen ausführbar, Fig. 410 b.

3. Der Gewölbescheitel liegt, wie vor, höher; die Scheitellinie zweier gegenüberliegenden Kappen bildet einen regelmässigen Kreisbogen, d. h. das Gewölbe hat einen Bogenstich, Fig. 410 c.

4. Die Scheitel liegen sämtlich gleich hoch; die Kappen sind aber flachbogig — jede für sich — gewölbt, d. h. das Gewölbe hat einen Busen ohne Stich, Fig. 410 d.

5. Der Scheitel des Gewölbes liegt höher als der der Stirnbögen; die Kappenwölbung erfolgt dabei mit Busen, d. h. das Gewölbe hat Stich und Busen, Fig. 412 a.

6. Der Gewölbescheitel liegt tiefer als der der Stirnbögen — was besonders beim quadratischen Raume sehr selten vorkommen wird —; der Scheitelschnitt der Kappen ist dabei geradlinig, Fig. 412 b.

7. Es liegt endlich der Gewölbescheitel tiefer, die Kappen sind aber mit Busen gewölbt, Fig. 412 c. —

Bei einem gestreckten rechteckigen Grundriss werden hauptsächlich folgende zwei Fälle zu unterscheiden sein:

1. Alle 4 Bögen sind gleich hoch, wonach die über den langen Seiten Ellipsen oder Korbbögen werden, wenn die über den kurzen Seiten Halbkreise sind. Bei Spitzbögen sind in diesem Falle die kleinen Bögen „gestelzt“, wie später gezeigt wird. Hierbei werden genau dieselben Abwechselungen möglich sein, wie bei den Kreuzgewölben über quadratischem Raume.

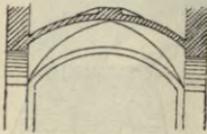
2. Die Bögen über den langen Seiten haben eine grössere Stichhöhe. Alsdann können angeordnet werden:

a. Die kleinen Kappen mit geradem, mit Bogenstich, oder mit steigendem Busen, die grossen ohne Stich, aber mit oder ohne Busen.

b. Beide Kappenarten mit Stich; dabei wird aber der Scheitel sehr hoch liegen und es sind 3 Fälle denkbar, weil die Kappen neben Stich auch noch Busen erhalten können.

c. Die kleineren Kappen sind mit oder ohne Stich, die grossen fallend angenommen, wobei auch wieder Busenwölbung eintreten kann. Hierbei ist immer vorausgesetzt, dass je zwei gegenüberliegende Kappen des Rechtecks gleich sind. Da die Einwölbung derselben aber auch ganz verschieden sein kann, also z. B. die eine ansteigend, die entgegengesetzte fallend, so ist noch eine grosse Anzahl weiterer Annahmen möglich.

Fig. 413.



Wählt man zur Herstellung der Gewölbe flache Segmentbögen, so entstehen die „Kreuzkappen-Gewölbe“, welche ebenso wie die anderen behandelt und fast immer mit Stich oder Busen ausgeführt werden, um den Kappen mehr Spannung zu geben, Fig. 413. Bei solch' flachen Kreuzkappen werden die Grate ebenfalls sehr flach, weshalb sie auch hier, nach Fig. 411, durch den Putz schärfer markiert werden müssen.

Fig. 414 a u. b.

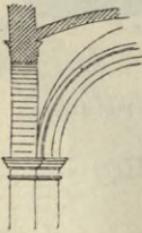
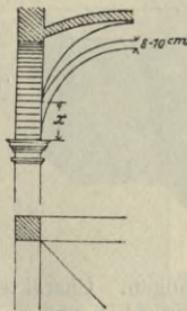


Fig. 415 a u. b.



Werden Kreuzgewölbe nur von Schildbögen begrenzt, so können sie, sobald Pfeilervorsprünge vorhanden sind, in Kämpferhöhe der Schildbögen beginnen, Fig. 414 a und b. Wenn aber der Eckpfeiler keine Vorsprünge hat, so muss der Stirnbogen des Gewölbes, wie gewöhnlich, 8—10 cm höher als die innere Laibungskante des Gurtbogens und deshalb auch der Anfänger des Gewölbes in der Ecke um das Stück x , Fig. 415 a und b, höher liegen. Diese Gewölbe nennt man auch wohl „gestelzt“ und die Erhöhung „Stelzung“, obgleich diese Bezeichnung hier nicht genau zutrifft.

In Grundrissen werden die Kreuzgewölbe durch Einpunktieren der Diagonalen bezeichnet.

2. Stärke des Gewölbes und Widerlagers.

Uebliche Stärken der Kappen und Gurte bei Kreuzgewölben sind:

| bei einer Spannweite | bei den Kappen | bei den Gurten |
|----------------------|---|--|
| bis 6 m | $\frac{1}{2}$ Stein | 1 Stein dick u. 1 Stein breit |
| „ 9,5 m | $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ „ im Scheitel} \\ 1 \text{ „ am Kämpfer} \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ „ im Scheitel} \\ 1\frac{1}{2} \text{ „ am Kämpfer} \end{array} \right.$ |
| „ 18 m | $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ „ im Scheitel} \\ \text{bis } 1\frac{1}{2} \text{ Stein am Kämpfer} \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ „ im Scheitel} \\ \text{bis } 2 \text{ Stein am Kämpfer} \end{array} \right.$ |

Die Widerlagsstärke beträgt:
 bei halbkreisförmigen Kreuzgewölben $\frac{1}{6} - \frac{1}{4}$ der Diagonalweite,
 „ spitzbölgigen „ $\frac{1}{7} - \frac{1}{5}$ „ „ „
 Bei Widerlagern, die höher als 2,5—3,0 m sind, muss man die
 Stärke um $\frac{1}{10} - \frac{1}{8}$ der Widerlagshöhe vermehren.

3. Konstruktion und Ausführung des Kreuzgewölbes.

a. Ausführung in Haustein.

Die Kreuzgewölbe aus Werkstein, Fig. 416a und b, erhalten keine Verstärkungs-Gurte — ausgenommen natürlich solche mit profilirten Graten, von denen später die Rede sein wird — sondern Hakensteine, Fig. 417b, welche mit den gewöhnlichen der Gewölbekappen in Verband liegen. Im Gegensatz zum Klostergewölbe liegen hierbei die

Fig. 416 a.

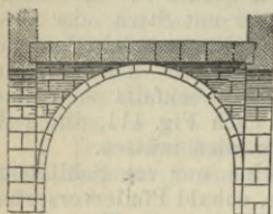


Fig. 417 a.

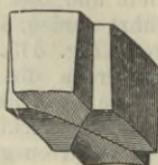


Fig. 417 b.

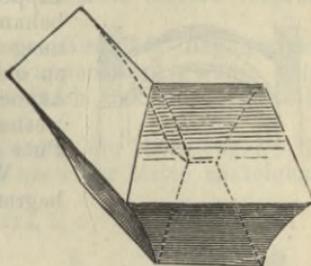


Fig. 416 b.

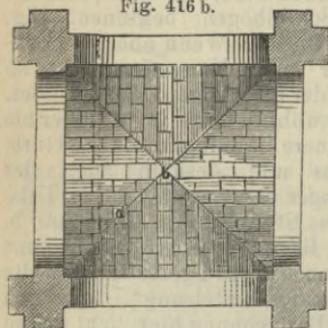


Fig. 417 c.

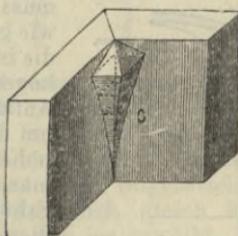
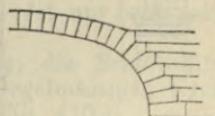


Fig. 418.



Schichten rechtwinklig zum Schildbogen. Charakteristisch sind die Scheitelsteine und die Anfänger, Fig. 417a und c. Hausteingewölbe erhalten des sonst schwierigen Steinschnitts wegen und weil Setzen wegen der geringen Fugenzahl ziemlich ausgeschlossen ist, niemals Stich oder Busen. Die Gewölbstärke richtet sich nach dem Schildbogen; sie wird bei leicht belasteten Gewölben = $\frac{1}{36}$ der Weite desselben gemacht. Gewöhnlich erfolgt Verstärkung nach den Widerlagern zu, Fig. 418.

β. Ausführung in Bruchstein.

Kreuzgewölbe aus Bruchstein wurden im Mittelalter, (mit Ausnahme der norddeutschen Tiefebene und der Champagne), fast überall ausgeführt. Hierbei ist eine vollständige Einschalung des Lehrgerüsts, wie bei den Werksteingewölben, erforderlich und die Anwendung eines Stiches wegen des starken Setzens dieser Gewölbe sehr angebracht.

Busung ist wegen der dabei kaum möglichen Einschalung unausführbar, man müsste denn zu der im Mittelalter angeblich geübten Praxis zurückgreifen, auf der Schalung einen Auftrag von Erde anzubringen, um darin den Busen zu formen. Bei einigermaassen sorgfältiger Ausführung werden passend zurecht gehauene Gratsteine nöthig, also Werksteine, wodurch man auf die später zu besprechenden Rippen- gewölbe geführt wird. Die Steine werden trocken verlegt und nach- trüglich mit Mörtel vergossen.

γ. Ausführung in Backstein.

Die Darstellung eines gewöhnlichen, halbkreisförmigen Kreuz- gewölbes ohne Stich mit wagrechten Scheitellinien ist höchst einfach:

Fig. 420 a u. b.

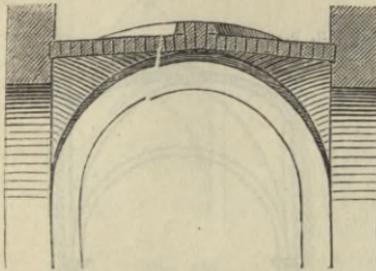


Fig. 419.

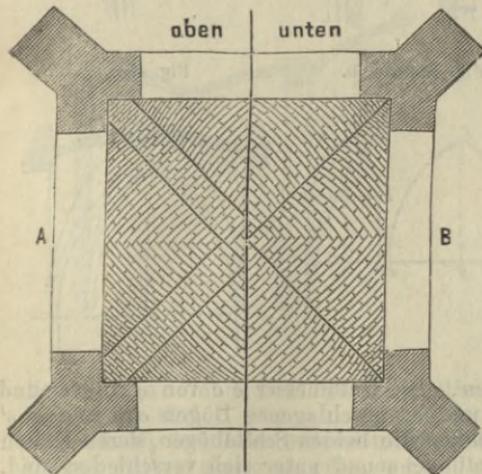
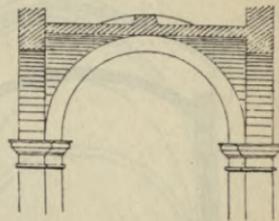
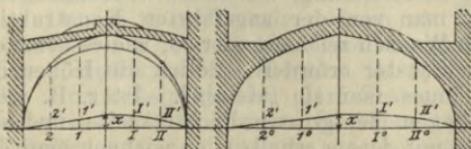


Fig. 421 a u. b.



aus, also in den Punkten 1', 2', I', II' die Ordinaten zu errichten.

Muss der Stich des Gewölbes sehr gross werden, so kann man

Diagonalbögen oder Grate fallen im Querschnitt mit den Stirnbögen zusammen, sind also in Wirklichkeit Ellipsen, welche man durch Vergatterung austrägt, Fig. 419. So werden aber fast nur die Hausteingewölbe hergestellt, während bei Ziegelgewölben der gerade oder Bogenstich kaum zu missen ist; siehe Fig. 420 a und b. Die Ueberhöhung der Bögen über Kämpfergesimsen, sowie die übliche Hintermauerung darf hierbei nicht fehlen.

Bei der Zeichnung der Gratbögen hat man diesen Stich x , Fig. 421 a u. b, zuerst aufzutragen, den Endpunkt mit den Kämpferpunkten entweder durch eine gerade Linie, wie in der linken Hälfte der Figur, oder bogenförmig, wie rechts, zu verbinden und von hier

zunächst, nach Fig. 422 a und b, auch die Gratbögen halbkreisförmig gestalten. Hierbei hat man die Wahl, die Kappen mit Bogenstich, wie in Fig. 422 a, oder mit Busen einzuwölben, wobei nicht zu vergessen ist, dass der Bogenstich nur eine bestimmte Art der Wölbung mit Busen ist, bei der zwei gegenüberliegende Kappen im Querschnitt einen Kreisbogen bilden, während sonst im Scheitel ein Knick, Fig. 422 b, entsteht, je nachdem der Mittelpunkt des betreffenden Kappenbogens diesseits des Lothes durch den Scheitelpunkt oder in demselben selbst liegt. Die Kappen so mit Busen zu wölben, dass sie im Querschnitt einen Spitzbogen bilden, ist bei kreisförmigen Gratbögen ebenso unmöglich, wie die Wölbung mit geradem Stich.

Sollen die Stirnbögen spitzbogig gezeichnet werden, so kann man hierbei von dem halbkreisförmigen Gratbogen ausgehen. Man zeichnet ihn, Fig. 423, über der Diagonale be und trägt von b aus auf letzterer die Seiten $ab = ba'$ und $ae = be'$ ab, von e' und a' dann nach b

Fig. 422 a u. b.

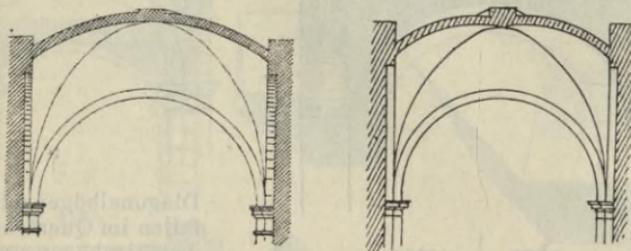
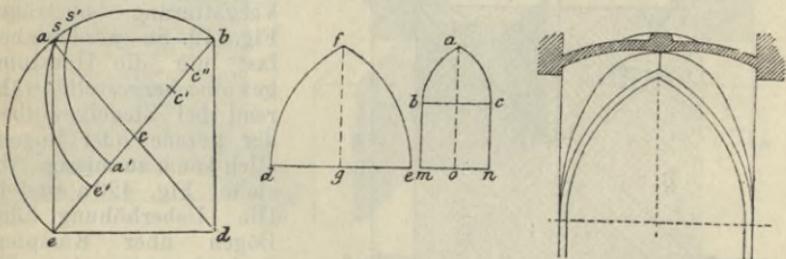


Fig. 423.

Fig. 424 a u. b.

Fig. 425.



zurück die halben Diagonalen, den Halbmesser ec von e' bis c' und von a' bis c'' . Die aus c' und c'' geschlagenen Bögen $e's$ und $a's'$ geben mit sb und $s'b$ zusammen die beiden Schildbögen, deren Höhen geringer als die des Diagonalebogens und unter sich verschieden sind. Sind zwei Seiten des rechteckigen Grundrisses sehr schmal, so wird der Spitzbogen sehr schlank, lanzettförmig, was selten wünschenswerth ist. In solchem Falle muss man von der angeführten Konstruktion absehen und den Bogen nach Wunsch zeichnen oder so, wie es etwa ein in der Stirnmauer liegendes Fenster erfordert. Sollen die Höhen der Spitzbögen gleich sein, so muss man sie „stelen“. Ist z. B. def , Fig. 424 a und b, der Spitzbogen der grossen Rechteckeite und soll der der kleinen gleiche Höhe mit jenem erhalten, so zeichnet man den Spitzbogen über bc , wie man ihn wünscht, $= bac$, verlängert die Bögen ab und ac senkrecht nach unten bis m und n , so dass die Höhe $fg = ao$ ist. Dann ist der Bogen man der gewünschte

Schildbogen und bm und cn sind die Stelzen. Fig. 425 zeigt ein busiges Kreuzgewölbe über quadratischem Raume mit spitzbogigen Schildbögen und halbkreisförmigem Diagonalbogen, der im Querschnitt als Ellipse erscheint.

Vollständig freie Bewegung in Bezug auf Ausführung der Kappen gestattet erst die Verwendung des Spitzbogens als Gurtbogen. Hierbei kann man sowohl den geraden Stich, wie auch den Busen mit Stich so benutzen, dass der Kappenquerschnitt einen flachen Spitzbogen bildet. Fig. 426 a zeigt den Querschnitt eines Kreuzgewölbes über rechteckig gestrecktem Raume; die Kappen über der langen Stirnbogen-Seite sind ohne Stich und Busen eingewölbt, während in 426 b, dem Querschnitt parallel zur langen Stirnbogen-seite,

Fig. 426 a.

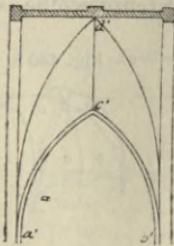


Fig. 426 b.

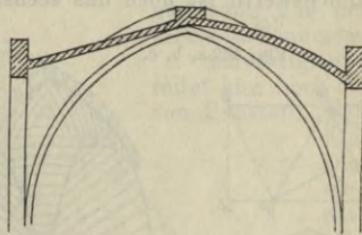


Fig. 427.

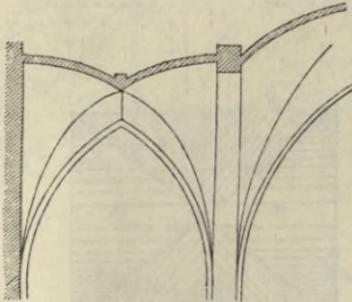
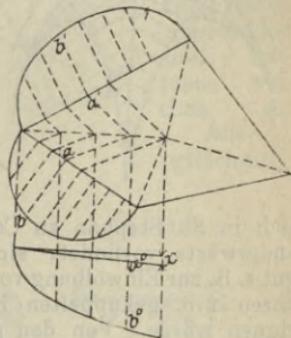


Fig. 428.



die Kappen einmal mit geradem Stich, dann mit Stich und Busen dargestellt sind.

Würden bei sehr schmalen rechteckigen Raume die Kappen der kleinen Seiten einen zu grossen Stich erfordern, so lässt man — in seltenen Fällen — die der grossen wohl nach dem Scheitel zu fallen. Fig. 427.

Ist ein unregelmässiger Raum zu überwölben, so thut man gut, zunächst den Schwerpunkt desselben zu suchen. Die von diesem nach den Eckpunkten des Raumes gezogenen Verbindungslinien ergeben die Horizontalprojektion der Grate. Einer Seite, gewöhnlich der kleinsten bei rundbogigen Gewölben, giebt man darnach einen halbkreisförmigen Schildbogen und bestimmt alle übrigen Theile nach Fig. 428 durch Vergatterung. Natürlich ist jede einzelne Grathälfte besonders mit Berücksichtigung des Stiches auszutragen. — Bei einem regelmässigen Vieleck verfährt man ebenso.

Soll das Kreuzgewölbe spitzbogig ausgeführt werden, so nehme man die längste Diagonalhälfte als Halbmesser eines Halbkreises an, wonach alle übrigen Bögen zu Spitzbögen werden.

Einigermaassen abweichend gestaltet sich die Ueberwölbung bei dreieckiger Grundform, welche z. B. bei Korridoren mit versetzten Widerlagern und Axen oder bei Chorabschlüssen von Kirchen vorkommen kann, Fig. 429 a, b, c. Bei der Einwölbung verspannen sich die Kappen entweder unmittelbar gegen die über den Seiten des Dreiecks geschlagenen Gurtbögen, Fig. 429 a rechts und Fig. 429 b, wie in den Kathedralen von Paris und Notre-dame de Chalons, eine Abart des Klostergewölbes, wie wir früher bei Fig. 354 gesehen; oder die dreieckige Grundform ist noch weiter durch die Kreuzrippen $a h$, $g h$ und $e h$ getheilt, Fig. 429 a links und 429 c, wie es z. B. im Römer zu Frankfurt a. M. stattfindet.

Erwähnenswerth ist noch das sechstheilige Kreuzgewölbe, welches

Fig. 429 a, b, c.

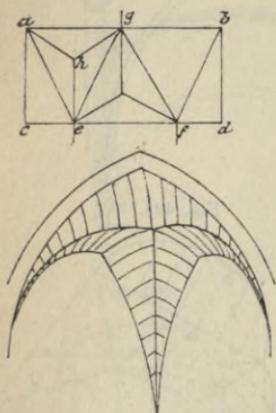
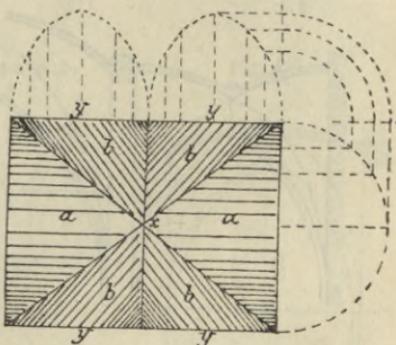


Fig. 430 b.



Fig. 430 a.



sich in St. Stephan zu Caën und anderwärts vorfindet, sich auch gut z. B. zur Einwölbung von Korridoren mit gekuppelten Fenstern eignen würde. Von den gewöhnlichen Kreuzgewölben unter-

scheidet es sich dadurch, dass zu den beiden Gurtbögen noch ein dritter hinzutritt, welcher die Kappen b , Fig. 430 a und b, von einander trennt und auf den Zwischenpfeilern aufruhet. Während die Kappen a wie gewöhnlich hergestellt worden, sind die anderen Seiten durch je zwei Kappen b geschlossen, deren Axen in der Richtung von x nach y liegen. Aehnlich ist die Ausführung bei einem spitzbogigen Gewölbe des Klosters Maulbronn und des Domes von Limburg.

Bei Chorungängen und rund ausgebauten Treppenhäusern ist es möglich, dass ein Kreuzgewölbe nach Fig. 431 a und c durch die Durchdringung eines ringförmigen Tonnengewölbes mit einem halbkegelförmigen Gewölbe entsteht, dessen Spitze im Mittelpunkte M der kreisförmigen Kämpferebene liegt. Die lothrechten Bogenschnitte über $e v k$ und $E V q$ geben in der Projektion die Halbkreise $e f k$ und $E F q$. Die Scheitellinie des Kegels $M F$ muss den Halbkreis des Tonnengewölbes berühren; hier geschieht dies in dem Punkte r .

Um die Gratlinien im Grundrisse festzustellen, lege man beliebige, radiale Lothebenen Nd , Lc , Kb , Vv und ermittle die Punkte, in welchen die Schnittlinien dieser Ebenen mit dem Kegelmantel die Laibung des Tonnengewölbes durchdringen. Zu dem Zweck denke man sich jene Schnittebenen nach kq gedreht hier umgeklappt, dann ihre Vertikalprojektionen gezeichnet, wodurch man die Durchdringungspunkte x , y , z , r , s , t und u der Scheitellinien mit dem Gewölbeprofil $krsg$ erhält. Fällt man von jenen Punkten aus die Lothe $x\beta$, ya usw. und schlägt durch $a\beta$ usw. um M als Mittelpunkt Kreisbögen, so ergibt die Verbindungslinie der Durchschnittspunkte derselben mit den radial stehenden Ebenen Nd , Lc usw. die Gratlinien im Grundriss. Die Grat-

Fig. 431 a.

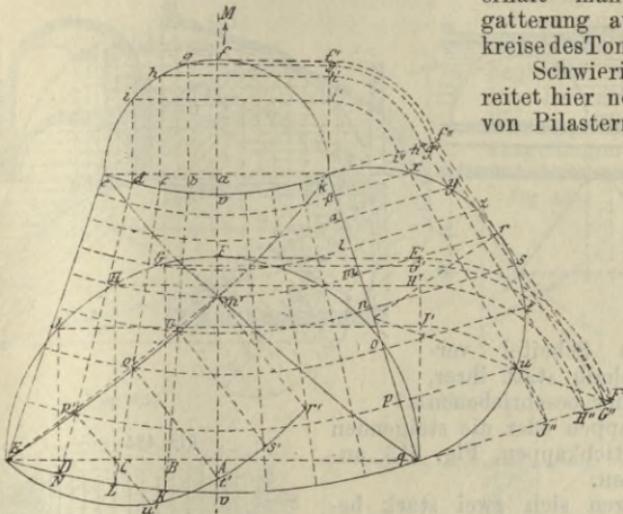


Fig. 431 b.

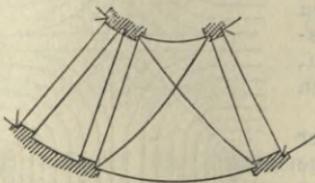


Fig. 431 c.

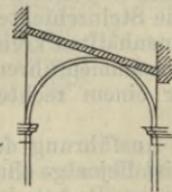
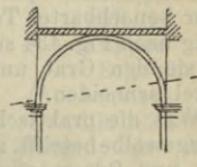


Fig. 431 d.



erhält man durch Vergatterung aus dem Halbkreise des Tonnengewölbes.¹⁾

Schwierigkeiten bereitet hier noch die Anlage von Pilastern, Säulen und Gurtbögen. Die günstigste Lösung enthält der Grundriss Fig. 431 b links, worin zwei Pilaster angeordnet sind, zwischen welchen zur

Ausgleichung

ein dreieckiges Tonnenstück liegt. Ist diese Lösung nicht möglich, so muss man, nach Fig. 431 b rechts, den Pilastern ungleiche Breiten geben. Fig. 431 d zeigt den Kegel in geneigter, den Scheitelschnitt in wagrechter Lage. Das führt aber zu einer hässlichen Stelzung des kleinen Bogens.

Bei Kreuzgewölben über Korridoren, und auch sonst wohl, lässt man die Gurtbögen in der unteren Laibung des Gewölbes mitunter nicht sichtbar vortreten, Fig. 432. Die Einwölbung gewinnt alsdann grosse Aehnlichkeit mit einem Tonnengewölbe mit Stiehkappen; nur

¹⁾ Vergl. Schmölcke, Die Konstruktionen des Hochbaues. I.

dass hier letztere im Scheitel zusammen stossen. Die Scheitellinie $a-b$ muss hierbei immer wagrecht sein, weil sonst am Gurtbogen ein Knick entstehen würde, während die Stichkappen Stich oder Busen haben können. Der erwähnte Gurtbogen wird als Verstärkung nur an Gewölben von grösserer Spannweite wirklich ausgeführt.

Die Axen eines Kreuzgewölbes können sich, wie z. B. bei Treppenunterwölbungen, in geneigter Lage kreuzen, weshalb derartige Gewölbe „steigende“ heissen. Dieselben können flachbogig, nach einer Ellipse, einem Korb- oder Spitzbogen geformt sein. Die Austragung der Grate durch Vergatterung geht aus Fig. 433 a, b u. c hervor. Bei langen Treppenläufen haben steigende Kreuzgewölbe den Fehler, dass die

Fig. 432.

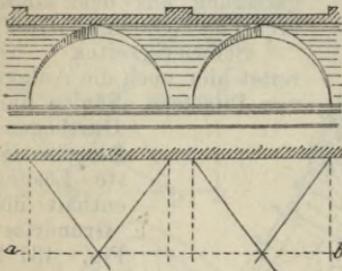
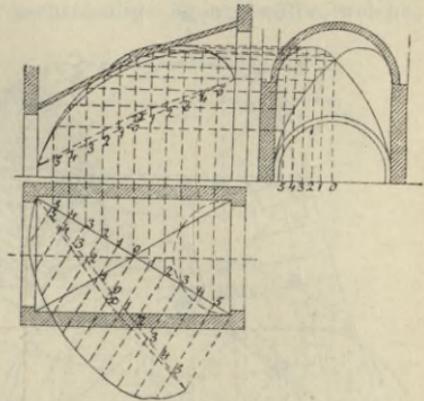


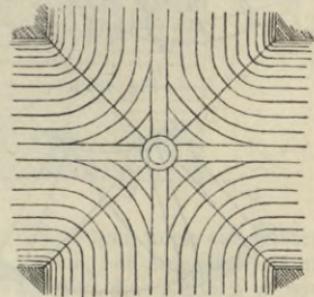
Fig. 433 a, b, c.



Gratlinien im Scheitel verschwinden, weshalb statt ihrer, besser, die früher beschriebenen böhmischen Kappen oder die steigenden Tonnen mit Stichkappen, Fig. 315, angewendet werden.

Durchdringen sich zwei stark belastete Tonnengewölbe so, dass ein Kreuzgewölbe ohne trennende Gurtbögen entsteht, so kann man die Steinschichten zweier benachbarter Tonnenhälften kreisförmig nach Fig. 434 so zusammenführen, dass sie den Grat unter einem rechten Winkel schneiden.¹⁾

Fig. 434.



Was die praktische Ausführung der Kreuzgewölbe betrifft, so ist diejenige ohne Stich und Busen, wie sie z. B. bei den Alten gebräuchlich war, höchst einfach. Das Lehrgerüst kann in solchem Falle wird dabei folgendermaassen verfahren. Sind die Gurtbögen bereits eingewölbt, so wird nach Aufstellung der 4 Stirnbögen mittels nach der Längsrichtung hin quer gestellter Lehrbögen eine Tonne vollständig eingeschalt. Auf dieser werden die Grate bezeichnet, indem man 2 Diagonalschnüre spannt und davon die Grate auf die Einschaltung herunter lothet. Hiernach lassen sich von diesen Linien aus nach den Stirnbögen hin die anderen Kappen als Stichkappen herstellen, wobei die Schalbretter am Grat zugeschärft

eingeschalt werden und es sind die Gurtbögen bereits eingewölbt, so wird nach Aufstellung der 4 Stirnbögen mittels nach der Längsrichtung hin quer gestellter Lehrbögen eine Tonne vollständig eingeschalt. Auf dieser werden die Grate bezeichnet, indem man 2 Diagonalschnüre spannt und davon die Grate auf die Einschaltung herunter lothet. Hiernach lassen sich von diesen Linien aus nach den Stirnbögen hin die anderen Kappen als Stichkappen herstellen, wobei die Schalbretter am Grat zugeschärft

¹⁾ Näheres über diesen selten vorkommenden Fall s. in D. Bauzeitung Jahrg. 1868.

werden müssen, Fig. 435. Am einfachsten ist dies Verfahren bei Gewölben ohne nach unten vortretende Gratbögen. In dieser Weise ist schon von den alten Römern verfahren worden, was man deutlich daraus sieht, dass die Spitzen der Stichkappen bei alten Gewölben nicht immer in einem Punkte zusammen treffen, Fig. 436.

Die Einwölbung solcher Kreuzgewölbe ohne Stich geschah früher stets, wie die der Tonnengewölbe, mit zu den Gewölbeaxen parallel laufenden Schichten. Hierbei muss in den Gratlinien gegenseitiges Ueberbinden erfolgen, so dass sich nie eine Fuge bildet, Fig. 438, rechte Seite. Die Anfänger werden durch wagrechte Auskrägung hergestellt, bis so viel Flächenraum gewonnen ist, dass der Gurt in seinem vollen Querschnitt Platz darauf findet. (Oder Hausteinfänger, Fig. 417 c, was noch besser ist!) Nur bei ungeputzten Ziegelgewölben ist man

Fig. 435.

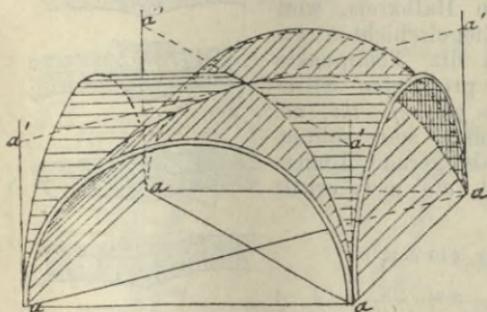
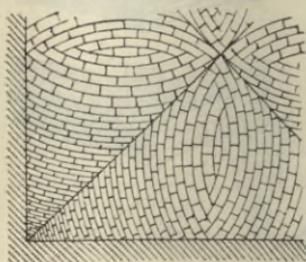


Fig. 437.



gezwungen, die Wölbung schon vom Kämpfer aus mit radialen Fugen zu beginnen. Jedenfalls sollten bei einem Bau die Kreuzgewölbe früh genug ausgetragen werden, um

Fig. 436.

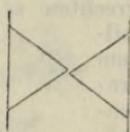
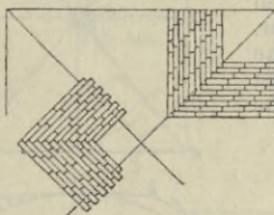


Fig. 438.



während des Aufmauerns der Wände schon jene Anfänger in richtiger Form anlegen zu können; leider geschieht dies selten und entstehen deshalb häufig Flickarbeiten.

In Deutschland ist jedoch die freihändige Einwölbung der Kappen auf Schwalbenschwanz (Fig. 438 linke Seite)

üblich, bei der die einzelnen Gewölbschichten normal zur Gratlinie liegen. Die Einwölbung spitzbogiger, busiger Kreuzgewölbe erfolgt gewöhnlich aus freier Hand und es ergibt sich, sobald die Schichten radial zum Gratbogen liegen, nach Fig. 437, in der Mitte der Kappen ein Auge, welches durch keilförmig zugehauene Steine zu schliessen ist, wogegen bei einer geradlinig steigenden Kappe jede Schicht nach dem Grat zu breiter wird, was bei Ziegelgewölben durch keilförmige Fugen zu bewirken ist. Man bedarf hierbei nur der Stirn- und Gratbögen, bei grösseren Gewölben auch der Axbögen. Nur einer dieser Lehrbögen kann ganz durchgehen; die übrigen müssen in 2 Hälften aufgestellt und im Zusammenstoss durch einen Stiel, den Mönch, unterstützt werden, wie das schon bei den Klostergewölben angegeben worden ist. Ringsum müssen bei beiden Einwölbungsarten Falze für das Widerlager in den Stirnmauern

vorhanden sein. Die Grate werden, wie Fig. 439 a–f zeigt, gleichzeitig mit dem Gewölbe ausgeführt.

Obleich die richtige Herstellung eines solchen Gewölbes ganz auf dem scharfen und geübten Auge des Maurers beruht, soll hier doch noch die Austragung der Fugen im Grundriss und Aufriss gezeigt werden. Es sei (nach Ungewitter 1. Aufl. S. 105) *aikC* der vierte Theil des rechteckigen Grundrisses eines rippenlosen Kreuzgewölbes *abcd*, Fig. 440 a, Fig. 440 b der Durchschnitt nach *Cb*, welcher den Aufriss des Gratbogens nach *bd* und die Projektionen der beiden Stirnbögen *dk* und *bi* zeigt. *ki* ist die Projektion der Scheitellinien, welche in *ix* und *ky*, Fig. 440 a, genau dargestellt sind. *dk'* und *bi'* sind, Fig. 440 b, die beiden Stirnbögen in richtiger Gestalt. Der Gratbogen, ein Halbkreis, wird nunmehr der Stärke der Ziegelschichten gemäss eingetheilt und durch die Theilpunkte radial die Fuge bis zum projizirten Stirnbogen gezogen, also z. B. *gh*, *ef*, *lm*, *no*. Wenn diese Fugen auch busig sein sollten, erscheinen sie hier doch als gerade Linien. Durch die Wagrechten *mm'*, *oo'* usw. erhält man die Theilpunkte auf dem wirklichen Stirnbogen, die nunmehr in den Grundriss, Fig. 440 a, zu übertragen sind. Zu diesem Zwecke sind Lothe von den Punkten *lnge* usw. auf die Wagrechte *bd*, Fig. 440 b, zu fallen und die

Fig. 439 a–f.

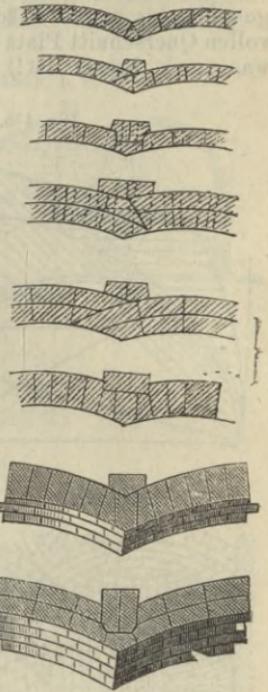
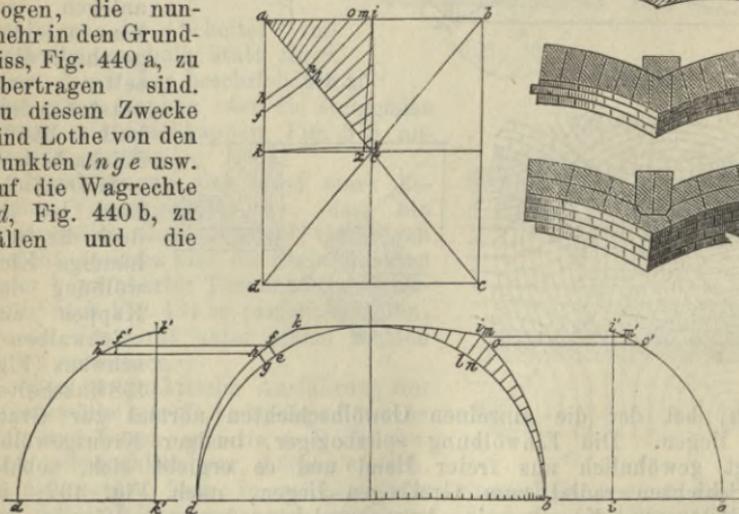


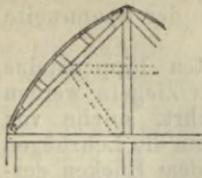
Fig. 440 a u. b.



kleinen Abstände auf die Diagonale *aC* im Grundriss zu übertragen. Das Gleiche geschieht mit den Punkten *m' o' f' h'* der Stirnbögen. Durch die Verbindung der betreffenden Punkte im Grundriss erhält man dann die Fugen *hn—on*, *fl—lm* usw., welche gerade Linien sind, wenn die Fugen in Wirklichkeit geradlinig, jedoch gebogen, wenn die Kappen Busen haben. Die Krümmung ist leicht durch Projektion einzelner Punkte zu ermitteln. (S. auch Fig. 398.) Genau so ist das Verfahren, wenn der Gratbogen spitzbogig ist; ist

derselbe jedoch eine Ellipse, so erfolgt die Eintragung der Fugenrichtung nach Fig. 249.

Fig. 441.



Die Lehrbögen für die Einwölbung werden übrigens sehr verschieden konstruiert. Hierbei übt die in verschiedenen Gegenden herrschende Gewohnheit grossen Einfluss. (Vergl. z. B. Fig. 441, das in Ober-Hessen gebräuchliche Gerüst.) Im allgemeinen möchte dem Bretterlehrbogen der Vorzug zu geben sein, weil kein anderer eine so genaue Darstellung der Gewöblinie gestattet.

4. Konstruktion und Ausführung der Rippengewölbe.

Da der Verband der Steine an den Graten, des vielen Verhaues wegen, Uebelstände hat, besonders wenn die Kappenschichten nach

Fig. 442.

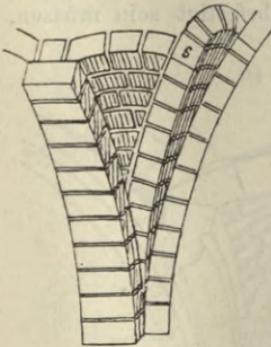


Fig. 443 a u. b.

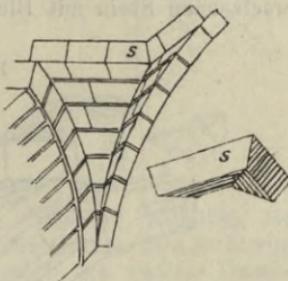


Fig. 444.

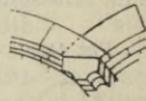


Fig. 445 a u. b.

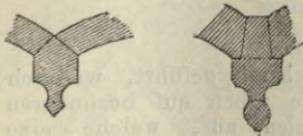


Fig. 446.

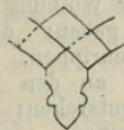
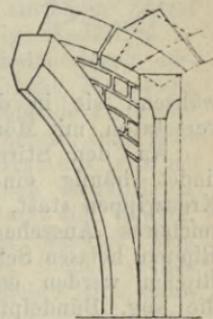


Fig. 447.



Segmentbögen, also mit Busen ausgeführt sind, kam man zunächst darauf, die Diagonalbögen überhaupt für sich herzustellen und dieselben aus radial gestellten Steinen, Fig. 442, oder besonders geformten Ecksteinen, Fig. 443 a und b, zu bilden, so dass die einzelnen Kappenschichten sich gegen sie verspannen. Hiernach entstand das System der Rippengewölbe, bei welchen die Rippen entweder selbständig ohne Verband unter dem Gewölbe sitzen und die Kappen über dieselben fortgehen — was bei solchen von Ziegelsteinen wohl meist der Fall sein wird, Fig. 444 — oder mit Widerlagern versehen sind, gegen welche sich die Kappen steifen, Fig. 445 a und b. Das geschieht hauptsächlich bei Hausteinrippen, die auch heute sehr viel angewendet werden, während man die Kappen, der grösseren Leichtigkeit halber, fast immer aus Ziegeln herstellt. Hierbei erfolgt vielfach eine Verstärkung der Rippen durch Uebermauerung nach Fig. 446 und 447 oder, bei grösseren Spannweiten, auch stromschichtartig mit hoch-

kantig gestellten Steinen, Fig. 448. Da die Kreuz- oder Diagonalrippen, nach einer Bogenlinie gebildet, aus lauter gleichen Werkstücken mit radial gerichteten Fugen bestehen, so erleichtert dies die Ausführung ganz erheblich; selbstverständlich hängt die Grösse des Rippenprofils von der Festigkeit des Materials und der Spannweite der Bögen ab.

Die Dicke der aus Ziegeln besonders geformten Rippensteine muss der der Kappenziegel entsprechen. Rippen aus Ziegeln werden immer zugleich mit der Kappenwölbung ausgeführt, solche von Haustein jedoch vor der Kappeneinwölbung. Nachdem die Lehrbögen errichtet sind, werden die einzelnen Werkstücke auf dem Rücken derselben in richtiger Lage versetzt und nachträglich die Fugen mit Mörtel vergossen. Beim Setzen der Bögen springen jedoch leicht die kleinen Profilkanten ab; deshalb lässt man bei den innersten Gliederungen die Fugen zunächst offen und fugt nachträglich aus. Bei kleineren Abmessungen des Rippenprofils wird die Mörtelfuge besser durch eine eingeschobene Bleiplatte ersetzt.

Schwieriger ist der Verband mit eisernen, verzinkten Dübeln, welche in dem zu versetzenden Stein mit Blei befestigt sein müssen,

Fig. 449.

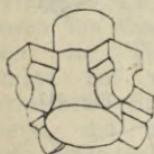
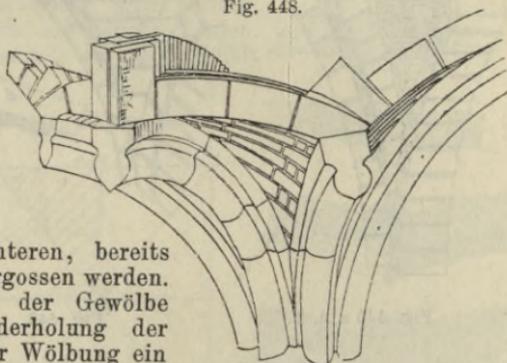


Fig. 448.



während sie in dem unteren, bereits versetzten, mit Mörtel vergossen werden.

An den Stirnseiten der Gewölbe findet häufig eine Wiederholung der Kreuzrippen statt, um der Wölbung ein reicheres Aussehen zu geben; diese Rippen heissen Schildbogenrippen. Die Rippen werden entweder an den Pfeilern herab geführt, wodurch die sog. Bündelpfeiler entstehen; oder sie ruhen auf besonderen Kämpfersteinen, Kragsteinen oder Konsolen auf, welche eine solche Ausladung erhalten müssen, dass die Rippenprofile darauf Platz finden.¹⁾

Im Scheitel vereinigt sich die durch die Grundform des Raumes bedingte Anzahl von Rippen in einem Schlussstein, welcher die Rippenansätze enthalten muss, Fig. 449. Häufig tritt derselbe gegen die untere Rippenflucht vor, ist oft auch reich verziert, so dass beim Aufstellen der Lehrbögen auf diesen Vorsprung Rücksicht genommen werden muss; d. h. es müssen die Lehrbögen entweder an dieser Stelle ausgeschnitten sein, oder durch ein geringes Drücken des Scheitels und entsprechende Auffütterung die entsprechende Gestalt erhalten.

Alle Kappen sind vom Kämpfer herauf zu gleicher Zeit einzuwölben, auch sehr lange Gratbögen gegenseitig abzusteißen, damit ein Herausdrängen derselben verhütet werde.

¹⁾ Näheres siehe in Ungewitter, Lehrbuch der gothischen Konstruktionen.

5. Konstruktion und Ausführung der Zellengewölbe.

Aus demselben Grunde, welcher die Konstruktion der Rippen-
gewölbe veranlasste: die Vermeidung vielen Verhaues bei den Grat-
steinen der gewöhnlichen Kreuzgewölbe, entstanden — vorzüglich in
den Ostseeländern, indess vereinzelt auch an anderen Orten, wie z. B.
in Krakau, in Jüterbock (Rathhaus) usw. — zellenartige Gewölbe,
die in der Regel allerdings nicht nach dem Kreuzgewölbe, sondern
nach verwickelteren Systemen ausgeführt wurden: sie bilden den
Uebergang zu den Sterngewölben. Die Fugenrichtung der Kappen
unterscheidet sich von der der gewöhnlichen Kreuzgewölbe darin,

Fig. 450 a u. b.

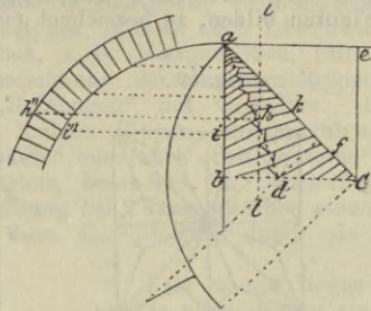
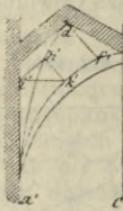
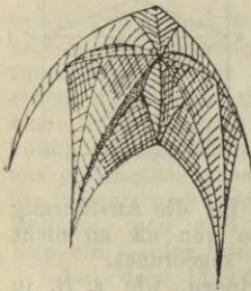
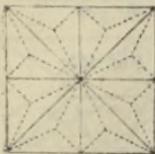


Fig. 451 a u. b.



den. Hierbei behalten die einzelnen Ziegel
an den Graten ihre rechtwinklige Gestalt, d. h.
es zeigt der radiale Durchschnitt durch die-
selben stets einen rechten Winkel, Fig. 450 a
und b. Um die dadurch entstehende Tiefe der
Kappen einigermaassen zu verringern, kann man
die einzelnen Schichten vom Grat aus, anstatt
nach einer geraden Linie nach Bogenlinien
ansteigen lassen, doch so, dass die Winkel,
unter welchen die Kappen im Scheitel, also
z. B. bei *d*, zusammen treffen, immer rechte
bleiben. Das Gewölbe unterscheidet sich dann
von einem flachbusigen dadurch, dass statt
des Segmentbogens hier ein Spitzbogen ein-
geführt ist. Bei grösseren Spannweiten wird
dies Mittel aber nicht ausreichend sein; dann
muss man zu einer Verkleinerung der Felder,
d. h. zu einer Vermehrung der den Grundriss
theilenden Gratbögen schreiten; hierin aber

liegt der Uebergang zu dem Sterngewölbe. Sobald man z. B., Fig. 451,
die Axbögen als Grate gestaltet und sie auch ebenso wie solche
manert, mithin als rechtwinklige Kanten ausbildet, wird die Grund-
fläche in 8 Felder zerlegt und zeigt die Form eines Sterns, wenn
man die Kehlen oder Scheitellinien der Kappen einzeichnet, ob-
gleich das Gewölbe immer noch ein Kreuzgewölbe ist. (S. Allgem.
Bauzeitung 1888.)

Sollen die Fugen in dem Grundriss und Durchschnitt eingetragen
werden, so hat man in Fig. 450 b zunächst den niedergeschlagenen
Bogen über *ab* darnach einzutheilen, dazu einen konzentrischen Bogen
in beliebiger Entfernung und in gleicher Entfernung zu *ab* die

Parallele $l-l$ zu ziehen. Die Endpunkte der Radien, z. B. i'' und h'' , werden auf ab und ll projiziert nach i und h . Die Verbindungslinie dieser beiden Punkte giebt die betreffende Fuge. Das Gleiche geschieht bei der Kappe adc , wonach es leicht ist, die Fugen auch im Durchschnitt, Fig. 450a, festzulegen. Die Fugen jeder Kappe gehören einem Kegelmantel an, mit der Richtung nach der Spitze des Kegels. Bedingung ist, dass Grat- und Stirnbogen den gleichen Radius haben und auch die Fugentheilung die gleiche ist.

9. Stern- und Netzgewölbe oder gothisches Gewölbe.

Sind die Kappen eines Kreuzgewölbes zwischen den Diagonal- und Stirnbogen-Rippen noch durch andere Rippen getheilt, welche mit jenen sternförmige Figuren bilden, so bezeichnet man das Gewölbe als

Fig. 452.

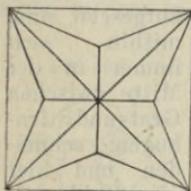


Fig. 453.

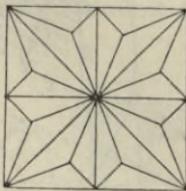
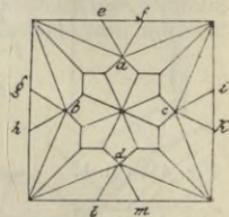


Fig. 454.

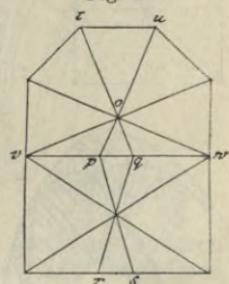


Sternengewölbe; hierbei treten die Rippen als vollständig tragendes Gerüst auf, in welches die Kappen eingespannt sind, Fig. 452 u. 453. Die Richtung der Rippen hängt nicht von der Lage des Schwerpunktes der zu theilenden Kappen, sondern von der gleichmässigen Theilung der Winkel ab.

In der älteren Periode hatten die Gurtbögen konstruktive Bedeutung und waren durch die Anlage der Strebebögen im Aeusseren bedingt; demgemäss erhielten sie eine grössere Stärke und kräftigere Profilierung, als die Kreuzrippen. Aber schon im 13. Jahrhundert wurde dies aufgegeben, weil die Vergrösserung für die Ausführung der Gewölbe unnütz war; die Gurtbögen wurden von da an nicht mehr wesentlich verschieden von den Kreuzrippen angeordnet.

Wird der Verlauf der Kreuz- und Scheitelrippen, wie z. B. in Fig. 454 unterbrochen, so bildet sich das Netzgewölbe in einfachster Form. Ein Vergleich mit Fig. 456 macht den Unterschied zwischen Stern- und Netzgewölbe sehr klar. Die in Fig. 454 auftretenden Rippen aef , bgh usw. finden ihre Erklärung in Fig. 455, einem Chorabschluss mit daran stossendem Kreuzgewölbe. Die kurzen Rippen op und oq , welche theilweise zur Abstützung des Scheitelpunktes o dienen, bedürfen der Rippen ps und qr zum Verhindern der Verschiebung des Gurtcs vw . Das ursprüngliche Motiv wurde später auch ohne äussere Veranlassung in die Zeichnung der Netzgewölbe aufgenommen. Verschwinden Gurt- und Kreuzrippen gänzlich, so tritt das Wesen des Netzgewölbes noch deutlicher hervor.

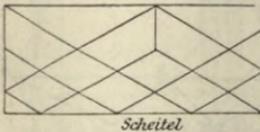
Fig. 455.



Die Eintheilung in einzelne Gewölbejoche hört somit auf und die — nunmehr gleichwerthigen — Rippen gehen wohl von den Pfeilern oder einzelnen Stützpunkten der Wände aus, verzweigen sich aber in den verschiedenartigsten Führungen über die ganze Wölbfläche, ohne jene in dem ganzen Schema in irgend wie bestimmter Weise zur Geltung zu bringen, wie dies z. B. im Chor des Münsters zu Freiburg, Fig. 456, der Fall ist.

Neben den mannichfachsten Zeichnungen dieser Gewölbe im Grundriss findet man auch die verschiedensten Konstruktionsweisen derselben: als Kreuzgewölbe mit oder ohne Stich, mit und ohne Busen, als Tonnengewölbe, durchbrochen von Stichkappen, als Kloster-, Kuppelgewölbe usw. Von den Rippen, die meist eine reich gegliederte Form erhalten, unterscheidet man, (wie z. Th. schon beim Kreuzgewölbe): Gurtrippen, Kreuzrippen, Schildbogenrippen, auch wohl Scheitel- und Nebenrippen, letztere auch Liernen genannt. Bei verwickelteren Gewölben, z. B. Netzgewölben, fällt aber in der Regel jede besondere Bezeichnung der einzelnen Rippen fort; alle heissen übereinstimmend „Reihungen“ des Gewölbes. Die häufig an den Kreuzungspunkten mehrerer Rippen angebrachten, grösseren Werkstücke heissen „Knaufe“ oder auch „Schlusssteine“. Der Schlussstein wird oft als Steinkranz, besonders im Scheitel des Gewölbes, ausgeführt, dessen Oeffnung bei Thurmgewölben einen so grossen Durchmesser bekommt, dass die Glocken durch sie frei hinaufgezogen werden können.

Fig. 456.



Fast immer liegen die Durchschnittspunkte aller Rippen eines Sterngewölbes in einer Kugelfläche, wobei also sämtliche Bögen nach gleichem Halbmesser geschlagen sind. Mithin ist die Höhe eines jeden Durchschnittspunktes der Rippen bestimmt durch diejenige des in gleicher Entfernung von dem Mittelpunkt befindlichen Punktes des halbkreisförmigen Diagonalbogens. Abweichungen da-

von mögen ja vorkommen; doch lassen solche sich kaum feststellen, weil man in den seltensten Fällen im Stande ist, genaue Messungen vorzunehmen. Es ist somit die Ausführung der Sterngewölbe keinen erheblichen Schwierigkeiten unterworfen, da nur das Rippenwerk eine Unterstützung durch Lehrbögen erhält, während nach dessen völliger Fertigstellung die Einwölbung der Kappen, von den Kämpfern aus gleichzeitig, aus freier Hand mit etwas Busen erfolgt. Damit die Steine nicht herab rutschen, bevor der Mörtel abgebunden hat, bediente man sich schon im Mittelalter, — vergl. unter Bau der Kuppeln — der durch ein Gewicht angespannten Schnüre.

Bei dem Einwölben aus freier Hand ist sehr darauf zu achten, wie schon bei den Kreuzgewölben bemerkt, dass man immer Gleichgewicht in den fertigen Kappen erhält, weil es sonst leicht vorkommen kann, dass der Seitenschub einer Kappe die Rippe umwirft. Man muss also das Einwölben nach dem Ausrüsten möglichst gleichzeitig und auf allen Seiten gleichmässig mit mehreren Maurern beginnen. Wenn es irgend angeht, sind die Lehrbögen unter den Rippen bis zur Fertigstellung des ganzen Gewölbes, — wenn auch „gelüftet“ —, stehen zu lassen.

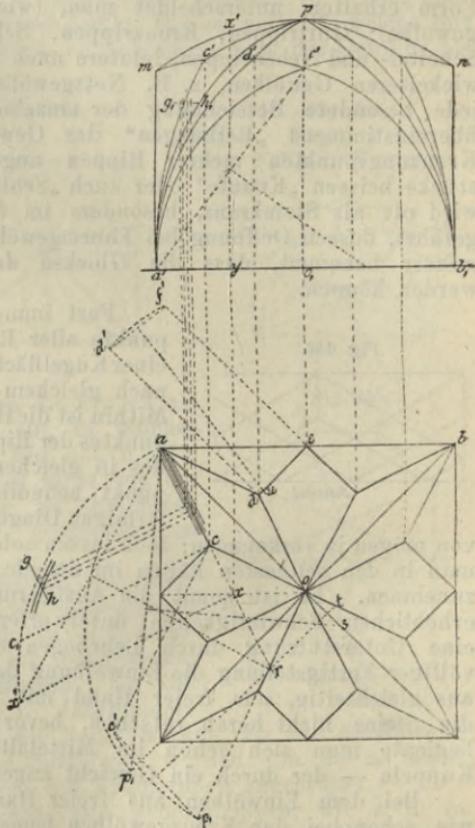
Wohl das einfachste Verfahren zur Austragung eines Sterngewölbes ist das folgende, Fig. 457a und b: Sobald die Scheitellinien des Gewölbes im Durchschnitt gegeben sind, kennt man die Scheitelhöhen sämtlicher Spitzbögen; man braucht deshalb nur

die Form der Scheitellinie beliebig anzunehmen und kann dann sämtliche Rippen konstruieren. Oder man nimmt, umgekehrt, die Form des Spitzbogens der Diagonalrippe und des Gurtbogens beliebig an und bestimmt dadurch die Form der Scheitellinie und somit die Scheitel der übrigen Rippen. Gewöhnlich legt man den geometrischen Ort der Mittelpunkte sämtlicher Rippen in die Kämpferebene und lässt die Form des Scheitelbogens und der Gurtbögen, also $a'f'b'$ und mpn , gegeben sein, woraus sich die Diagonalrippe aop' im Grundriss darstellen lässt, indem $op' = o'p$ senkrecht in o aufgetragen, ap' halbiert; im Halbierungspunkte wird das Loth errichtet, welches in s , dem Mittelpunkt des

Diagonalbogens, die Verlängerung von ao schneidet. Die Verlängerung von ac trifft die Scheitellinie in x . Die Höhe dieses Punktes wird im Schnitt $= yx'$ gefunden und in $x = xx'$ aufgetragen, x' mit a verbunden, diese Linie wieder halbiert und im Halbierungspunkte die Senkrechte bis zum Punkte r in der Verlängerung von ax errichtet, welcher der Mittelpunkt des Bogens ax' wird. ac' ist als Theil desselben durch Ziehung der Lothrechten in c zu finden und in dem Schnitt zu vergattern. Da man alsdann die Höhen sämtlicher Schnittpunkte kennt, kann man Form und Lage der übrigen Rippen, genau wie vor, auf leichte Weise bestimmen. Bei rechteckig gestrecktem Grundriss wird dasselbe Verfahren, nur öfter, zu wiederholen sein. Um das Rippenprofil im Durchschnitt zu zeichnen, ist zunächst in die geometrische Ansicht und den Grundriss die Rippe vollständig einzutragen; darauf sind

Schnitte, z. B. gh und $g'h'$ in gleicher Höhe durchzulegen und die Schnittpunkte aus gh in den Grundriss und in den Durchschnitt $g'h'$ zu projizieren¹⁾. Dieses Verfahren bietet nach dem Gesagten allerdings den Vortheil, dass alle Rippen senkrecht aus der Kämpferebene aufsteigen, hat aber den schwerwiegenden Fehler, dass sämtliche Rippen mit verschiedenen Halbmessern geschlagen sind, was die Ausführung wesentlich erschwert, und den weiteren, dass die Rippen in ganz verschiedener und unschöner Weise aus dem

Fig. 457 a u. b.



¹⁾ Siehe darüber Ringleb, Lehrbuch des Steinschnittes.

Kämpfer herauswachsen, dass also in bestimmter Höhe die mit kleinerem Halbmesser gezeichnete Rippe viel weiter in den Innenraum hineinragen wird, als die mit grossem Halbmesser hergestellte.

Ungewitter giebt¹⁾ folgende Konstruktion für Sterngewölbe an, wobei sämtliche Rippen mit demselben Radius geschlagen werden und alle Schnittpunkte derselben in einer Kugelfläche liegen: Es sei, Fig. 458, der vierte Theil eines Sterngewölbes und der über aC geschlagene Viertelkreis der halbe Diagonalbogen. Man trage die Entfernung des Punktes b von der Mitte C auf der Grundlinie des Diagonalbogens nach b' , errichte in b' eine Senkrechte, so ist die Höhe $b'b''$ die des Punktes b . Ziehe ferner in b oder dem entsprechenden Punkte d eine Normale, gleich der Länge $b'b''$ bis d' , mache dann mit der Länge aC aus a und d' den Kreuzschnitt x , so ist das der Mittelpunkt des Bogens $a d'$. Ebenso findet man in x' den Mittelpunkt des Bogens dC , wenn man $a d$ um dC bis C' verlängert,

Fig. 459 a u. b.

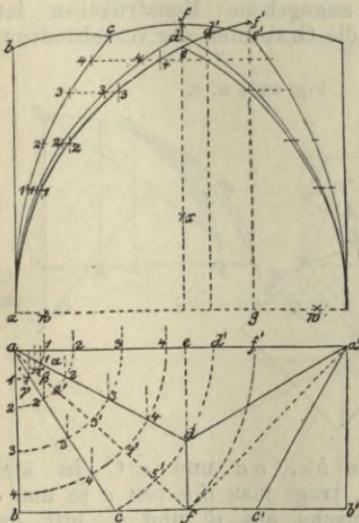
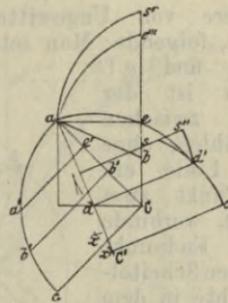


Fig. 458.



hier ein Loth $= Cc$ bis c' errichtet und dann aus $d'u.c'$ mit Cc Kreisbögen schlägt. Die Höhe des Schildbogens ermittelt man durch Abtragen der Länge Ce auf Ca bis e' und Errichten einer Senkrechten $e'a''$, welche die

Höhe ee''' des Schildbogens ergibt usw.

Soll die Scheitelrippe dC sich bis zum Scheitel des Schildbogens fortsetzen, so wird sie — immer auf dieselbe Weise konstruirt — die Gestalt von $s d'$ erhalten. Da der Schildbogen ein sehr gedrücktes Verhältniss bekommen hat, kann

man denselben auch mit der halben Diagonale als Halbmesser aus einem in der Kämpferlinie liegenden Mittelpunkt konstruiren, wonach die Scheitelrippe die Form $s'' d'$ zeigt.

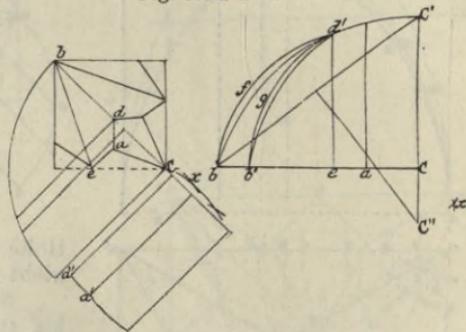
Diese Konstruktion führt zu dem Uebelstande, dass der Mittelpunkt einzelner Rippen unterhalb der Kämpferebene liegt und dieselben deshalb schräg aus dem Widerlager aufsteigen. Derselbe ist durch die Konstruktion vermieden, welche, der vorigen sonst sehr ähnlich, Gottgetreu in seinen „Mauerkonstruktionen“ angiebt. Es sei bei einem quadratischen Raume die Scheitelhöhe des Gewölbes gegeben, wonach der Kreuzbogen ein Halbkreis, oder, wie im vorliegenden Beispiel, ein Spitzbogen sein mag, Fig. 459 a u. b. Beim oblongen Raum wird dieselbe Konstruktion angewendet werden können, nur dass hierbei die Rippen, und sonach auch die Scheitelbögen verschiedene Längen erhalten.

¹⁾ Ungewitter, Lehrbuch der gothischen Konstruktionen.

Man konstruiere mit der vorgeschriebenen Scheitelhöhe $f'g$ aus dem angenommenen Mittelpunkte w im Durchschnitt und Grundriss die, allerdings hier nicht vorhandene, Diagonalrippe, deren Punkte $1' 2' 3'$ usw. gleich hoch mit denen der Rippen ac und ad liegen müssen. Denkt man sich also af nach $a'f'$ herumgeschlagen und die einzelnen Punkte nach der Diagonalrippe im Durchschnitt heraufgelothet, so findet man dort die einzelnen Punkte der Rippen als Durchschnittspunkte der Wagrechten durch 1, 2, 3, 4 mit den Senkrechten der entsprechenden Punkte der Rippen ac und ad . Die Scheitelrippe ist durch die Höhenlage der Punkte c, f und e' bestimmt, wird aber besser als gebrochener Bogen für cf und $f'e'$ aus zwei Mittelpunkten mit dem Halbmesser des Kreuzbogens geschlagen, so dass sämtliche Rippen den gleichen Radius haben. Der Busen einer Kappe muss stets für die grösste Spannweite derselben zuerst festgesetzt werden; in bc des Querschnitts ist das geschehen. Das Verhältniss der angenommenen Busenhöhe zu den verschiedenen Spannweiten der einzelnen Gewölbefelder-Schichten muss stets das gleiche bleiben.

Eine weitere von Ungewitter angegebene Konstruktion ist, Fig. 460 a und b, folgende: Man setze die Gratlinien der verschiedenen Bögen be, ea und aC aneinander (es ist der weiteste Weg zwischen b und C zu wählen, ohne dass in der Linie ein gleich hoher Punkt zweimal vorkommt!), verbinde b mit C' , dem Endpunkt der angenommenen Scheitelhöhe, und errichte in dem Halbirungspunkte dieser Linie eine Senkrechte, welche die Senkrechte auf $C'C$ im Punkte C'' , dem Mittelpunkte des „Prinzipalbogens“ schneidet, der alle einzelnen

Fig. 460 a u. b.



Bogentheile be, ea und aC in sich fasst. Um den Bogen db zu finden, trage man db von e (e und d liegen gleich hoch) nach b' und mache aus d' und b' mit der Länge $C'C''$ einen Kreuzschnitt x , aus welchem der gesuchte Bogen zu schlagen ist. Die Bögen der Rippen werden nach diesem Verfahren etwas flacher, als nach dem in Fig. 458 ermittelten, wie der Vergleich des Bogens $b'd'$ und $b'g'd'$ mit dem angefügten $b'f'd'$ und $b'g'd'$ zeigt. Die Gestalt des Stirnbogens kann ganz unabhängig von der des Gewölbes bestimmt werden, in ähnlicher Weise wie das früher geschehen.¹⁾ Diese Konstruktion kann aber manchmal ein in statischer Hinsicht sehr mangelhaftes Ergebniss liefern.

Schon seit Ende des 13. Jahrhunderts wird in der englischen Gothik häufig jeder Bogen aus zwei Stücken zusammengesetzt, die mit verschiedenen Halbmessern geschlagen sind und zwar so, dass alle unteren Theile der Bögen denselben Halbmesser haben. Darauf fussen die nachstehenden Konstruktionen von Sterngewölben, welche Gottgetreu gleichfalls in seinen „Mauerkonstruktionen“ giebt und die den Vortheil haben, dass die Rippen gleichmässig und rechtwinklig aus

¹⁾ Weiteres siehe in Ungewitter a. a. O.

den Kämpfern herauswachsen; Gottgetreu nennt das — nicht ganz richtig — „Stelzen“ der Bögen. Es seien z. B. bei einem quadratischen Raume die Stirnbögen gegeben. Diese Stirnbögen sind in Fig. 461 a u. b aus den Mittelpunkten w geschlagen; man nimmt die Stelze ay aus dem Mittelpunkte x an, welcher Punkt natürlich immer in der Kämpferlinie liegen muss, schliesslich auf der Verlängerung von xy den Mittelpunkt v für die (nicht vorhandene) Diagonalrippe af bzw. $ayc'f'$, durch welche die Rippen ac wie bei Fig. 459 gefunden werden.

Bei einem rechteckig gestreckten Grundriss kann man den Spitzbogen über der kleineren Seite und die Scheitelhöhe des Gewölbes als gegeben betrachten. Damit alle Bogenlinien normal aus ihrem Widerlager aufsteigen, ist in Fig. 462 a wieder eine Stelze $x'o$ mit dem Mittelpunkt y angenommen, welche bei allen Rippen eine und dieselbe sein soll. Gibt man der Wandrippe xe im Grundriss,

Fig. 461 a u. b.

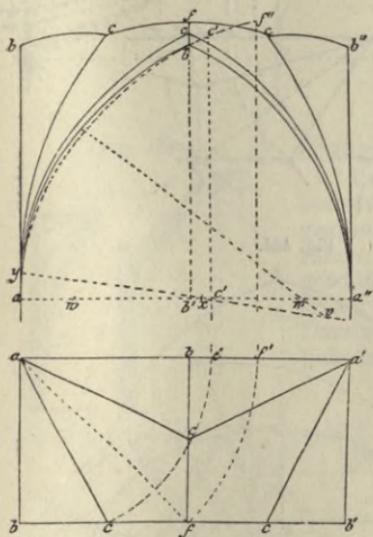


Fig. 462 a u. b.

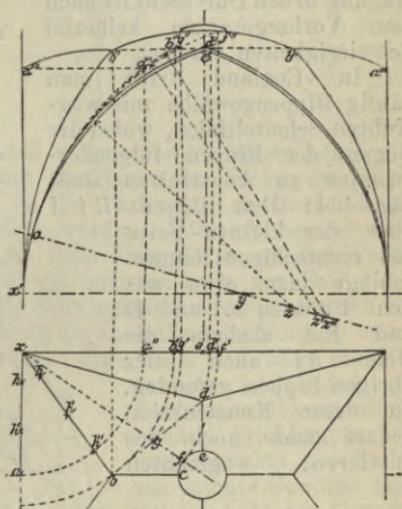


Fig. 462b, den gewünschten Bogen oe' mit der Stelze $x'o$, diese aus y , jenen aus dem Mittelpunkt z geschlagen, so muss man für die Hauptrippen einen Bogen wählen, in welchem Punkt b und d gleich hoch und höher als e' liegen. Dies geschieht wieder mittels jener Diagonalrippe xf , mit der Stelze $x'o$ aus Punkt z' gezogen, deren Punkt g im Grundriss gleich hoch mit b und d liegt, so dass also im Durchschnitt g'' die Höhe für die beiden Rippen xb und xd , bzw. die Punkte b'' und d'' , f' für die Scheitelbögen des Gewölbes und den Schlusskranz ist. Die Bögen sind durch Projektion leicht in den Durchschnitt einzutragen; um aber deren Form genau zu bestimmen, schlägt man z. B. xb nach xb' herum, projiziert den Punkt nach dem Durchschnitt hinauf, wo seine Höhenlage b''' genau bestimmt ist und sucht einen Mittelpunkt auf der Verlängerung der Linie oy , also z'' , dessen Bogen in o mit der Stelze $x'o$ keinen Knick bildet; alles Weitere ist leicht zu finden.

Die oben gezeigte Konstruktion hatte für alle Bögen gleich hohe Stelzen, aber ungleiche Halbmesser, deren Mittelpunkte sämtlich auf einer geraden Linie liegen, zur Voraussetzung. Viel einfacher wird die Konstruktion, wenn alle Halbmesser der Rippen gleich, aber die Stelzen ungleich hoch, wenn auch mit einem und demselben Halbmesser geschlagen sind. Gewöhnlich nimmt man hierfür, Fig. 463 a und b, $a'y = \frac{a'b}{2}$ und zugleich $\frac{a'b}{2}$ als Halbmesser

eines Kreisbogens, auf welchem sämtliche Mittelpunkte der Rippen c, e, g, f, d zu liegen kommen. Es sind hier alle Rippen in ihrer natürlichen Gestalt ermittelt, deren Eintragung in den Durchschnitt nach dem Vorhergesagten keinerlei Schwierigkeiten bereitet.

In England trifft man häufig Rippengewölbe mit wagrechten Scheitellinien, wobei die Bögen der Rippen folgendermaßen zu konstruieren sind, Fig. 464: Den Bogen BiA über der kleinen Seite des rechteckigen Raumes schlägt man etwa aus den Punkten A und B und hat alsdann die Höhe hi auch aller übrigen Rippen gefunden. Zu deren Konstruktion bedarf man noch des mittleren, wagrechten

Fig. 463 a u. b.

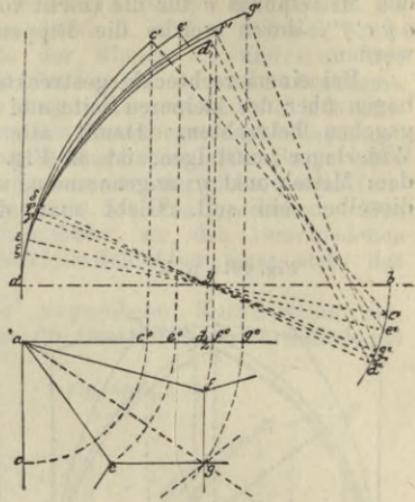
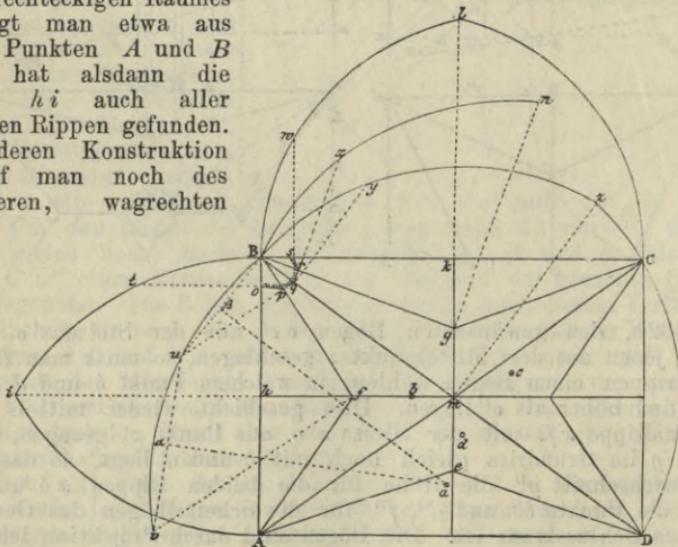


Fig. 464.



Querschnitts des Gewölbes, weil in demselben alle Rippen gleiche Höhe haben müssen. Zu dem Zwecke halbiere man den Bogen Bi in t , falle von t eine Lothrechte to auf BA und nehme die Fig. $opqrs$ als Form des mittleren Querschnittes beliebig an; dieselbe könnte auch ein einfaches Rechteck sein. Um nun beispielsweise den Bogen

über Bf zu finden, zieht man pu senkrecht in p und macht $pu = ot$. u ist der dritte Punkt des Bogens, dessen Mittelpunkt wir im Schnittpunkt a der Senkrechten aa und βa ermitteln usw. Ein Uebelstand dieser Konstruktionsweise ist der, dass die Rippen nicht rechtwinklig aus den Kämpfern aufsteigen, weil die Mittelpunkte unterhalb der Kämpferlinie liegen und dass die Radien verschieden sind. Man könnte dies Gewölbe auch nach dem ersten Ungewitter'schen, oder dem

Fig. 465 a, b, c.

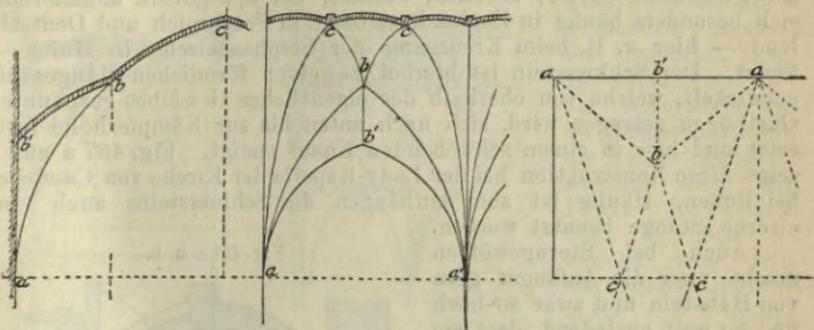
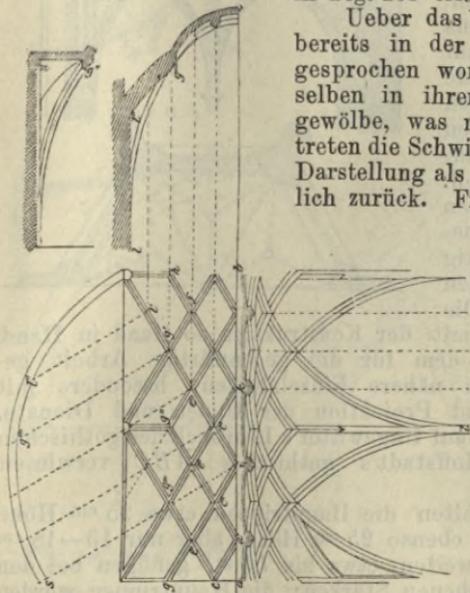


Fig. 466 a—d.



in Fig. 463 erläuterten Verfahren konstruieren.

Ueber das Wesen der Netzgewölbe ist bereits in der Einleitung zu diesem Kapitel gesprochen worden. Beschränken sich dieselben in ihrer Hauptform auf das Tonnengewölbe, was meistens der Fall ist, so treten die Schwierigkeiten sowohl inbetreff ihrer Darstellung als auch ihrer Ausführung wesentlich zurück. Fig. 465 a, b, c zeigt ein Netzgewölbe nach spitzbogiger Tonnengewölbforn mit eben solchen Stiekkappen.

Die Schnittpunkte der Reihen solcher Gewölbe lassen sich, sobald der Grundriss und Querschnitt bestimmt sind, im Längenschnitt mit Leichtigkeit finden, auch die Bögen der Rippen durch Vergatterung in einfacher Weise darstellen. Die Kappen werden nach Fertigstellung der Rippen mit leichtem Busen freihändig eingewölbt.

Besonders ausgesprochen ist der Charakter des Netzgewölbes in der in Fig. 466 a bis d dargestellten Anlage, welche wir z. B. im Chor des Münsters zu Freiburg i. Br. und in der katholischen Kirche zu Marburg finden. ab ist die Scheitellinie, in welcher die Punkte $a'ik$ gleich hoch liegen, wie das auch mit den übrigen Punkten c, c' und c'' , e, e' und e'' , g, g', g'' , g''' usw. der Fall ist. Man hat also nur über einer schrägen Rippe, z. B. $i c' e' g' l'$, einen Kreisbogen zu

schlagen, in dem *s* den Scheitel des Gewölbes bezeichnet; dann ist die Höhenlage aller Punkte gefunden. Die Linie wird eine Ellipse mit senkrecht stehender grosser Axe. Durch Vergatterung sind alle Rippen in dem Längen- und Querschnitt festzulegen. Soll das Gewölbe halbkreisförmig sein, so ist der erzeugende Bogen als Ellipse anzunehmen. Die Stiehkappen können, nach Fig. 466 b und a, entweder Stich bekommen, oder ohne Stich mit wagrechtem Scheitel ausgeführt werden.

Noch sei eine eigenthümliche Art von Sterngewölben, das sogen. hängende Gewölbe, erwähnt, welches, der Spätgothik angehörend, sich besonders häufig in England, seltener in Frankreich und Deutschland — hier z. B. beim Kreuzgang der Stephanskirche in Mainz — findet. Der Schlussstein ist hierbei zu einer förmlichen Hängesäule entwickelt, welche von oberhalb des eigentlichen Gewölbes gespannten Gurtbögen getragen wird, sich nach unten bis zur Kämpferhöhe fortsetzt und hier in einem schwebenden Knauf endigt. Fig. 467 a und b zeigt diese Konstruktion bei der Lady-Kapelle der Kirche von Caudebec bei Rouen. Häufig ist zum Aufhängen des Schlusssteins auch eine eiserne Stange benutzt worden.

Auch bei Sterngewölben macht man die Anfänger gern von Haustein und zwar so hoch und so weit ausladend, dass sie die einzelnen Rippensteine voll, ohne diese verhauen zu müssen, aufnehmen können. Meistens setzen sich die Rippen auf Viertel-, Halb- oder frei stehende Säulen oder Pfeiler auf; auch Kragsteine und Konsolen finden Anwendung, wenn der Innenraum nicht beengt werden soll.

Die den Pfeilern und Säulen zur Aufnahme der Gewölberippen vorgelegten, rippenartig gegliederten Dreiviertelsäulen nennt man „Dienste“.

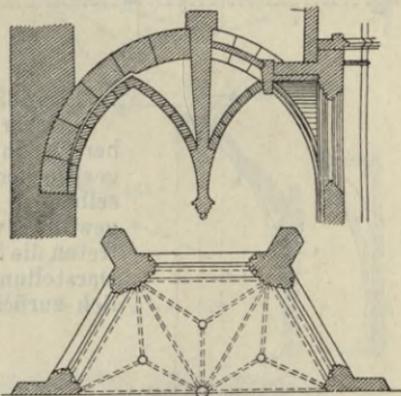
Die gotische Architektur geht mit der Konstruktion so Hand in Hand, dass es unmöglich ist, in dem für die gegenwärtige Arbeit gezogenen, engen Rahmen in nähere Einzelheiten, besonders mit Bezug auf Verschneidung und Projektion der Rippen und Dienste, einzugehen. Es muss hierfür auf Ungewitter's Lehrbuch der gotischen Konstruktionen und auf Hoffstadt's gotisches ABC verwiesen werden. —

Bei 5 m Spannweite erhalten die Hauptrippen etwa 25 cm Höhe und Breite, die Nebenrippen ebenso 25 cm Höhe, aber nur 13—18 cm Breite. Bei grösseren Spannweiten, etwa bis 7,5 m, genügen bei den Nebenrippen die oben angegebenen Stärken; die Hauptrippen werden jedoch etwa 28 cm stark und hoch. Die Stärke der Widerlager wechselt zwischen $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{4}$ der Spannweite.

1. Fächer- oder Trichter-Gewölbe (normännisches oder angelsächsisches Gewölbe).

Im Laufe des 15. Jahrhunderts tritt in England das genannte Gewölbe als Nachahmung der bis dahin beliebten, eigenthümlichen

Fig. 467 a u. b.



Holzdecken auf. Seine Laibung besteht wesentlich aus einer Umdrehungsfläche, die durch Drehung eines Kreisbogens um eine senkrechte Axe entstanden ist. Derselbe kann auch durch einen halben Spitz- oder Tudor-Bogen, einen Theil einer Ellipse oder eines Korbogens ersetzt werden. Der im Scheitel entstehende Spiegel wird bei quadratischem Grundriss durch einen Kranz eingefasst und mit einem flachen Gewölbe auf Schwalbenschwanz oder einer Kugelkalotte geschlossen.

Ist z. B. $ab'b'd$ der vierte Theil des zu überwölbenden Raumes im Grundriss, Fig. 468 a und b, so wird der Wandbogen ab' im Durchschnitt um die Axe aa' gedreht, wodurch sich der Punkt b' im Scheitel über c' nach b'' bewegt und sich das Trichtergewölbe $a, b' c', c, b''$ bildet. Zerlegt man diesen

Fig. 468 a u. b.

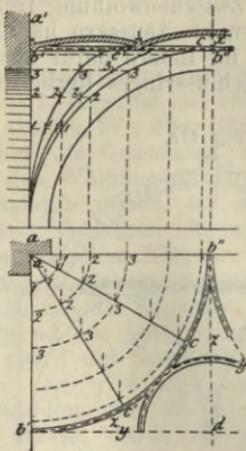


Fig. 469 a u. b.

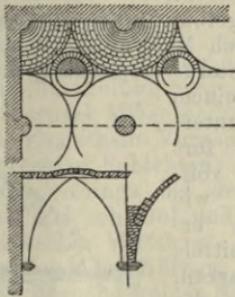


Fig. 470 a u. b.

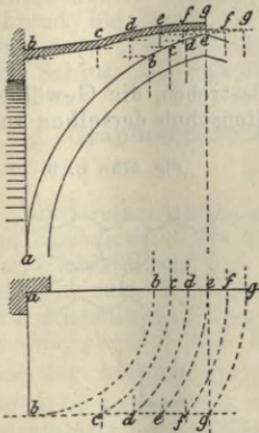
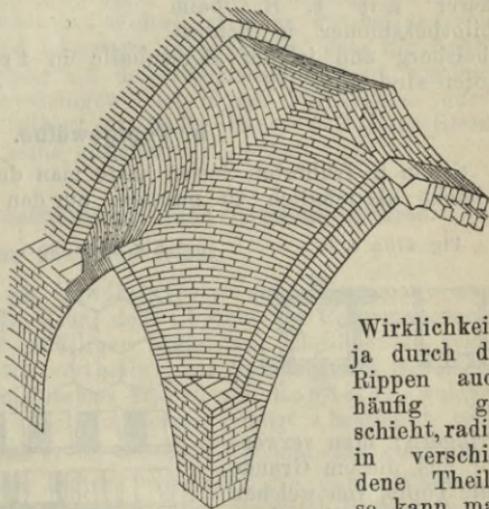


Fig. 471.

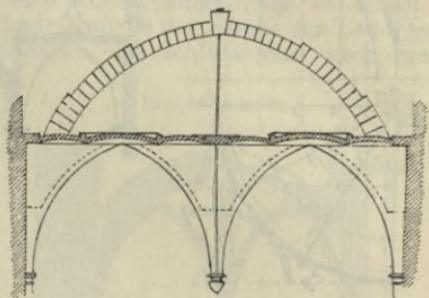


Wirklichkeit ja durch die Rippen auch häufig geschieht, radial in verschiedene Theile, so kann man die einzelnen

Punkte der Halbmesser 1, 2, 3, c mit Leichtigkeit in den Durchschnitt projizieren. Sind also die 4 Ecken des quadratischen Raumes mit diesen Trichtern überdeckt, so erhalten diese durch den Steinkranz y ihre Verspannung, während die 4 Zwickel z und die Rundung d flach eingewölbt werden, Fig. 469 a und b. Dasselbe ist der Fall, wenn ein grösserer Raum durch Säulen getheilt ist. Ueber letzteren wird dann ein vollständiger Trichter auszuführen sein, wie in Fig. 469 a angedeutet. Bei rechteckig gestreckter Grundrissform lässt man die

in den Ecken entstehenden trichterförmigen Gewölbe sich so weit fortsetzen, bis sich die einzelnen Schichten gegenseitig durchdringen. Die dabei entstehende Scheitellinie ist nicht geradlinig, sondern wellenförmig gekrümmt, Fig. 470 a und b und Fig. 471. Die Widerlagsstärke wird zu $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$ der Spannung angenommen. Nach Art der Sterngewölbe werden bei den Fächergewölben alle jene radialen Theilungslinien mittels geformter Rippensteine und die dazwischen liegenden Felder selbständig mit sehr geringem Busen und unbedeutender Wandstärke ausgeführt. Diese Rippen sind, wie gewöhnlich, durch Lehrbögen zu unterstützen, während die Zwischenwölbung freihändig erfolgt. Bei Ziegelbau fallen die Rippen im Aeussern häufig fort und werden nur durch Malerei angedeutet, im Innern dafür aber vorgestreckt, um eine festere Verspannung des Schlussringes herbeizuführen. Lässt man bei einem grösseren Raume die unterstützenden Mittelsäulen fort und hängt dafür die vollständigen Trichter — wie bei den Sterngewölben erwähnt worden ist — mittels eiserner Zugstangen an starken, steinernen Bögen auf — die allenfalls auch durch eiserne Träger zu ersetzen wären — so erhält man die hängenden Trichtergewölbe, wie sie in neuerer Zeit z. B. beim Bibliothekzimmer in Schloss Babelsberg und in der Börsenhalle in Frankfurt a. M. ausgeführt worden sind, Fig. 472.

Fig. 472.



b. Topfgewölbe.

Schon in frühesten Zeiten hatte man das Bestreben, die Gewölbe so leicht als möglich zu machen, um den Seitenschub derselben zu

Fig. 473 a u. b.

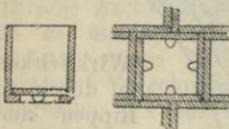


Fig. 474 a, b, c.

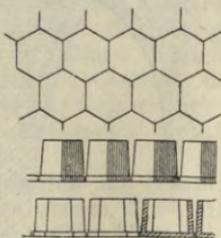
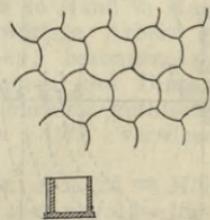


Fig. 475 a u. b.



verringern; man verwendete aus diesem Grunde hohle Töpfe, von welchen derartige Gewölbe ihren Namen erhalten haben. Heute gebraucht man auch Hohlkörper, welche aber mit jenen Töpfen keinerlei Aehnlichkeit mehr haben. So wurden, nach Gottgetreu, beim Bau der neuen Pinakothek in München hohle Zellen, Fig. 473 a und b, aus je 5 Plättchen von gebranntem Thon zusammengesetzt, von denen 4 nach Art der Dachsteine mit Nasen versehen waren, auf welchen die fünfte Platte ihr Auflager fand — jedenfalls eine etwas kostspielige Ausführung. Beim Bau des neuen Museums in Berlin verwendete man 6seitige Hohlkörper nach Fig. 474 a, b, c. Kreuz-, Stern- und Klostergewölbe lassen sich

mit derartigen Töpfen jedoch nur dann einwölben, wenn die Kehlen, Grate und Schlusssteine aus besonders geformten Steinen hergestellt werden, wie das z. B. bei dem Durchgang in der Passage U. d. Linden in Berlin geschehen ist. Hier ist die Form der Töpfe durch Durchdringung von Kreisen nach Fig. 475 a und b entstanden. Die Ausführung muss sehr sorgfältig erfolgen, weil jeder Fehler (jede nur etwas schiefe Stellung eines Topfes) sich weiter hin fortpflanzt und vergrössert. Gleichartig sind auch die böhmischen Kappen in den Hallen der Gebäude am Halle'schen Thore in Berlin eingewölbt.

c. Gussgewölbe.

Gussgewölbe, wie sie schon die Römer ausführten, müssen auf einem Lehrgerüst mit völliger Einschalung hergestellt werden, wobei das im Abschn. IV c über Gussmauerwerk Mitgetheilte gilt. Während jedoch früher die Gussmasse nach römischem Vorgange, und im Gegensatz zu den Wölbungen, in wagrechten Schichten aufgebracht und festgestampft wurde, ist man neuerdings bei den Festungsbauten von diesem Verfahren abgewichen und schüttet und stampft den Beton in konzentrischen Ringen. Bei beiden Verfahren wird das Gewölbe ein einziger, starrer, zusammenhängender Körper; doch würde man fehlgehen mit der Annahme, dass derselbe keinen Seitenschub übe. Schon während der Ausführung, so lange der Mörtel nicht völlig erhärtet ist, wird der Seitenschub trotz des Lehrgerüsts ein ziemlich grosser sein. Er wird aber auch nach der völligen Erhärtung nicht ganz schwinden und um so mehr hervortreten, wenn durch das Trocknen der Masse, durch das Setzen usw. Risse in der Wölbung entstehen sollten. Man hat also Gewölb- und Widerlagsstärken wie bei anderen Wölbungen zu berechnen und besonders zu beachten, dass die Lehrgerüste nicht vor dem Erhärten der Gussmasse entfernt werden, während bei Ziegel- und Hausteingewölben dieses Fortnehmen oder wenigstens „Lüften“ schon früher stattfinden kann, weil jeder Stein nach Schluss des Gewölbes seine gesicherte Lage hat.

d. Graphostatische Bestimmung eines Tonnengewölbes.

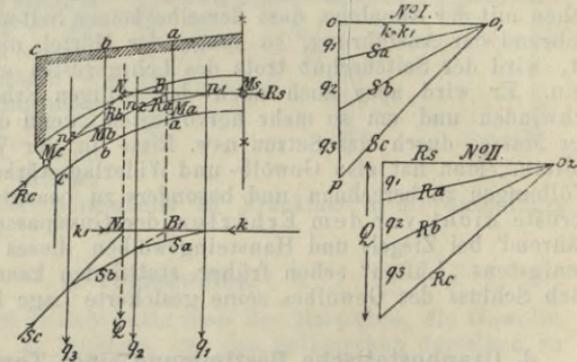
α. Des Gewölbes selbst.

Die Gesamtbelastung des Gewölbes setzt sich zusammen: aus dem Eigengewicht der Konstruktion, dem Gewicht der Uebermauerung oder Hinterfüllung und der zufälligen Belastung; dieselbe sei symmetrisch zum Gewölbescheitel vertheilt. Die Stärke dieses Scheitels wird zunächst nach einer empirischen Formel von Rondelet, welche für die gewöhnlichen Fälle des Hochbaues genügt, bestimmt und zwar für kreisförmige Gewölbe: $d = 0,346 \sqrt{r}$ und für gedrückte Bögen: $d = 0,412 \sqrt{r}$. Diese Stärke wird für die ganze Wölbung gleichmässig durchgeführt. Es ist nothwendig, die durch Hinterfüllung und bewegliches Gewicht bewirkte Belastung des Gewölbes auf eine gleich schwere Belastung durch ein Material zurück zu führen, dessen spezifisches Gewicht dem des Wölbmaterials gleich ist. Dies geschieht, indem man die zwischen dem Gewölbrücken und der oberen Begrenzung der Ueberschüttung zu ziehenden Ordinaten um so viel verkleinert (oder vergrössert), dass das Verhältniss der ursprünglichen und veränderten „Lasthöhe“ dem umgekehrten Verhältniss der beiden spezifischen Gewichte gleich ist. Die Verbindungslinie der erhaltenen oberen Endpunkte der Ordinaten nennt man die „reduzirte Belastungslinie“.

Auf jeden Gewölbstein wirken 3 Kräfte: sein Gewicht bezw. das seiner Belastung und die Drücke, welche er von beiden Seiten erleidet. Wenn also in dem Gewölbe keine Bewegung stattfinden soll, so müssen für einen jeden Stein diese 3 Kräfte im Gleichgewicht sein. Da der Verlauf der Mitteldrucklinie lediglich durch die Aufeinanderfolge der Schwerlinien, weniger durch die Richtung der Gewölbefugen bedingt ist, kann man, der Einfachheit halber, statt der radialen Abschnitte (Gewölbsteine) senkrechte Streifen (Lamellen) annehmen. Jene 3 Kräfte greifen in den Schwerpunkten der Steine, bezw. Lamellen an. Der Horizontaldruck — Gewölbeschub genannt — ist überall im Bogen derselbe, der Vertikaldruck aber im höchsten Punkte = 0 und wächst vom Scheitel bis zum Widerlager, so dass er für jeden Punkt des Bogens = dem Gewichte desselben, einschliesslich seiner Belastung, vom Scheitel bis zu diesem Punkte ist. Daher ist er am Widerlager = dem Gewichte des Bogens + der reduzierten Belastung vom Scheitel bis zum Widerlager.

Um nun zu ermitteln, ob die Kräfte im Bogen sich im Gleichgewichte befinden oder nicht, muss man die Drucklinie bestimmen. Da die Gewölbe zumeist symmetrisch sind, hat man das nur für die eine Hälfte derselben vom Scheitel bis zum Widerlager auszuführen. Zu dem Zwecke zerlegt man dieselbe, Fig. 476, durch senkrechte Schnitte in Lamellen von geringer Breite, bringt in den Schwerpunkten derselben die Gewichte q_1, q_2 usw. an und zeichnet einen Kräfte-

Fig. 476.



maassstab, in welchem beispielsweise 1 cm 100 oder 1000 kg darstellt. Hiernach werden die Längen von q_1, q_2 usw. ein gewisses Gewicht bezeichnen. Durch Aneinanderreihung der Kräfte q_1, q_2 und q_3 wird die Kräftelinie $op = Q$ konstruiert und durch sie eine Wagrechte gezogen, deren Länge oo_1 den noch nicht bekannten und deshalb beliebig angenommenen Horizontalschub k darstellt, welchem eine gleich grosse Kraft k^1 zur Hervorbringung des Gleichgewichts entgegen wirken muss. Ziehen wir die Resultanten Sa, Sb, Sc aus dem Horizontalschub nach den Endpunkten der Vertikal-Kräfte, so wird schliesslich $Sc = o_1p$ die Resultante aus jenem und sämtlichen Kräften sein. Da nun die Richtungen der auf einander folgenden Strahlen den Richtungen der auf einander folgenden Seiten der Drucklinie entsprechen und den Druck darstellen, den jeder Stein auf den folgenden ausübt, so ist in der Drucklinie die Richtung einer jeden Seite auch die Richtung der Resultante aus allen dieser Seite vorausgegangenen Kräften.

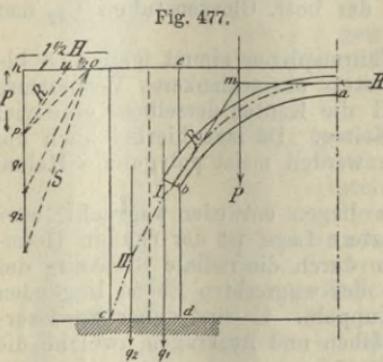
Den Anfangspunkt der Drucklinie Ms im Scheitel kann man beliebig annehmen; meistens legt man denselben in den Halbirungspunkt der Wölbstärke. Der weitere Verlauf der Drucklinie hängt dann wesentlich von der Annahme des Horizontalschubes ab. Zeichnen

wir uns also das Seilpolygon der Deutlichkeit wegen zunächst unterhalb der Wölbung, so finden wir den Punkt N_1 als Durchschnittspunkt des Horizontalschubes R mit der Resultante S und somit auch den Punkt N auf R s in der darüber liegenden Wölbung, durch welchen die Schwerlinie der ganzen Wölbung gehen muss (Q). Hätte man die Einzeichnung in die Wölbung selbst ausgeführt, so würde die Drucklinie jedenfalls ober- oder unterhalb aus dem Gewölbe heraus getreten sein, weil der Horizontalschub dem entsprechend zu gross oder zu klein angenommen war. Um ihn nun annähernd richtig zu bekommen und darnach eine Drucklinie zu konstruieren, welche keiner der beiden Laibungen zu nahe kommt, wird man als einen zweiten Punkt, gewöhnlich den Mittelpunkt der Kämpferfuge Mc , annehmen, Rc durch Mc und N ziehen und die Richtung von Rc , statt Sc , zur Zeichnung eines neuen Kräfteplans benutzen, in welchem aus Q und Rc die Grösse des Horizontalschubes für die durch die Punkte Ms und Mc einzig mögliche Drucklinie gefunden ist. Wir ziehen also durch den Schnittpunkt n_1 von R s mit q_1 die Parallele zu Ra (im Kräfteplan II) und finden dadurch als Schnitt mit aa den Punkt Ma der Drucklinie usw. Sollte diese an irgend einer Stelle die Laibungen des Gewölbes überschreiten, so zeigt das an, dass dort die Bruchfuge desselben liegt und das Gewölbe zu schwach angenommen war.

Es sei noch bemerkt, dass man die Mitteldrucklinie als Seilpolygon durch Verbindung der Schnittpunkte n_1, n_2, n_3 der Drucklinien mit den Schwerlinien q_1, q_2, q_3 , die Stützzlinie als Seilpolygon durch Verbindung der Angriffspunkte Ma, Mb der Drucklinien auf die Gewölbefugen (Lamellentheilungen) erhält. Werden die Wölbchichten oder Lamellen sehr dünn, so werden Mitteldruck- und Stützzlinie fortlaufende Kurven, welche fast zusammenfallen, weshalb man sich in den meisten Fällen begnügt, die Mitteldrucklinie zu zeichnen.

β. Graphostatische Bestimmung des Widerlagers.

Die Widerlager werden durch die Resultante aus Horizontalschub und Gewicht des belasteten Gewölbes beansprucht und durch die letzte



Linie des Kräfteplans nach Richtung und Grösse dargestellt. Diese Kraft strebt einmal ein Verschieben der Horizontalschichten des Widerlagers und dann ein Umkanten desselben um die äussere Kante der Fundamentsohle an. Infolge der Festigkeit des Mörtels lässt sich das Widerlager als eine nahezu homogene Masse denken, welche gegen den Horizontalschub durch ihre Abscherfestigkeit wirkt. Zur Sicherheit gegen Umkanten muss die Bedingung erfüllt sein, dass die statischen Momente des Angriffs und des Mauerweights einander gleich sind, oder, graphisch ausgedrückt, dass die Resultante aus allen Kräften die Sohle des Widerlagers durchschneidet, nicht ausserhalb derselben fällt. Möglichst soll dieselbe im mittleren Drittel der Sohlbreite bleiben.

Gewöhnlich wird vorausgesetzt, dass erst der $1\frac{1}{2}$ –2fache Horizontalschub im Stande sein soll, ein Umkanten der Widerlags-

mauer herbei zu führen. Man hat also nur nöthig *h u* im Kräfteplan, welche Länge den Horizontalschub des Gewölbes darstellt, um die Hälfte bezw. um sich selbst zu verlängern, das Widerlager in einzelne Lamellen zu theilen, Fig. 477, und deren Gewichte und den $1\frac{1}{2}$ —2fachen Betrag des Horizontalschubes zu einem Kräfteplane zusammen zu tragen. Bei *b—I* wechselt wegen der Vergrößerung des Horizontalschubes die Linie die Richtung.¹⁾

XIV. Konstruktion der massiven Thurmspitzen (Helme).

Thurmhelme können aus Quadern oder Ziegeln, oder auch aus einem hölzernen oder eisernen Gerippe hergestellt werden. Vorzüge der massiven Thurmspitzen sind:

1. Einheit des Materials, welche immer wünschenswerth ist, hier um so mehr, als die schlanke Spitze schon nicht mehr als ein Dach angesehen werden kann; daher grössere Monumentalität und einheitlichere Wirkung des Ganzen.

2. Feuersicherheit, namentlich bei Blitzschlägen.

3. Grössere Dauerhaftigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen die Einflüsse der Witterung bei richtiger Konstruktion und gutem Material, was den Schwierigkeiten der Reparatur gegenüber besonders ins Gewicht fällt.

4. Helme aus Ziegelstein haben den besonderen Vorzug geringerer Kostspieligkeit gegenüber hölzernen und eisernen Spitzen.

Je steiler die Helme, desto widerstandsfähiger sind sie einerseits gegen Witterungseinflüsse und desto geringeren Schub üben sie andererseits auf die Mauern des obersten Thurmgeschosses, der Glockenstube, aus. Uebrigens ist diese Schubkraft wegen der geringen, für die Helmwände erforderlichen Stärke verhältnissmässig klein. Als Stärke genügt $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{9}$ der Länge einer Seite der Basis, bei nicht durchlässigen Steinen allenfalls schon 12 cm, während bei porösem Material die Wandstärke wegen der Gefahr des Durchregnens mindestens 25 cm betragen muss. So finden wir an dem undurchbrochenen Helm der Liebfrauen-Kirche in Worms eine solche von nur $\frac{1}{19}$, an dem durchbrochenen des Freiburger Münsters von $\frac{1}{15}$ der lichten Weite des Achtecks, wogegen die Mauerstärke der betr. Glockenstuben $\frac{7}{32}$ und $\frac{5}{32}$ der lichten Weite beträgt.

Als Steigungsverhältniss der Thurmspitzen nimmt man 1:3 bis 1:4 an, wobei vierseitigen Helmen stets ein schlankeres Verhältniss zu geben ist, als mehrseitigen, weil die Kanten derselben eine viel flachere Neigung erhalten, als die Seiten. Da man hierbei auch die Wandstärke etwas vergrössern muss, werden meist polygonale Helme ausgeführt.

Die Fugen bei massiven Helmen liegen entweder wagrecht oder winkelrecht zur Steigungslinie. Letztere Lage ist der runden Helmform besonders angemessen, insofern durch die radiale Richtung der Stossfugen jede Schicht zu einem in der wagrechten Ebene liegenden Gewölbering wird, ähnlich wie bei Kuppeln. Es sind daher gewissermassen die Gegensätze zwischen Wölben und Auskragen, welche die beiden Konstruktionen charakterisiren.

Die Höhe der einzelnen Schichten in Werkstein-Helmen wird nach dem gewöhnlichen Maasse der Werkstücke eingerichtet. Die in einer Schicht liegende Zahl nimmt der Verjüngung entsprechend nach

¹⁾ Ueber Konstruktion von Drucklinien in Kreuz- und Sterngewölben s. Zeitsch. d. Arch. u. Ing.-Vereins zu Hannover. 1889, Heft 2; über solche in Kuppelgewölben, Gottgetreu, Stein-Konstruktionen.

oben hin ab, bis die inneren Wandfluchten* in einem Punkte nahe zusammen treffen, von wo an die Spitze voll und etwa 60 cm stark wird. Die Lagerfugen der Werksteinschichten sind nach Fig. 478

Fig. 478.

Fig. 479.

Fig. 480 a, b, c.

Fig. 483.

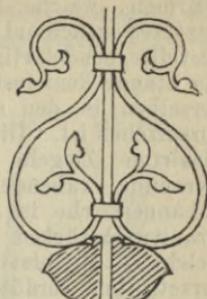
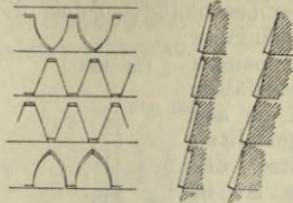
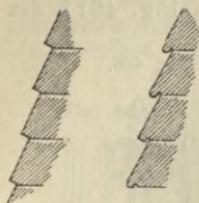
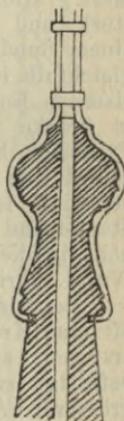
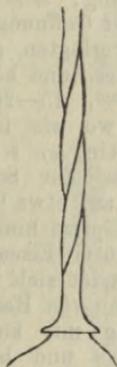
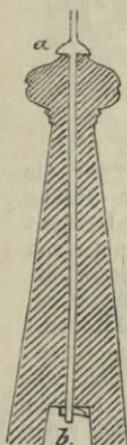
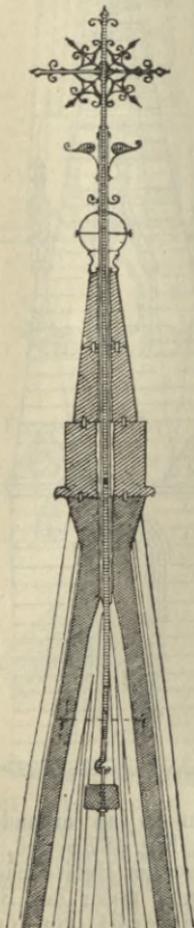


Fig. 481 b.

Fig. 481 a.

Fig. 482.

Fig. 484.



und 479 gewöhnlich wagrecht gerichtet; wobei man die spitzen Winkel an den Kanten zu vermeiden hat. Besonders französische Thurmspitzen finden wir nach Fig. 480 a, b, c häufig mit Schuppenwerk verziert.

Zur Bekrönung dient ein Knauf entweder aus Werkstein oder aus Blei oder Kupfer getrieben; durch ihn und die ganze Helmspitze geht eine eiserne Stange, welche bei a, Fig. 481, durch Verbreiterung aufsitzt und bei b durch eiserne Keile oder eine Mutter gehalten wird. Die Hülse bei a muss — mittels Stauchung des Eisens — sehr sorgfältig gearbeitet sein, damit die im Knauf hier befindliche Oeffnung vor Eindringen von Schnee und Regen gesichert wird. Diese Stange trägt oben das Kreuz, den Thurmsknopf, bezw. die Wetterfahne oder den Hahn. Schwache Stangen werden gedreht, Fig. 482, um

sie widerstandsfähiger zu machen, oder durch an den steinernen Knauf sich anschmiegende Fussbögen, Fig. 483, oder schliesslich durch den

Knauf selbst umfassende, zangenartige, eiserne Bänder befestigt, Fig. 484. Der Knauf wird aus Blei oder Kupfer so getrieben, dass er aus 2 Hälften *a* und *b*, Fig. 485, besteht. Er legt sich an die Eisenstange an, am besten wieder unterhalb eines an dieselbe angeschmiedeten Vorsprunges *c*.¹⁾ Durch die Schwankungen der Stange bei Stürmen, welche sich dem Pyramidenmauerwerk mittheilen, wird letzteres manchmal schwer beschädigt, so dass die in Fig. 481 b dargestellte, pendelartige Aufhängung der Stange dem festen Einmauern derselben in den meisten Fällen vorzuziehen ist. Die, auf der aus glasirten Ziegeln hergestellten Pyramide ruhende Spitze der Johanneskirche in Altona ist in Granitwerkstücken ausgeführt, welche mit Bleiplatten *b*, Fig. 497a, versetzt und verdübelt sind. Die Fugen sind mit Kupferringen umfasst. Die Stange, oben 10 cm stark und 4 m lang, sitzt mit einem Bund auf der Öffnung des gleichfalls in Blei verlegten, gusseisernen Kopfstückes, und hängt, in Stärke von 7 cm, 15–20 m tief in die Pyramide herab, wo sie in einem Haken endigt, an dem ein so schweres Gewicht befestigt ist, dass der Schwerpunkt von Stange und Kreuz auf etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamthöhe in die Thurmspitze hinein verlegt wird. (Vergl. übrigens unter Eisenkonstruktionen.)

Fig. 485.

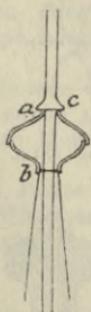
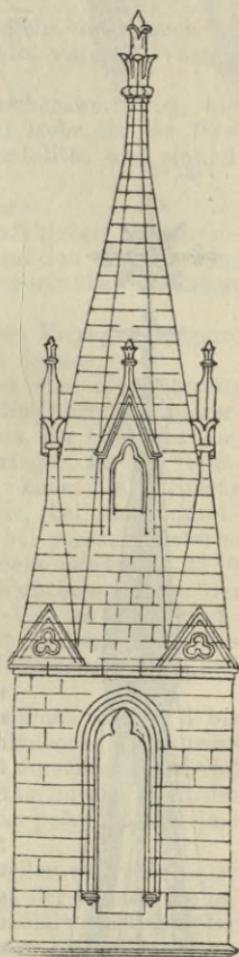


Fig. 486.



Bei Kirchen findet sich über dem Knauf oft eine Kreuzblume von Haustein, die, wie ersterer, sorgfältig mit kupfernen Dübeln befestigt sein muss und häufig aus einer grösseren Anzahl von Werkstücken besteht, die durch schwalbenschwanzförmiges Ineinandergreifen und kräftige Verankerung zusammengefügt sind. —

Eine wirksame Belebung erlangen die Helme durch überbaute Dachfenster, welche auf den Helmflächen aufsitzen und durch die lothrechte Richtung des Drucks die Standfähigkeit des Helmes vergrössern, Fig. 486, noch mehr aber durch eingesetzte, maasswerkartig durchbrochene Steinplatten, deren vornehmstes Beispiel das Freiburger Münster bietet. Einfachsten Falls würde man bei solchen Thurmhelmen viereckige Felder bilden, welche gleich einer Achteckseite sind, und dieselben so an einander stellen, dass die Stossfugen an den Ecken wechseln, Fig. 487 a und b. Bei grösseren Abmessungen werden die Achteckseiten der Breite nach aus mehreren Stücken zusammengesetzt, jedoch immer unter der Bedingung, dass die Stränge des Maasswerkes winkelrecht von den Fugen durchschnitten werden; alle Stücke sind dann in besonders

¹⁾ Vergl. im übrigen unter „Blitzableiter“.

sorgfältiger Weise mit bronzenen, verbleiten Dübeln und Klammern zu befestigen, Fig. 488, oder, wie Fig. 490 bei *a* zeigt, mit Feder und Nuth aufeinander zu setzen. Häufig treten die Eckrippen dabei zur Verstärkung innen und aussen vor, Fig. 489. Das Aufsetzen der Helmspitze auf das Gemäuer der Glockenstube zeigt Fig. 490 im Durchschnitt, wobei auch noch ein Umgang um die Pyramide angeordnet ist. Bei vollen Pyramidenwänden lässt man auch wohl eine Innenseite der Glockenstuben-Mauern senkrecht aufsteigen, Fig. 491, bis dieselben die ersteren schneiden.

Fig. 487 a u. b.

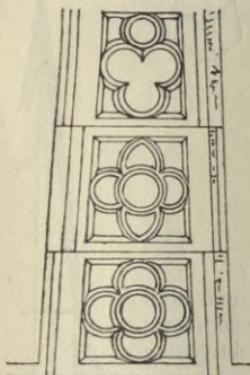


Fig. 488.

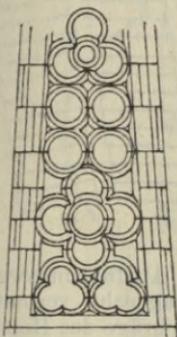


Fig. 491.

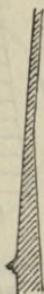


Fig. 490.

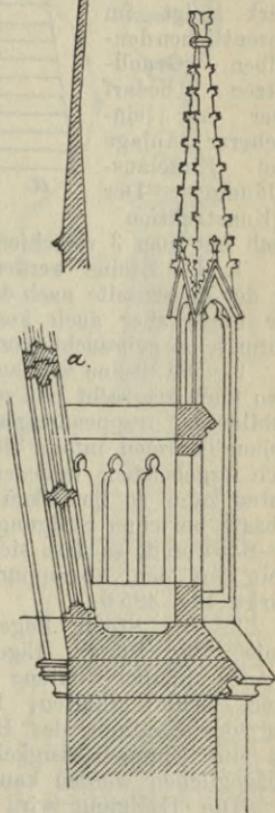


Fig. 489.

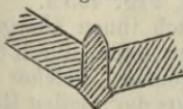


Fig. 493.

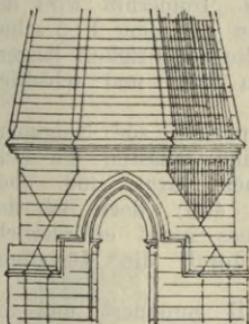
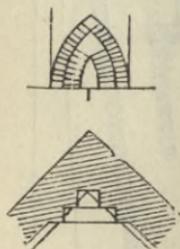


Fig. 492 a u. b.



Der Uebergang aus dem Viereck in das Achteck kann konstruktiv auf verschiedene Weise erfolgen, wie das z. B. schon beim Klostergewölbe gezeigt worden ist. Eine ähnliche Anordnung ist in Fig. 492a und b dargestellt. Wie man dabei im Aeusseren verfahren kann, lehrt beispielsweise Fig. 493. In England und Amerika liebt man es, die achteckige Pyramide in einfachster Weise auf eine viereckige zu stützen. Aus Fig. 493 ersieht man, dass die hervortretenden Rippen, behufs Verstärkung des Eckverbandes, auch an undurchbrochenen Spitzen verwendet werden.

Manchmal wird der Helm durch einen ausgekragten Umgang, Fig. 494 b, oder durch Anlage eines mit Fenstern durchbrochenen Zwischen-Geschosses, Fig. 494 a, in einer beliebigen Höhe in 2 Abtheilungen geschieden. Dabei kann die Stärke der Mauern des loth-rechten Zwischen-Geschosses eine grössere sein, als die der unteren Helmwände; sie muss hinreichen, um dem Schub der oberen Pyramide zu widerstehen. Die Stärken der beiden Helmtheile ergeben sich aber aus ihren Abmessungen, so dass also die Stärke des oberen geringer sein kann, als die des unteren.

Die Herstellung der Helme in Ziegelmauerwerk folgt im wesentlichen denselben Grundsätzen, bedarf aber nur einfacherer Anlage und Einzelausbildungen. Der

Konstruktion nach hat man 3 verschiedene Ausführungsweisen:

1. Die Steine werden wagrecht vermauert und sind an der Aussenseite nach der Schräge des Helmes gemessert; die beste aber auch kostspieligste Art, weil durchweg Formsteine gebraucht werden, Fig. 495 a.

2. Die Steine werden nach innen übergekragt, liegen also auch wagrecht und zeigen einen, durch die Ziegeldicke gebildeten, treppenartigen Kontur, welcher übrigens bei hohen Thürmen, infolge der aus der steilen Richtung sich ergebenden, unbedeutenden Stufenbreite, von unten kaum zu bemerken ist. Immerhin wird der Absatz bei einer Steigung von 1:4 oder 1:5 schon 7—8 mm breit, so dass sich die Feuchtigkeit längere Zeit auf den Abtreppungen hält und schädlich wirkt, Fig. 495 b.

3. Die Steine liegen normal zur Neigungslinie, Fig. 495 c. Eigentlich müssten die Ecksteine hierbei unten einen Grat und oben eine Kehle erhalten, Fig. 496; doch ist das bei der Steilheit des Helmes nicht erforderlich, da die Unregelmässigkeit durch die Mörtelfuge ausgeglichen werden kann.

Die Endigung wird voll gemauert und die Bekrönung entweder durch ein aufgesetztes Werkstück, oder einen Aufsatz aus gebranntem Thon, oder endlich nur durch die den Fuss der Eisenstange umkleidende und die Fuge umschliessende, bleierne, kupferne oder gusseiserne Hülse gebildet, Fig. 497 a und b. Fig. 498 a b c d zeigt die Spitze der Kirche in Lauenburg, deren Stange aus 4 zusammengewinkelten Eisen hergestellt ist. Am unteren Ende derselben ist eine Rolle angebracht, um Rüstmaterial usw. bei Reparaturen der Pyramide hinauf ziehen zu können. Demselben Zwecke dienen am Aeusseren 4 Haken. Der Knopf nebst Zubehör ist aus Kupfer getrieben.

Fig. 495.

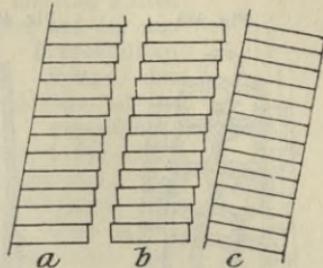


Fig. 496. Fig. 494 a u. b.



Fig. 497 a.

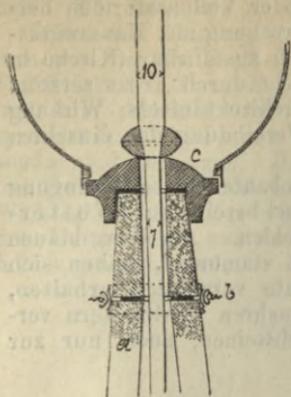


Fig. 497 b.

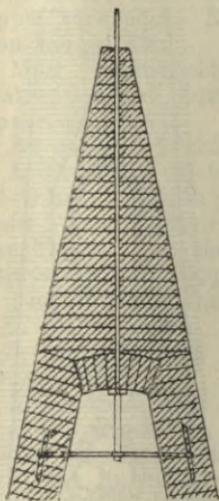
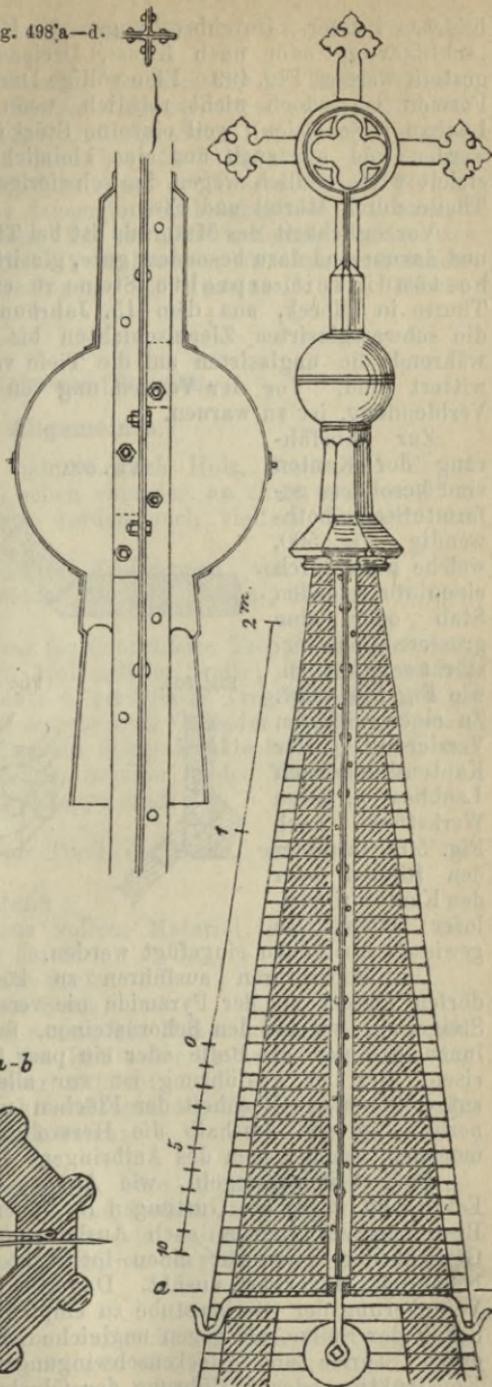
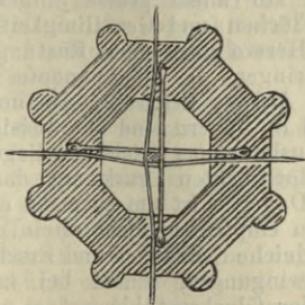


Fig. 498 a-d.



Schnitt a-b



Eine Verzierung der Flächen ergibt sich in einfachster und angemessenster Weise durch ein aus verschiedenfarbigen Ziegeln ge-

bildetes Muster. Durchbrechungen der Helme können als Dachluken, „schlitzartig“ oder nach Kreis-, Dreipass- oder Vielpassformen hergestellt werden, Fig. 499. Eine völlige Durchbrechung mit Maasswerks-Formen ist jedoch nicht rätlich, wenn auch ausführbar (Kirche in Lauban i. Schlesien), weil einzelne Stücke leicht durch Frost zerstört werden und oft auch nur eine kleinliche architektonische Wirkung erzielt wird, endlich wegen der schwierigen Verbindung der einzelnen Theile durch Mörtel und Eisen.

Vorzüglichkeit des Materials ist bei Thurmbauten erste Bedingung und darum sind dazu besonders gute, glasierte und bereits auf Wetterbeständigkeit erprobte Steine zu empfehlen. An dem blauen Thurm in Lübeck, aus dem 15. Jahrhundert stammend, haben sich die schwarzglasierten Ziegelschichten bis heute vorzüglich erhalten, während die unglasirten auf die Tiefe von mehren Centimetern verwittert sind. Vor der Verwendung von Lochsteinen, auch nur zur Verblendung, ist zu warnen.

Zur Ausführung der Kanten sind besonders geformte Steine nothwendig, Fig. 500, welche auch durch einen vortretenden Stab oder eine grössere Rippe verstärkt sein können, wie Fig. 501 zeigt. Zu einer reicheren Verzierung der Kanten dienen auch Laubbossen, deren Werkstücke nach Fig. 502 entweder den Rippen oder den Kanten rippenloser Helme in gewissen Abständen eingefügt werden.

Um Reparaturen ausführen zu können, dürfen aussen an der Pyramide nie verzinkte Steigeseisen, wie bei den Schornsteinen, fehlen; innen genügen die Rolle oder ein paar Quereseisen. Bei der Ausführung ist vor allem grosse Sorgfalt in bezug auf vollkommene Ebenheit der Flächen und Geradlinigkeit der Grate nothwendig und deshalb die Herstellung einer Rüstung kaum zu umgehen, schon wegen des Anbringens des Thurmknopfes usw.

Sicherheitsmassregeln, wie Anker, Eckgrate, Abstumpfung der Ecken und wagrechte Gurtungen im Innern sind überflüssig, weil ein Bestreben des Helmes nach Ausbauchung nicht vorliegt und das Gewicht der Spitze nur einen lothrechten Druck auf das am Fusse befindliche Mauerwerk ausübt. Dagegen ist um so mehr eine kräftige Verankerung der Glockenstube zu empfehlen, nicht allein gegen einen Schub der Spitze, als gegen ungleiche Senkungen und Erschütterungen durch Stürme und Glockenschwingungen, zumal bei mangelhafter Konstruktion oder Ausführung der Glockenstühle.

Kann man zum Mauern nicht genügend Wasser herbeischaffen, so ist die Verwendung von Zementmörtel zu vermeiden. Dagegen ist

Fig. 500.

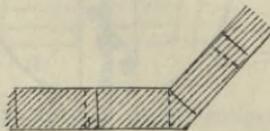


Fig. 501.

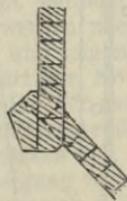


Fig. 502.

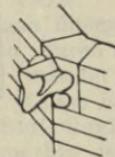
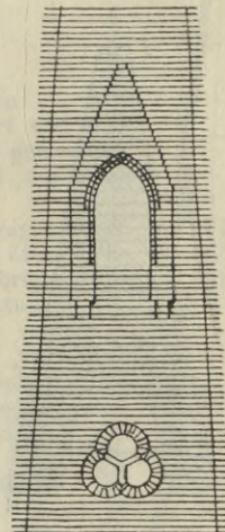


Fig. 499.



ein Zementzusatz zum Kalkmörtel, etwa 1 Th. Zement, zu 1 Th. Kalk und 6 Th. Sand, anzurathen. —

Sind die Thurmspitzen allseitig geschlossen, so findet die aus dem unteren Theile des Thurmes aufsteigende wärmere und oft mit Feuchtigkeit höher als die Aussenluft beladene Luft keine Gelegenheit zum Austritt und wird dann bei der Abkühlung einen entsprechenden Theil ihrer Feuchtigkeit an der Innenseite des Mauerwerks niederschlagen. Da die dauernde Feuchtigkeit die Haltbarkeit des Helmes sehr gefährden kann, ist es eine Forderung von grosser Wichtigkeit, dass durch geeignete Vorkehrungen für einen ausreichenden Luftwechsel zwischen der Innen- und Aussenseite des Thurmhelms gesorgt werde.

XV. Steinerne Treppen.

a. Allgemeines.

Treppenmaterialien sind hauptsächlich Holz, Stein und Eisen; häufig findet man dieselben neben einander an einer und derselben Treppe verwendet. Neuerdings werden auch vielfach Treppen aus Beton hergestellt.

Man unterscheidet zunächst Freitreppen von inneren oder Haustreppen, bei letzteren wieder Haupt-, Neben-, Keller-, Boden-Treppen usw.

Zu beachtende Erfordernisse für brauchbare Treppenanlagen sind:

1. Bequemes Besteigen; 2. hinlängliche Breite; 3. angemessene Zahl von Ruheplätzen (Podesten); 4. genügende Tragfähigkeit; 5. möglichste Feuersicherheit; 6. fest angebrachte Geländer und 7. genügende Beleuchtung. Der eine oder andere dieser Punkte tritt je nach der Bestimmung der Treppe mehr oder weniger in den Vordergrund.

Die einzelnen Theile einer Treppe sind:

1. die Wangen;
2. die Trittstufe, d. h. der Theil der Stufe, welcher vom Fuss betreten wird;
3. die Setz- oder Futterstufe;
4. die Blockstufe, eine aus vollem Material gearbeitete Stufe, die also nur aus einem Stück besteht;
5. der Antritt (die unterste Stufe);
6. der Austritt (die oberste Stufe);
7. die Steigung, d. i. der senkrechte Höhenunterschied zwischen 2 Trittstufen (das Verhältniss der Breite der Trittstufe zur Höhe der Setzstufe nennt man Steigungsverhältniss);
8. der Auftritt, der wagrechte Abstand der Vorderkante der einen Stufe bis zur Vorderkante der nächsten;
9. das Podest;
10. der Treppen-Lauf oder -Arm, eine ununterbrochene Reihenfolge von Stufen zwischen Auftritt und Podest, zwischen 2 Podesten usw.; hiernach unterscheidet man ein- oder mehrarmige Treppen;
11. das Treppengeländer mit Trillen oder Gitter, mit Handgriff (Handleiste); endlich
12. das Treppenhaus.

Inbezug auf die Konstruktion unterscheidet man freitragende oder unterstützte Treppen, ferner gerade Treppen, im Gegensatz zu den ein- oder mehrmals gebrochenen, deren Läufe gewöhnlich an einem Podest ihre vorherige Richtung, meist unter einem Winkel von 90° verlassen. Sind statt der Podeste sogen. Winkelstufen angeordnet,

so entsteht die gewundene Treppe. Erhält die Treppe eine bogenartige, runde oder elliptische Windung, so heisst sie Wendeltreppe, während bei ganz geschlossenem Kreise sich die Spindeltreppe ergibt. Aus den einfachen Formen setzen sich oft verwickelte zusammen. In grösseren Gebäuden finden wir die Doppeltreppen, welche entweder in einem Laufe anfangen und mit zwei endigen, oder umgekehrt.

Für das Verhältniss der Steigung zum Auftritt hat man verschiedene Regeln aufgestellt, von denen die bekanntesten sind:

$$\begin{aligned} h + b &= 43 \text{ cm}, \\ 2h + b &= 60\text{--}64 \text{ cm (gewöhnlich } 63 \text{ cm)}, \\ \frac{4}{3}h + b &= 52 \text{ cm und} \\ 1\frac{1}{2}h + b &= 54,5 \text{ cm.}^1) \end{aligned}$$

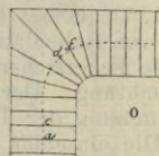
Der Auftritt wird bei der Ausführung meist durch das vortretende Stufenprofil vergrössert. Uebrigens wählt man für Prachttreppen die Steigung 0,12—0,14 m, für Haupttreppen 0,14—0,17 m, für Nebentreppen usw. 0,17—0,20 m und sogar 0,22 m. Für Haupttreppen mit starkem Verkehr ist eine Steigung von 16,5 cm bei einer Stufenbreite von 30 cm am meisten angebracht. Nur für mehr als 3 m breite Treppen, besonders wenn mehr als 15 Steigungen in einem Lauf ohne Podest angeordnet sind, sowie bei Freitreppen ist eine Ermässigung der Steigung bis auf 15 cm, bei 32 cm Breite des Auftritts, anzurathen.

Aus der Zahl der Steigungen einer Treppe ergibt sich die Zahl der zugehörigen Auftritte und hieraus der Raum im Grundriss, den man für die Treppenanlage braucht. Da die Austrittsstufe in der Fussboden-Gleiche liegt, beträgt die Anzahl der Auftritte stets einen weniger, als die Anzahl der Steigungen. — Man zeichnet jede Treppe in dasjenige Geschoss des Grundrisses ein, in welchem die erste, unterste Stufe derselben liegt. Bei der Eintheilung der Stufen, behufs Bestimmung der Grösse des Treppenraumes, beginnt man mit dem höchsten der Geschosse, weil dort die meisten Stufen untergebracht werden müssen. Ist dieses z. B. das 1. Geschoss, so giebt man den Stufen des Erdgeschosses dasselbe Steigungsverhältniss, während man dies Verhältniss in den oberen Geschossen günstiger, also die Stufenhöhe geringer und den Auftritt breiter gestalten kann, weil beim Ersteigen der Treppe mit Zunahme der zurückgelegten Strecke Ermüdung eintritt. Die oberen Geschosse sind gewöhnlich niedriger als die unteren, bedürfen also nur eines Treppenhauses geringerer Grösse, weshalb sich hier die günstigere Gestaltung des Steigungsverhältnisses leicht erreichen lässt.

Es empfiehlt sich, die Geschosshöhen der Gebäude nicht willkürlich nach abgerundeten Maassen zu wählen, sondern dieselbe nach den Stufenhöhen zu bestimmen, damit man diese nach Belieben in allen Geschossen gleichmässig annehmen und unangenehme Bruchtheile vermeiden kann.

Die Podestbreite ist im allgemeinen so anzuordnen, dass sie mit der Schrittweite = 60 cm im Einklang steht und man nicht zum unbequemen Schrittwechsel genöthigt wird. Meist aber haben die Podeste eine Länge = der Breite des Treppenhauses und eine Breite = der des Treppenlaufes; oder sie liegen in den Ecken, wobei sie quadratisch

Fig. 503.



1) Näheres hierzu vergl. unter Zimmerarbeiten.

und durch die Breite des Treppenlaufes bestimmt werden. Bei gewundenen Treppen muss die normale Auftrittsweite sich in der Mitte der Stufe befinden; es muss also, Fig. 503, $df = ac$ sein. Dabei darf die Breite bei o nicht zu gering ausfallen. Winkelstufen müssen möglichst vermieden werden. Das geringste Breitenmaass für einen Treppenlauf ist 60 cm, was gerade noch für eine Person ausreicht. Sollen sich 2 Personen begegnen können, so gebraucht man mindestens die Breite von 1,10—1,20 m. Keller- und Bodentreppenläufe werden häufig nur 0,85—1 m breit gemacht, was aber den Transport grösserer Gegenstände über dieselben erschwert. Zwischen je zwei Treppenabsätzen sollen in der Regel nicht weniger als 3 und nicht mehr als 18 Steigungen angeordnet werden. Ausnahmen sind nur bei untergeordneten Treppen zulässig. Bei Doppeltreppen sollte die

Fig. 504 a, b, c, d.

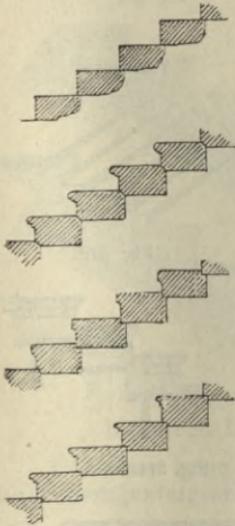


Fig. 506 a, b, c.

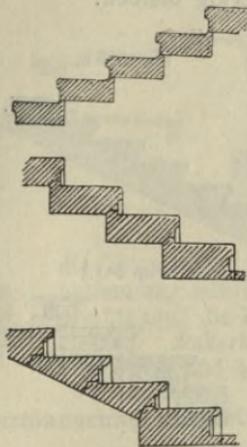


Fig. 505 a u. b.

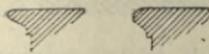
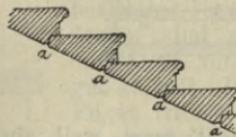


Fig. 507.



wobei die Untersichten roh bleiben, Fig. 504 a; die Stufen übergreifen einander um 3—4 cm, Fig. 504 a u. b. Sind die untern Seiten sichtbar, so müssen dieselben natürlich bearbeitet werden. In der Konstruktion nach Fig. 504 c und d ist jedes Verschieben der Stufen unmöglich gemacht, auch eine verschiedene Profilierung des Auftritts gegeben. Man hat sich zu hüten, solche sehr scharf ausladen zu lassen, Fig. 505 a, muss sie vielmehr möglichst rund gestalten, um sonst leicht vorkommende Beschädigungen des Profils zu verhüten, Fig. 505 b. Soll das Eindringen von Wasser in die Fugen verhindert werden, so wählt man die Verbindung nach Fig. 506 a und b, wodurch aber die Ausführung theurer wird. Fig. 506 c zeigt dieselbe Ausführung bei dreieckigen Stufen, die häufig, ebenso wie nach Fig. 507, bei Treppen mit freier Untersicht vorkommen, wobei die Kanten a als ge-

Summe der Breiten der 2 Läufe stets das $1\frac{1}{2}$ fache des Mittellaufes betragen, weil bei grösserer Breite sich eine etwaige Ansammlung von Menschen am Mittellauf stauen würde.

Die Unterstützung von Treppen kann durch Untermauerung der Stufen, durch Unterwölbung, durch Wangen und durch Mauerbögen erfolgen. Bei freitragenden Treppen ist dagegen zu unterscheiden, ob die Stufen nur mit den Enden in der Mauer ihr Auflager erhalten, oder sich um eine Spindel winden. Bei untermauerten Hausteintreppen, z. B. Freitreppen, wählt man für die Stufen wohl den einfachen, rechteckigen Querschnitt,

gliederte Fugen abgefast werden. Das Profil ist an beiden Enden der Stufen heruntergeführt. Dieselbe Form erhalten die Stufen meist auf Wölbungen; nur dass die Untersichten derselben rauh bleiben, Fig. 508, und die Aneinanderfügung eine einfachere sein kann. Bei den Haupttreppen der Wiener Hofmuseen, Fig. 508a ist auch die Futterstufe profilirt, was den doppelten Vortheil gewährt, dass der Fuss einen breiteren Auftritt hat und er weniger mit der Stiefelspitze den weissen Marmor berührt, wodurch dieser unsauber und unansehnlich wird. Um eine festere Einmauerung der Stufen zu ermöglichen und eine grössere Tragfähigkeit zu erreichen, giebt man denselben auch wohl einen dreieckigen Kopf, während man die Endigung an der Mauerseite rechteckig gestaltet, so dass sie unten windschiefe Ebenen zeigen, Fig. 509. Des besseren Aussehens wegen und auch um mehr freie Höhe zu gewinnen, erhalten Hausteinstufen oft an der Untersicht ein Profil nach Fig. 510, wobei aber die eingemauerten Enden rechteckig bleiben.

Fig. 508.

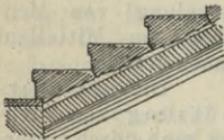


Fig. 508 a.

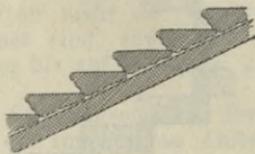


Fig. 509.

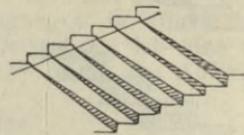


Fig. 510.

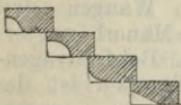


Fig. 511.

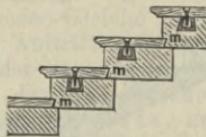


Fig. 512.

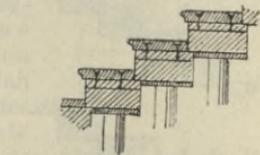


Fig. 513 a u. b.

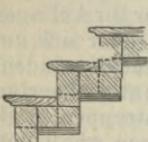
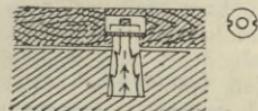
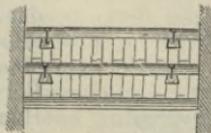


Fig. 514 a u. b.



Sandsteinstufen versieht man, weil sie sich leicht austreten, oft mit einem Holzbelag, der hinten in den Falz *m* eingeschoben, vorn auf einen eingegipsten Dübel geschraubt wird, Fig. 511. Bei Ziegelstieptreppen ist dasselbe der Fall. Ruhen deren Stufen nicht als Rollschicht auf Gewölben, so besteht jede für sich aus einem scheinbaren Bogen, wobei natürlich ein Widerlager zu beiden Seiten erforderlich ist. Bei der Konstruktion Fig. 512 kann man höchstens eine Steigung von 13^{cm} erhalten. Besser ist deshalb die Anordnung nach Fig. 513 a und b, worin die punktirten Linien den Verband der zweiten Schicht andeuten; besonders oft werden Kellertreppen so hergestellt. Bei der Ausführung muss jede Stufe einzeln für sich unterstützt werden, Fig. 512. Vor dem Verlegen ist der Holzbelag mehrmals stark mit Leinöl zu tränken, damit er sich nicht werfe. Besser, als das meist gebräuchliche Einlassen von Dübeln, ist das Befestigen von Steinschrauben in den Stufen mittels Zement zum Aufschrauben des

Belags. Das für die Verschraubung ausgeschnittene Loch wird später mit einer runden, hölzernen Scheibe geschlossen, Fig. 514 a und b. Auf gewölbten Treppen ist die Konstruktion sehr einfach. Der Belag greift hinten wieder etwas unter die Rollschicht, damit er fest liegt, Fig. 515, und wird bei untergeordneten Treppen hier auch manchmal mit Bankeisen befestigt. Soll das nicht geschehen, so ist ein langer Dübel einzugipsen, an welchen die Belagstufe zwei mal geschraubt werden kann, Fig. 512. Oft werden die gemauerten Stufen auch mit Zement geputzt, Fig. 516, eine nicht sehr haltbare Ausführung. Kunststufestufen (aus Beton oder Dachsteinen in Holzformen hergestellt) sind dem entschieden vorzuziehen. Solche Stufen erhalten die Form der gewöhnlichen Blockstufen und werden, damit sie leicht sind, auch hohl hergestellt; oder man verwendet zu ihrer Anfertigung

Lochsteine.

Besonders bei Bränden haben solche Stufen eine weit grössere Haltbarkeit bewiesen, als Granitstufen.

In Kasernen, Schulen usw. erhalten

die Trittstufen vorn mitunter eine Eckbesäumung mit Schienen oder Eisen gegen Abnützung; die Befestigung geschieht mit kleinen Ankeren oder Steinschrauben, Fig. 517 a und b.

Fig. 516.

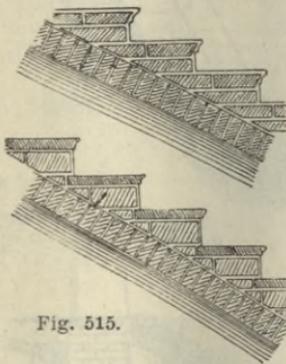
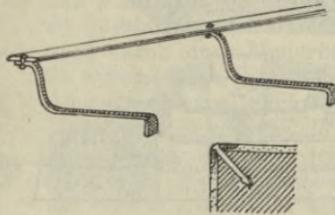


Fig. 515.

Fig. 517 a u. b.

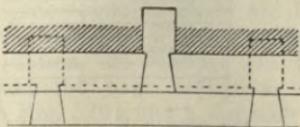


b. Durch Untermauerung unterstützte Treppen.

Dieselben kommen nur am Aeussern der Gebäude als Freitreppen, im Innern untergeordneter Gebäude oder, mit nur wenigen Stufen, in Vorhallen usw. vor. Freitreppen müssen

besonders gut gegründet sein. Die Stufen sind mit Quergefälle von etwa 0,5 cm zu verlegen, damit das Wasser gut abläuft. Die mit Zement gedichteten Fugen frieren leicht aus, weshalb man sie häufig mit Blei vergiesst, welches aber nicht nur anfangs, sondern auch wiederholt später verkeilt werden muss,

Fig. 518.



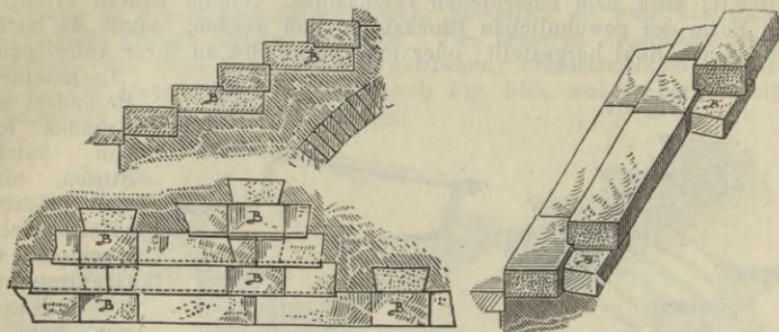
weil sich immer von neuem durch die Einwirkung von Hitze und Kälte die Fugen öffnen. Um ein Verschieben aus derselben Ursache zu verhindern, verwendet man manchmal schwalbenschwanzförmige Ankersteine, Fig. 518. Bei der grossen Freitrepp am Kollegienhause der Universität Strassburg hat man den schwalbenschwanzförmigen Theil der Bindersteine eingemauert und die über einander liegenden Steine durch Falzung mit einander verbunden, Fig. 519 a, b, c, wodurch nicht die anschliessenden Läufer der gleichen Stufenreihe, sondern die darüber liegenden der nächsten festgehalten werden. Da hier nur für je 2 Läufer ein Binder nothwendig wird, vermindert sich die Anzahl der Stossfugen wesentlich.¹⁾ Um an

¹⁾ Deutsche Bauzeitung Jahrg. 1886 S. 314.

Fundamentmauerwerk zu sparen, legt man gemauerte Zungen an und stützt die im mittleren Theile freitragenden Stufen nur an beiden Enden. Granitstufen können in dieser Weise 2—3 m frei liegen, Sandsteinstufen jedoch nur 1,25—2 m, je nach dem Stufenprofil und der Festigkeit des Materials.

Die Stirnseiten der Freitreppen bestehen entweder auch aus Stufen, Fig. 520 a, oder sie sind durch Wangen begrenzt, Fig. 520 b. Bei schmalen Freitreppen ist im letzteren Falle nur die

Fig. 519 a, b, c.



unterste Stufe, Fig. 521, fest zu untermauern, während die übrigen mit den Enden auf Fundamentabsätzen der Wangen, sonst aber frei liegen. Sind die Freitreppen hoch, so dass die Untermauerung grosse Kosten verursachen würde, so kann man die Stufen auch durch

Unterwölbung tragen lassen. Diese kann im Ganzen durchgehen oder auch aus einzelnen Mauerbögen zur Unterstützung der Stöße der Stufen bestehen, Fig. 522 a und b.

Der Fussboden einer Vorhalle muss etwa um 1,5 cm tiefer liegen, als die Schwelle der Hausthür, um

Anschlag für diese zu gewinnen. Es ist auch vorthellhaft, diese Schwelle etwas höher zu legen, als das Podest der Freitreppe, oder diesem wenigstens Gefälle nach aussen zu geben, damit das Regenwasser nicht in das Gebäude eindringen kann. Befinden sich unter der Freitreppe Kellerfenster, so kann man die Stufen ausarbeiten, wie in Fig. 523 a und b, um etwas Licht zu gewinnen.

Fig. 520 a u. b.

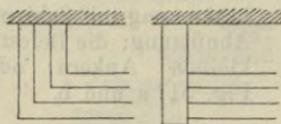


Fig. 521.

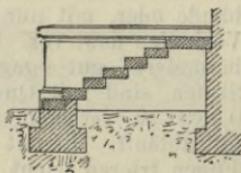


Fig. 522 a u. b.

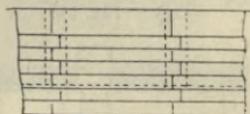
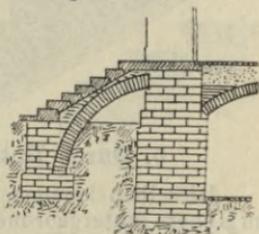
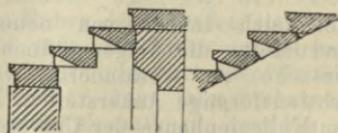


Fig. 523 a u. b.



Auch Rampen sollen mitunter treppenartig für einfache oder doppelte Schrittweite, auch zum Hinaufreiten, angelegt werden, Fig. 524, sogen. „romanische Treppen“.

Haustreppen einfachster Art erhalten in der Mitte eine zungen-

Fig. 525 a, b u. c.

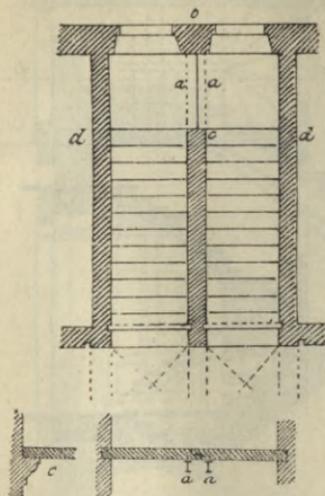
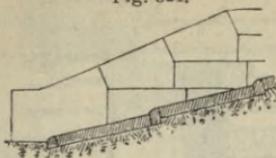


Fig. 524.



artige Scheidema-
demauer, auf
welcher die
Stufenköpfe
fest aufruhn
und welche
deshalb min-
destens die
Stärke von

25 cm haben muss, Fig. 525 a.

Die Podestplatten sind, sofern sie aus 2 Stücken bestehen, in der Mitte zu überfalzen, und durch 2 Träger *aa*, oder durch einen Mauerbogen nach *bc* zu unterstützen, Fig. 525 b. Allenfalls genügen hierzu auch 2 Konsolle bei *b* und *c*, wie in Fig. 525 c angedeutet. Mauerbögen in der Richtung von *cd* sind nur dann unvermeidlich, wenn das Podest eingewölbt werden soll, wie das in der Fig. an der Korridorseite der Treppe geschehen ist.

c. Durch Unterwölbung unterstützte Treppen.

Bei ganz unterwölbten Treppenanlagen ist man in der Wahl des Materials für die Stufen unbeschränkt. Man kann gemauerte, Sandstein- oder Granitstufen, Beläge von Holz, Schiefer, Solnhofener Stein, Marmor usw. verwenden, wobei zu beachten ist, dass seitens der Baupolizei derartige Treppen mit Holzbelag gewöhnlich als „feuersicher“ betrachtet werden. Die einfachste Form einer unterwölbten Treppe ist wieder die zwischen vollen Wangenmauern. Man kann dabei, wie es bei Kellertreppen geschieht und schon in Fig. 511—513 dargestellt ist, jede einzelne Stufe als Bogen mauern, oder, was noch einfacher ist, zwischen die Wangenmauern steigende, preussische Kappen spannen, auf denen die Stufen, wie bereits in Fig. 515 und 516 gezeigt, als Rollschicht usw. auflagern. Die leichteste derartige Treppe kann nach Fig. 526 a und b dadurch hergestellt werden, dass man auf einem vorgekragten Stein, der später als Konsol benutzt werden kann, eine hölzerne Lehre *m-n* legt und darüber die Tritt- wie auch die Setzstufe mit flachen Steinen, also $\frac{1}{4}$ Stein stark, mit wenig Stich einwölbt. Darauf kommt ein 6—8 cm starker Holzbelag, welcher in den Wangenmauern sein Auflager findet und so an und für sich schon tragfähig ist, während die Unterwölbung die Feuergefahr beseitigt. Ein gleichzeitiges Aufmauern der Stufenwölbungen mit den Wangenmauern erleichtert die Ausführung erheblich. Bei kurzen Treppenläufen kann man die flachen Kappen auch gegen die Gurtbögen der Podestlehnen, Fig. 527 a und b. Diese sind von festen Steinen in Zementmörtel einzuwölben und mit den Anschlussmauern zu verankern. Bei Wendelstufen wird die Podestkappe, nebst ihrem Gurtbogen durch die starke Aufschüttung sehr belastet, Fig. 528 a u. b, und auch die freie Höhe beeinträchtigt. Es ist deshalb hier angebracht, den

Raum zwischen Kappe und Stufen hohl zu lassen und letztere auf die früher angegebene Weise besonders einzuwölben. Anstelle der

Fig. 526 a u. b.

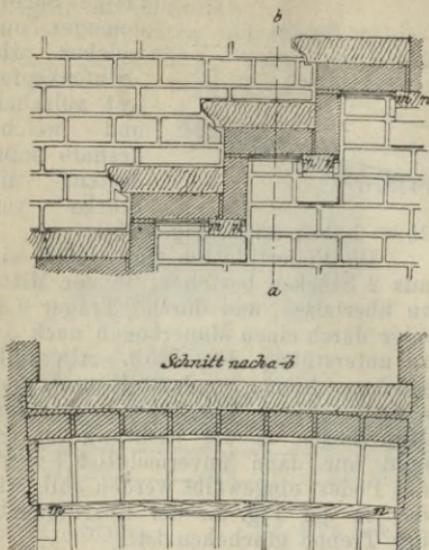


Fig. 528 a u. b.

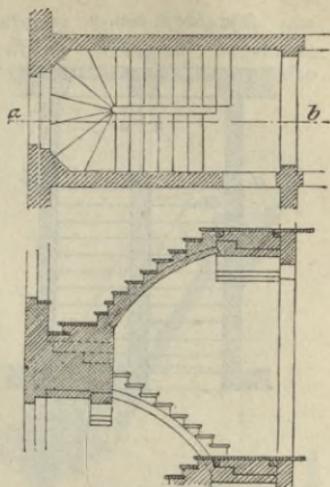
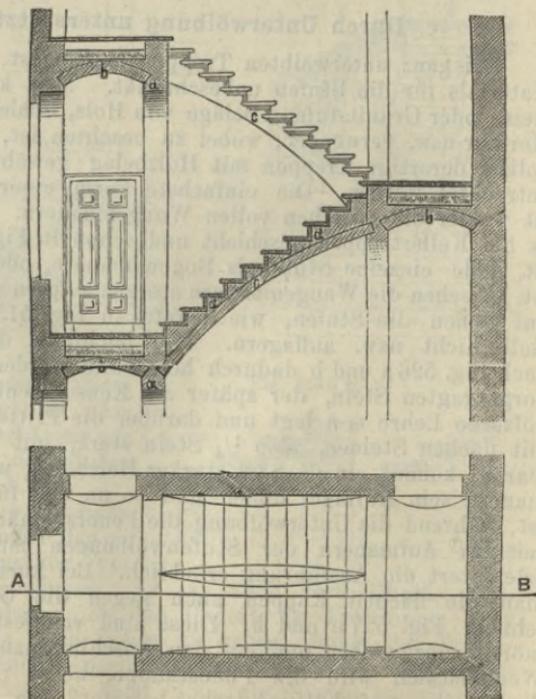


Fig. 527 a u. b.

ansteigenden Kappe in Fig. 527 a kann man auch eine solche nach Fig. 529 a u. b zwischen eisernen Trägern wölben, oder statt Wölbung die Kleine'sche Decke, Fig. 229 c, anwenden. Für die in Fig. 511 bis 515 angegebene Befestigung des Belags an Dübeln kann man, nach Fig. 530, auch durch Bolzen die Vorder- u. Hinterkante je zweier Stufen mit einander verschrauben, so dass das Werfen des Holzes verhindert ist. Ausserdem wird der Belag noch mit eingepipten Bank-eisen am Mauerwerk befestigt. Marmorbeläge werden in Gips oder besser Wasserkalkmörtel verlegt, weil manche Marmorarten durch die Alkalien von Zementmörtel leiden, dann aber noch Tritt- und



Setzstufe durch kleine Messing- oder Bronze-Dübel mit einander verbunden.

Will man bei besseren Treppen keine vollen Wangenmauern haben, so ist man zur Anwendung von steigenden offenen Bögen und zu deren Unterstützung durch Pfeiler oder Säulen genöthigt. Dabei

Fig. 529 a u. b.

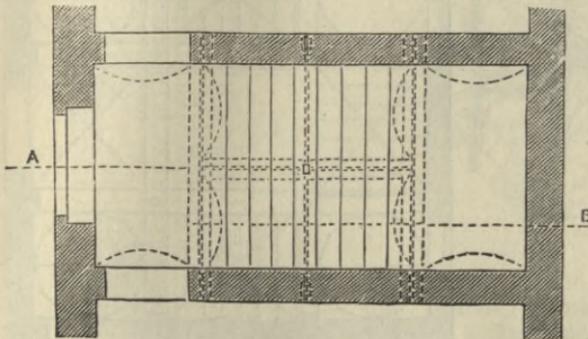
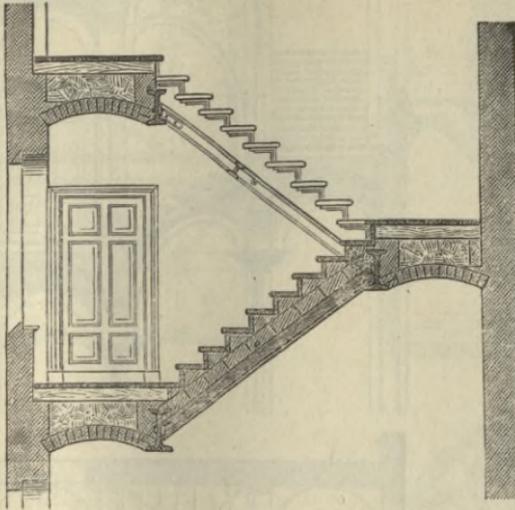
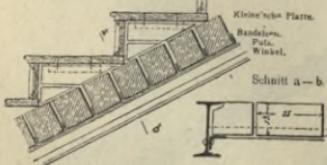


Fig. 529 c u. d.



müssen die Querbögen der Podeste stark gestelzte Rundbögen darstellen, weil sonst die steigenden Bögen zu flach werden würden. Gute Verankerung ist Hauptbedingung. Für 2 verschiedene Läufe müssen auch 2 Bögen vorhanden sein und dem entsprechend 2 gekuppelte Säulen oder Pfeiler, Fig. 531 a u. b. Statt der flachen Kappengewölbe wählt man hier bei besser steigende böhmische Kappen oder Kreuzgewölbe, deren Schildbogenseiten sich ganz den steigenden Bögen und den Rundbögen der Treppenpodeste anschmiegen. (S. auch Fig. 315 a und b und 433 a, b, c.) Genau auf dieselbe Weise sind die dreifach

gebrochenen Treppenläufe anzulegen, Fig. 532 a u. b. Sind dieselben nicht über 2 m breit, so ist $\frac{1}{2}$ Stein als Gewölbstärke ausreichend; bei grösseren Breiten sind Verstärkungsurte einzufügen. Bei den Eckpodesten derartiger Treppen wird die oberste Stufe des unteren Laufes nach Fig. 533 vorge-

schohen, damit die Handleiste des Geländers ohne Knick fortgeführt werden kann. Sollen, um der Treppe ein besonders leichtes Aussehen zu geben, die Podestgurtbögen fortfallen, so muss man unter die Podeste entweder 1— $1\frac{1}{2}$ Stein starke Kappen spannen oder eiserne Träger legen, gegen welche sich die Laufkappen lehnen, die gewöhnlich

Fig. 530 a u. b.

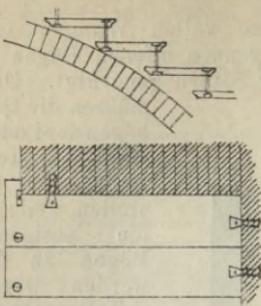


Fig. 531 a u. b.

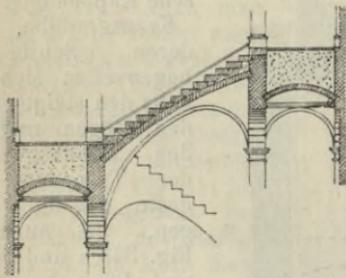
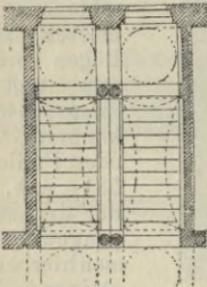


Fig. 533.

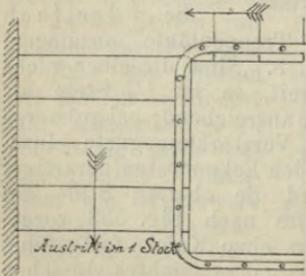


Fig. 532 a u. b.

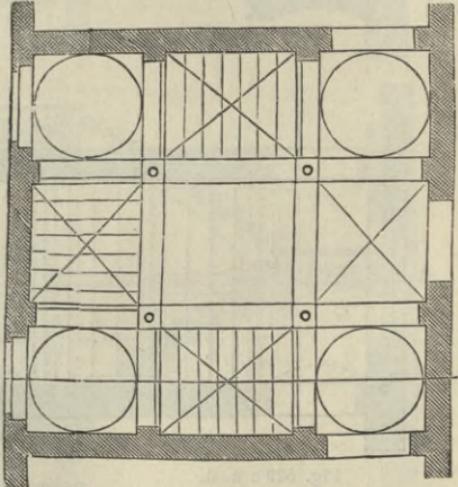
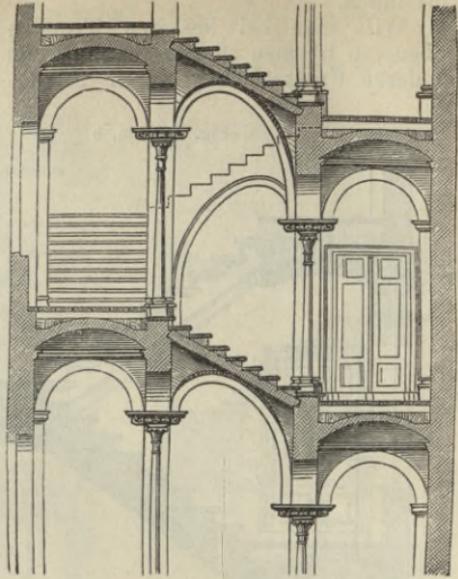
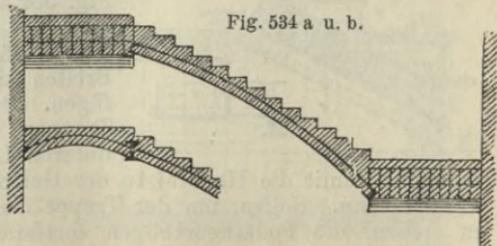


Fig. 534 a u. b.



$\frac{1}{10}$ der Spannweite zur Pfeilhöhe erhalten, Fig. 534 a und b.

Fig. 535 a und b stellt dar, wie man auch den Spitzbogen bei einem Treppenlaufe verwenden kann. Bei Spindeltreppen mit massiven

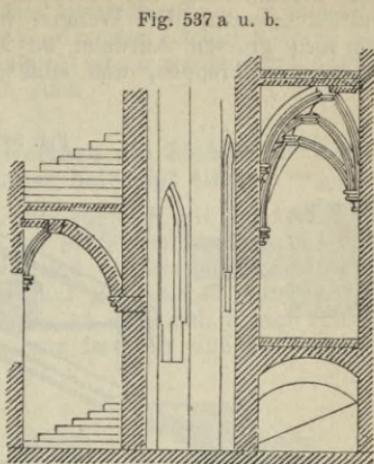
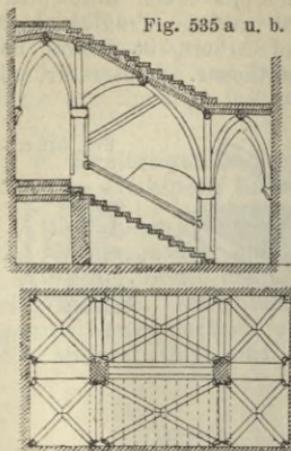
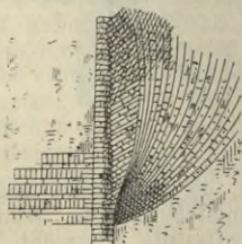
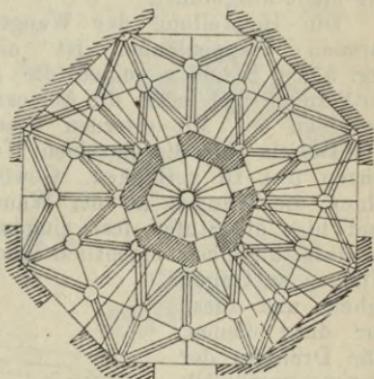
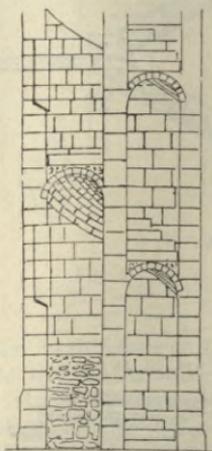


Fig. 536 a u. b.



Spindeln, z. B. in Thürmen, werden die Stufen durch ein schraubenförmig aufsteigendes Kappen- oder Tonnengewölbe unterstützt, Fig. 536 a. Fig. 536 b lehrt, in welcher Weise bei Treppen aus Ziegeln die Aufmauerung der Spindel und Stufen, sowie der Anschluss des Gewölbes daran geschehen muss.¹⁾ Fig. 537 a und b zeigen, wie auch ein Sternengewölbe hierzu benutzt werden kann.

¹⁾ S. auch: The Building News, 1875, 6. Aug., Kirby Muxloe Castle, Leicestershire, und in der Klosterkirche Chorin.

d. Durch Wangen unterstützte Treppen.

Die Unterstüztung steinerner Treppenstufen durch Wangen ist eine Nachahmung der Treppenkonstruktionen in Holz und nicht empfehlenswerth. Die Wangen haben höchst geringe Tragfähigkeit, erfordern grossen Aufwand an Material und Arbeit, besonders bei gewundenen Treppen, und sind deshalb sehr theuer. Dieser Gründe

Fig. 538 a.

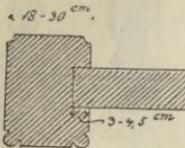


Fig. 538 b.

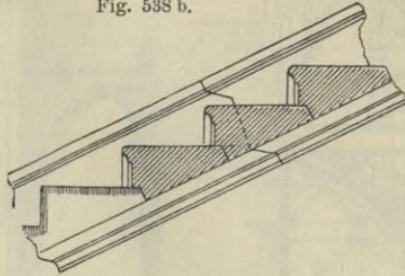
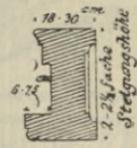


Fig. 538 c.



wegen werden derartige Treppen fast gar nicht ausgeführt.

Die Herstellung der Wangen bei geraden Treppenläufen ist einfach; Fig. 538 a, b und c zeigen die Profile der Wangen und geben die Abmessungen derselben an. Mit eisernen Klammern und Dübeln sind die einzelnen Wangenstücke fest zu verbinden. Gewöhnlich fehlen die Wangen an der Wand und sind hier die Stufen fest eingemauert, so dass dieselben eigentlich noch die Wangen zu tragen haben und diese nur dazu dienen, eine Drehung der Stufen unmöglich zu machen. Sind an der Wandseite ebenfalls Wangen angeordnet, so werden dieselben entweder nur oberhalb und unterhalb der Stufen ange-
 setzt, oder sie müssen so stark gemacht werden, dass man sie ein-

Fig. 539.

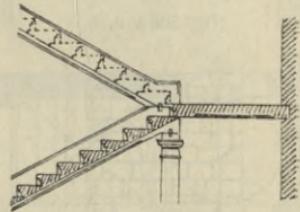
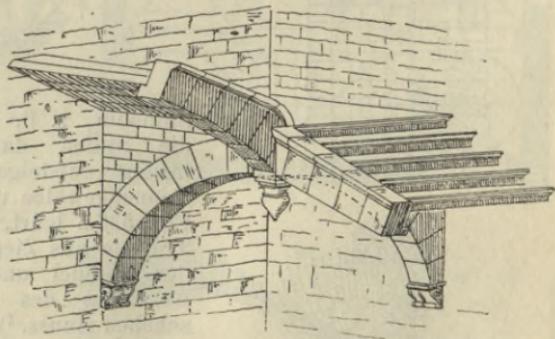


Fig. 540.



mauern kann und sie darnach im Stande sind, die Stufen zu tragen; immer aber wird eine unsichere Treppe entstehen. Die Wangen ruhen unten auf dem Podest oder der Antrittsstufe wagrecht auf, oben auf dem Pfeiler oder dem Bogen des Podestes, Fig. 539. Ebenso ist die Ausführung gewundener Wangentreppen; nur dass hier noch eine verwickelte Austragung der gebogenen Wangenstücke

hinzu tritt.¹⁾ Früher wurde als Steinmetzkunststück manchmal jedem Kopf der Stufen ein Werkstein angearbeitet, um den Treppen das Ansehen von Wangentreppen zu geben. Dabei wird eine grosse Menge von Material verschwendet und ausserdem der Treppenlauf verengt. Einen solchen Bogen jedoch als Wange auszuführen und in denselben die Stufen einzuschieben, Fig. 540, kann sogar schädlich sein, weil die Bogensteine und Stufen sich ungleich setzen werden und deshalb Risse und Sprünge fast unvermeidlich sind.

e. Freitragende Treppen, bei welchen die Stufen nur mit einem Ende in der Mauer befestigt sind.

Bei diesen Treppen wird, am besten zugleich mit der Aufführung der Wangenmauer, das eine Ende der Stufen mindestens 13—25 cm tief — der Breite des Laufes entsprechend — fest mit Zementmörtel eingemauert. Jede Stufe findet dabei auf der nächst unteren ihrer ganzen Länge nach ein sicheres Auflager, so dass sich immer eine auf die andere stützt und die Einmauerung fast nur eine Drehung der-

Fig. 541 a.

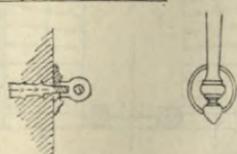
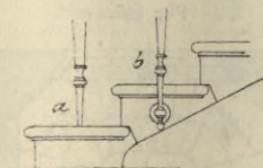


Fig. 541 b u. c.

Fig. 542.

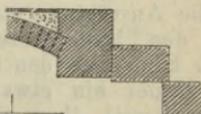


Fig. 543.

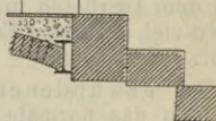
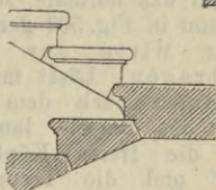


Fig. 544.



selben verhindern soll, woraus folgt, dass die unterste Antrittsstufe, sowie der Podestbalken eine besonders feste Lage erhalten müssen. Die Stufen sind Blockstufen nach Fig. 504—507 oder 509—510 und erhalten an der freien Stirnseite dasselbe Profil wie an der Vorderseite, was man eine „Wiederkehr“ nennt, Fig. 541 a. Die Geländersäulchen werden bei solchen Stufen entweder, wie gewöhnlich, in einem 4—5 cm tief gebohrten Loche in der Stufenfläche verbleit, oder es wird, besonders bei schmalen Läufen, nach Fig. 541 b und c, an der Stirnseite eine Steinschraube mit Blei befestigt, die Verbleiung mit einer Rosette verdeckt und eine Oese aufgeschraubt, durch welche das Säulchen gesteckt und mittels eines kleinen Zapfens festgeschraubt wird. Gusseiserne Säulchen werden auch wohl hohl gegossen und dienen einer schmiedeisernen Stange als Hülse. Gewöhnliche Granittreppen erhalten als Podeststufe einen starken, durchgehenden Steinbalken. Um diesen nicht durch ein Widerlager zu schwächen, Fig. 542,

¹⁾ Vergl. Ringleb a. a. O., sowie Breymanns Allgem. Baukonstruktionslehre. Ein interessantes Beispiel einer mit halber Tonne unterwölbten Wangentreppe findet sich in Encyclop. d'arch. 1875. Pl. 249.

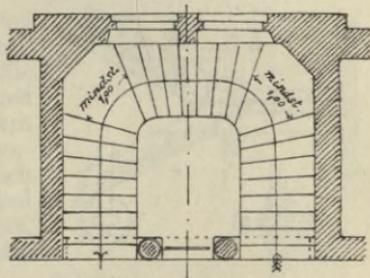
wird das Podest gegen ein neben ihm liegendes **I** Eisen eingewölbt, Fig. 543, und mit Asphalt oder Fliesen belegt. Bei besseren Treppen muss das Profil der Podestplatte, als oberste Stufe eines Laufes, sich gegen ein Widerlager todlaufen, welches die erste Stufe des nach oben gehenden Laufes trägt, Fig. 544.

Die Umfassungswände solcher Treppenhäuser können 1 Stein stark gemacht werden, wenn der Treppenlauf nicht breiter als 1,25 m ist.

Unter Umständen ist Berechnung einer freitragenden Treppe nothwendig. Man kann dann, wie praktische Versuche ergeben haben, je 3 Stufen als sich gegenseitig stützend, also zusammenhängend und für 1 qm Grundfläche der Treppe 750—1000 kg Belastung annehmen. Die Berechnung erfolgt wie bei einem an einem Ende eingemauerten Balken. Da Versuche über Biegungs-Festigkeit bei Steinen selten ausgeführt werden, ist es in zweifelhaften Fällen immer gut, eine Probebelastung solcher Stufen vorzunehmen; es ist die Annahme einer 4—8 fachen Sicherheit zu empfehlen. Bei gewundenen Treppen pflanzt sich der Druck noch auf mehr als 3 Stufen fort. Werden die Stufen gleich mit dem Aufbau der Umfassungswände verlegt, so ist die Ausrüstung etwas zu lüften, damit sich die Treppe zugleich mit den Mauern setzen kann. Auch kann man den Stufen nach der Mauer hin etwa 4 mm Fall geben, weil ihre Schwere sie nach dem Ausrüsten um ungefähr ebenso viel am freien Ende sinken macht.

Bei gewundenen Treppen hat man das normale Maass — wie schon in Fig. 503 gezeigt, — in der Mitte der Stufen aufzutragen. Lässt man dann alle Stufen nach dem Mittelpunkte des Bogens laufen, so fallen die freien Köpfe sehr schmal und die Treppen deshalb sehr unbequem aus. Dies lässt sich dadurch vermeiden, dass man nur einige Stufen, also in Fig. 545 z. B. nur 3, gerade macht, von da an aber die Köpfe gleichmässig um die Biegung herum eintheilt und diese Theilpunkte mit denen der Mittellinie verbindet. Dies giebt auch einen guten Verlauf der Handleiste. Bei schlank gewundenen Treppen werden die Stufenköpfe an der Kreislinie dabei aber zum Theil sehr spitz; es ist deshalb besser, dass man sich die Linie *a b c d* im Grundriss, Fig. 546 a, abgewickelt und als gerade Wagrechte in Fig. 546 b von *a*—10 aufgetragen denkt, in 10 eine Senkrechte errichtet und auf dieser die 10 Steigungen bis *d* eintheilt. Von *a* bis *b* und *c* bis *d* werden die ersten und letzten 3 Stufen richtig aufgetragen, worauf man *b* und *c* verbindet, die Linie halbirt und $\frac{b c}{2}$ bis *a'* und *d'* abträgt. In diesen beiden Punkten und in *i* errichtet man Senkrechte, welche sich in *k* und *l*, den Mittelpunkten zweier Kreisbögen schneiden. Die Wagrechten durch die Theilungen auf der Senkrechten 10—*d*, bis an jene Kreisbögen heran gezogen, ergeben die neue Stufentheilung, die man in den Grundriss zu übertragen hat. Um beim Hinaufgehen dem Fusse eine

Fig. 545.



sichere Trittläche zu bieten, kann man auch das Stufenprofil nach der schmalen Seite zu stärker unterschneiden, Fig. 547 a, b, c, wie das schon bei mittelalterlichen Wendel- und Spindeltreppen geschehen ist.¹⁾ Bei runden, elliptischen und hufeisenförmigen Treppen muss man ebenfalls die in Fig. 546 gezeigte Konstruktion ausführen. Wenn jedoch hier der innere Kreis einen grösseren Halbmesser hat, so genügt gewöhnlich gleichmässige Theilung in der Mitte und an den Köpfen der Stufen und Verbindung der Theilpunkte wie in Fig. 545. Die Stufenlinien werden hierbei, wie aus Fig. 548 zu ersehen, natürlich nicht nach dem Mittelpunkt des Treppen-

Fig. 546 a u. b.

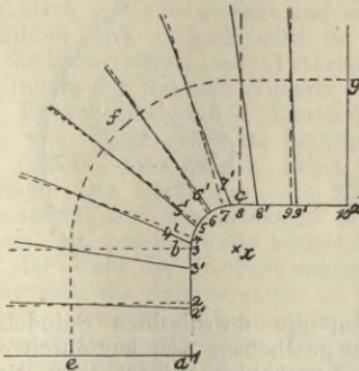


Fig. 547 a, b, c.

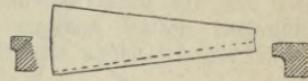


Fig. 548.

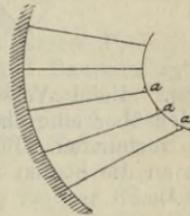
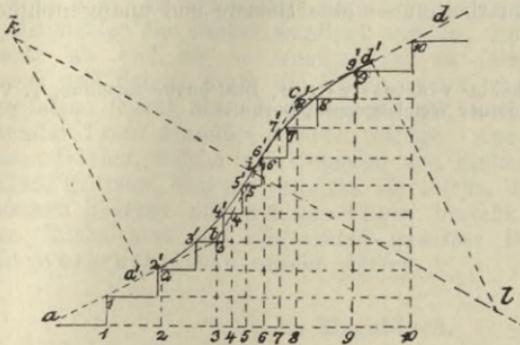
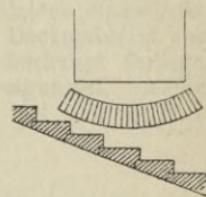


Fig. 549.



raumes gerichtet sein. Damit die Stufenköpfe bei dieser Eintheilung nicht zu spitz werden, rundet man sie im Grundriss, Fig. 548 bei a, etwas ab.

Führen die Stufen freitragender Treppen unter Fenstern vorbei, so dass das eingemauerte Ende nicht genügend belastet ist, so kann man sich durch Anordnung eines umgekehrten Gewölbebogens oder durch Einmauerung eines eisernen Trägers helfen, wodurch der Gegen-
druck der Stufe auf die Einfassung der Fensteröffnung übertragen wird, Fig. 549. Was über die unterstützten Treppen mit Wangen gesagt ist, gilt ebenso für die freitragenden mit solchen.

¹⁾ Vergl. Fr. Rauscher, der Bau steinerner Wendeltreppen.

f. Wendeltreppen mit massiver Spindel oder „Mönch“.

Die Konstruktion solcher Treppen ist sehr einfach, indem die Spindel — von etwa 18—25 cm Durchmesser — an die Stufen angebracht ist. Damit erstere mehr als Säule hervortritt, werden die Stufen entweder, wie in Fig. 550, etwas ausgeschnitten, oder ihre Seiten, wie in Fig. 551, tangential an 2 innerhalb liegende konzentrische Kreise gezogen. Der Zusammenhang zwischen Spindel und Stufe darf aber nicht zu gering werden, damit sie nicht ab-

Fig. 550.

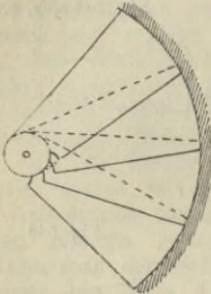
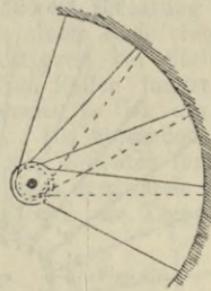


Fig. 551.



brechen. Beim Versetzen werden die durchlochten Spindelstücke entweder über eine eiserne Stange geschoben, oder nur durch eiserne Dübel verbunden. Bei Treppen mit hohler Spindel sind Wangenstücke an die Stufen anzuarbeiten — eine theuere und unangenehme Arbeit.¹⁾

¹⁾ Weiteres darüber siehe in Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné, T. V. und Rauscher, der Bau steinerner Wendeltreppen, Berlin 1889.

Berichtigung:

S. 105, Z. 9 lies: zum „Hineinführen“ statt „Hineinfahren“.

II. Die Eindeckung der Dächer.

Bearbeitet von H. Koch, Professor an der technischen Hochschule zu Berlin.

I. Einleitung.

Das Dach soll eine wasser- und schneedichte Decke für das Gebäude bilden und zugleich wird in den meisten Fällen verlangt, dass es die Einwirkungen sowohl starker Hitze als auch strenger Kälte auf das Innere der Gebäude mildere.

Als Deckungsmaterialien kommen Holz, Stroh, Schilf, Ziegel, Schiefer, mit Theer getränkte Leinwand, Papier, Pappe, Filz usw., Asphalt, Zement, dann Kupfer, Eisen, Blei und Zink, sowie Glas zur Anwendung. Die Deckungen mit Kupfer, Eisen, Blei und Zink, welche man mit dem Sammelnamen Metalldeckungen bezeichnet, werden erst an späterer Stelle besprochen.

Bei der Wahl der Deckungsmaterialien sind deren Preise, die Feuersicherheit, die Anforderungen an Sicherheit und Dauerhaftigkeit, mitunter die Gewichte und auch der Umstand inbetracht zu ziehen, ob sie ausser den gewöhnlichen Witterungseinflüssen auch den Einwirkungen von Dämpfen, flüchtigen Säuren usw. (bei Fabriken, Laboratorien usw.) zu widerstehen vermögen.

Je steiler die Dächer angelegt werden, um so rascher fliesst das Wasser ab und um so weniger ist zu fürchten, dass der Wind Wasser und Schnee durch die Fugen treibe und dass die Deckungsmaterialien feucht bleiben, desto weniger auch, dass plötzlich eintretender Frost denselben Schaden zufüge. Aus diesem Grunde schon müssen Dächer, welche mit kleineren und rauheren Platten eingedeckt werden, grössere Neigung erhalten als solche, deren Deckmaterial aus grösseren Stücken mit wenigen Fugen besteht. Ueberhaupt fordern diese Rücksichten die Einhaltung gewisser Dachneigungen, welche nicht unterschritten werden dürfen.

II. Ziegeldach.

a. Allgemeines.

Ziegelbedachung ist, vorausgesetzt, dass das Deckmaterial gut, eine der dauerhaftesten Bedachungen. Bei gewöhnlicher Arbeit und selbst nur mittelmässiger Güte des Materials kann man annehmen, dass dieselbe, abgesehen von kleinen Reparaturen, nur alle 50 bis 60 Jahre umgedeckt zu werden braucht, wobei das alte Material zum Theil noch weiter verwendbar ist. Denn alte Dachsteine sind gewöhnlich mindestens ebenso werthvoll wie neue, weil dieselben die Wetterprobe bestanden haben. Die Reparaturen an solchen Dächern werden anfangs hauptsächlich durch das Setzen des neuen Gebäudes und das Eintrocknen (Schwinden und Werfen) der Dachhölzer verursacht, dann durch das Auffallen schwerer Gegenstände, durch aussergewöhnliche Naturereignisse und vor allem durch das Begehen der Dächer seitens der Schornsteinfeger und Klempner bei Reparaturen der Dachrinnen usw.

Ein grosser Vortheil, den der Dachziegel vor anderen Materialien voraus hat, ist seine Porosität, seine daraus entspringende Volumenbeständigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen elementare Einflüsse, wie Frost, Feuer usw. Dieselbe bewirkt auch, dass der Haar-Kalkmörtel — womit die meisten Dächer verstrichen werden — fest an den Steinen haftet und besonders, dass Schwitzwasser an der unteren Dachfläche von den Steinen aufgesaugt wird und dann nach aussen verdunsten kann, während es bei anderem Deckungsmaterial abtropft und zur Fäulniss der Schalbretter usw. Veranlassung giebt. Allerdings ist die Porosität der Dachziegel auch manchmal so gross, dass dieselben, besonders bei neuen Dächern, Regenwasser auf der Innenseite abtropfen lassen. Diese Durchlässigkeit wird bei flachen Dächern und grösseren Steinen stärker sein als bei steilen Dächern, stärker auch bei Dachpfannen und Falzziegeln als bei den sogen. Biberschwänzen. Gewöhnlich verliert sich dieselbe nach einiger Zeit, sobald die Poren des Steins sich durch Eindringen von Staub und Russ geschlossen haben und Anwuchs von Flechten und Moos eingetreten ist. Allerdings lässt sich die Porosität der Steine durch Glasur, durch Eintauchen der Ziegel in Steinkohlentheer unmittelbar nach dem Entnehmen derselben aus dem Ofen, durch Ueberfangen, Uebergiessen der lufttrockenen, noch ungebrannten Ziegel mit feinem Thonschlamm, durch das sogen. Graudämpfen, die Verstopfung der Poren durch Graphit usw. mildern bzw. aufheben. Allein diese Verfahren werden öfter angewendet, um einem ungeeigneten Ziegelmaterial eine vorübergehende Wetterbeständigkeit zu verschaffen, so dass sie geradezu schädlich wirken und die Zerstörung desselben noch beschleunigen. Da man ein durchlässiges Dach des schlechten Aussehens wegen nicht gern mit heissem Steinkohlentheer streichen wird, kann man die Steine vor oder nach dem Verlegen mit Rübenmelasse, die aus Zuckerfabriken leicht zu beschaffen ist, tränken. Dieselbe wird an und für sich schon nach dem Trocknen die Poren verstopfen, dann aber infolge ihrer Klebrigkeit das Anheften von Staub und Russ befördern und schliesslich durch Uebergang in Essigsäure-Gährung die Bildung mikroskopischer Organismen, Flechten usw. hervorrufen, deren Zellengewebe nach dem Absterben ein feines vegetabilisches Filter innerhalb der Poren bilden, die Kapillar-Attraktion der letzteren vermehren und das eingedrungene Wasser besser zurückhalten.¹⁾

Die Einwirkung des Frostes auf mangelhaftes Material zeigt sich hauptsächlich in dem Abblättern der Steine, dem besonders die sogen. französischen Falzziegel, infolge ihrer Fabrikationsweise, ausgesetzt sind. Dieselben kommen als ein dünnes Blatt aus der Ziegelpresse und erhalten dann erst durch eine Schraubenpresse ihre Form. Dadurch wird die Struktur des Thones ungünstig verändert, ein Uebel, dem auch nicht durch einen bis zur Sinterung starken Brand abgeholfen werden kann. Bei Schwachbrand kann jedoch die Feuchtigkeit leicht in den Stein eindringen und der erste Frost schon Abblätterungen bewirken.

Nach der Form der Dachziegel sind Flachziegel-, Hohlziegel- und Falzziegeldächer zu unterscheiden.

b. Das Flachziegeldach.

Die Flachziegel oder Flachwerke, auch wohl Biberschwänze oder Zungensteine genannt, haben die Form eines länglichen, an der einen

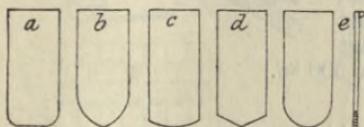
¹⁾ Näheres in Deutsche Bauzeitung 1889 S. 511.

kurzen Seite abgerundeten oder zugespitzten Rechtecks, Fig. 1 a, b, c, d und e, welches unterhalb der geraden, kurzen Seite mit einer Nase zum Festhalten an der Dachlatte versehen ist. Die Grösse der Biberschwänze ist vorläufig noch sehr ungleich; gewöhnlich beträgt die Länge etwa 35—40 cm, die Breite 15—16 cm und die Stärke 1,2—1,5 cm. Nachdem jedoch im Jahre 1888 ein Normalformat festgestellt und bei den preussischen Staatsbauten zur Anwendung empfohlen worden ist, welches 365 mm Länge, 155 mm Breite und 12 mm Stärke vorschreibt, lässt sich erwarten, dass dasselbe mehr und mehr zur Annahme gelangen wird. Die zulässige Abweichung des Normalformats von der Länge und Breite darf höchstens 5 mm, von der Stärke höchstens 3 mm betragen.

Gute Dachsteine müssen leicht, wetterfest und durchaus eben sein. Zeichen ihrer Güte sind bis zur Sinterung scharfer Brand, heller Klang, von Rissen und Sprüngen freie Flächen und ein geringes Wasseraufsaugungsvermögen.

Die Entfernung der Sparren von einander darf bei schweren Flachziegel-Dächern nur zwischen 0,90—1,25 m wechseln. Die Latten erhalten die Länge von 6,0—7,5 m und die Stärke von 5:8 cm (starke) oder von 4:6,5 cm (gewöhnliche). Die unmittelbar am First liegenden Latten werden nur 5 cm von der Kante entfernt befestigt und zwar mit 1 Nagel auf jedem Sparren, damit die Hohlsteine, welche die Dichtung dort bewirken, möglichst weit übergreifen. Die

Fig. 1.



am Fusse des Daches liegende Latte muss so auf dem Sparren befestigt sein, dass die Dachsteine das Gesims noch um 15 cm überragen.

Die Dichtung der Fugen, hauptsächlich gegen Eindringen von Schnee, erfolgt entweder so, dass man die Flachziegel innen und aussen mit Haarkalk verstreicht — welcher Verstrich aber nicht lange hält — oder so, dass man die Eindeckung auf böhmische Art herstellt, d. h. die Steine in Kalk mit möglichst engen Fugen vermauert, so dass die Stossfugen in Mörtel liegen und ebenso die Lagerfugen, bei welchen sich die Steine gegenseitig überdecken.

Es giebt 3 Eindeckungsarten mit Biberschwänzen:

- α. das Spliessdach,
- β. das Doppeldach und
- γ. das Kronendach.

α. Das Spliessdach.

Dasselbe erhält eine Dachneigung von höchstens $\frac{1}{3}$, besser $\frac{1}{2}$ der Gebäudetiefe und 1,10—1,25 m Sparrenweite. Die Lattnngsweite beträgt bei Normalformat der Steine 20 cm, wobei jede Latte eine einfache Reihe Dachsteine trägt; nur die oberste und unterste Latte tragen eine doppelte Reihe. Die Traufplatte erhält eine grössere Stärke als die übrigen; oder dieselbe wird hochkantig gelegt, damit die Traufreihe gleiche Neigung mit den anderen Ziegelreihen erhält. Die Lage der Steine nach Fig. 2 a und b ist insofern die bessere, als das abfliessende Wasser die Fugen der darunter liegenden Steine nicht ausspülen kann, wie bei der Lage nach Fig. 2 c. Die Ueberdeckung beträgt kaum die Hälfte der Dachsteine, Fig. 3, so dass, um das

Eindringen von Wasser zu verhindern, sogen. Spliesse, etwa 5 cm breite, dünne, aus Holz gespaltene Spähne von einer den Dachsteinen entsprechenden Länge, welche vortheilhafterweise mit einer die Fäulniss abhaltenden

Flüssigkeit zu tränken sind, unter die Fugen der Steine geschoben werden. An deren Stelle werden auch Streifen von Dachpappe oder Zink, erstere oft lang durchgehend, verwendet, Fig. 4. Trotzdem ist das Spliessdach nie ganz dicht und eignet sich deshalb nur für untergeordnete Gebäude. Man braucht für 1 qm:

5,1 m Dachlatten, 5,5 Stück Dachnägel, 35 Dachziegel, 0,02 cbm Mörtel und 35 Stück Spliesse. Das Gewicht beträgt für 1 qm einschl. Sparrengewicht etwa 500 kg.

Fig. 2 a.

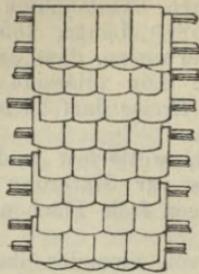


Fig. 2 b.

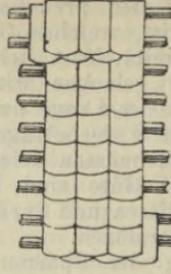


Fig. 2 c.

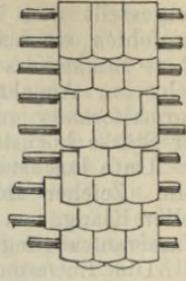


Fig. 3.

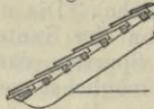
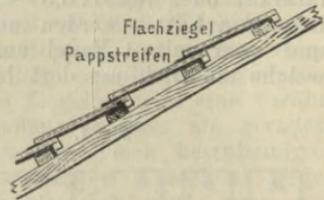


Fig. 4.



β. Das Doppeldach.

Dasselbe bekommt je nach der Güte des Materials $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ der Gebäudetiefe zur Dachhöhe.

Die Entfernung der Sparren von einander kann 0,9 bis 1,10 m, die Lattweite bei Normalformat 14 cm betragen. Auf jeder Latte liegt eine Reihe Dachsteine, Fig. 5 a und b, so dass sich diese um nahezu $\frac{2}{3}$ ihrer Länge überdecken. Am First und an der Traufe wird wieder eine Doppelschicht angeordnet. Der Verbrauch für 1 qm ist: 7 m Latten, 7,5 Stück Lattnägel, 50 Dachziegel, 0,03 cbm Mörtel, das Gewicht etwa 120 kg.

Fig. 5 b.

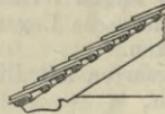
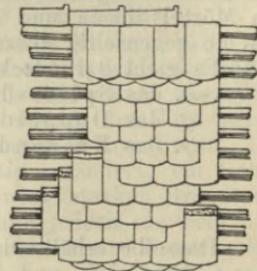


Fig. 5 a.



γ. Das Kronendach.

Dieses Dach, auch wohl Ritterdach genannt, erfordert dieselbe Dachneigung und Sparrenweite, wie das Doppeldach. Auf den 25 cm von Mitte zu Mitte entfernten Latten liegt eine doppelte Ziegelreihe, Fig. 6 a und b, so dass jene 5:8 cm stark sein müssen. Das Dach ist schwer, aber sehr dicht und lässt sich leichter ausbessern als das Doppeldach, welches wegen der grösseren Zahl von Latten auch etwas

theurer ist. Der Bedarf für 1 qm ist: 3,5 m Latten, 4 Lattnägel, 55 Ziegel, 0,03 cbm Mörtel, das Gewicht etwa 130 kg.

Auch das Kronendach erhält querdurch, und zwar jede Ziegelreihe, einen Mörtelstrich (Querstrich oder Querschlag), der nach Fig. 6 a möglichst an der oberen Kante der Ziegel liegen muss, um ein dauerhaftes Dach zu erzielen. An den Giebelseiten werden bei jeder Eindeckungsart halbe Steine gebraucht, die in ein Mörtelbett zu verlegen sind, auch wenn sie besonders geformt und mit Nase versehen von den Ziegeleien geliefert werden. Da bei dem Verhauen der Steine die

Fig. 6 a u. b.

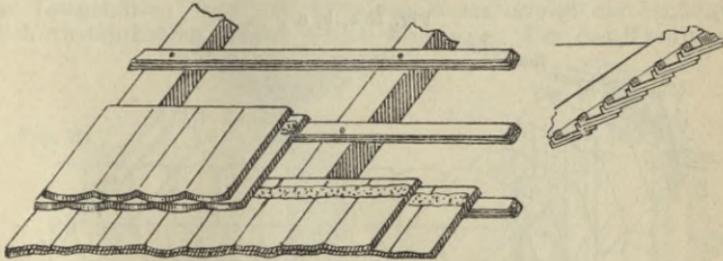


Fig. 7 a, b u. c.

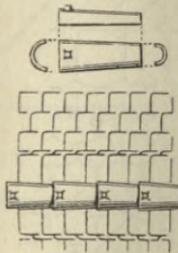


Fig. 9 a u. b.

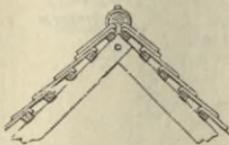
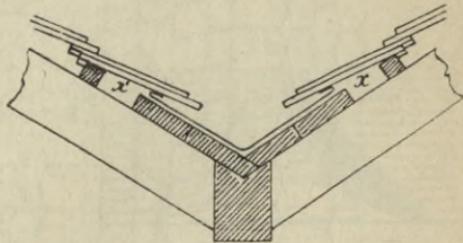
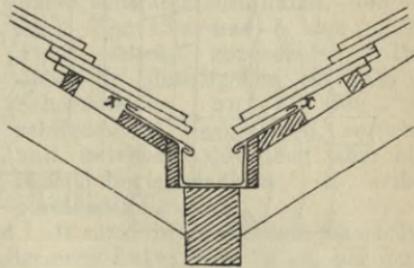


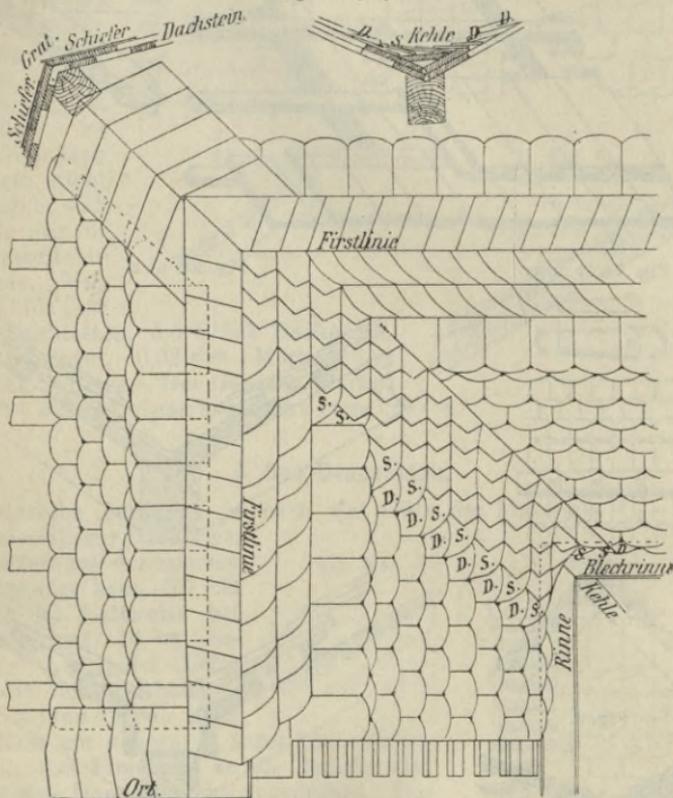
Fig. 8.



Nasen fortfallen, ist auch bei Graten und Kehlen das Verlegen in Mörtel nothwendig. Die Grate werden, ebenso wie die Firste, mit Hohlziegeln, Fig. 7 a, b und c, eingedeckt, welche 38—40 cm Länge, 16—20 cm grösseren und 12—16 cm kleineren Durchmesser haben und sich 8—10 cm überdecken. Diese Hohlziegel werden in Mörtelbettung verlegt und ihre Hohlräume mit einem Beton aus Ziegelbrocken und Kalkmörtel ausgefüllt, damit sie durch Stürme nicht leicht abgehoben werden können. Das breitere Ende der Hohlziegel muss der Wetterseite abgekehrt sein, bei Graten nach unten liegen. Bei steilen Graten

werden sie auf den Gratsparren mit Nägeln befestigt, zu welchem Zweck schon die Ziegel beim Formen am schmalen Ende ein kleines Loch erhalten, welches durch die nächsten Hohlziegel verdeckt wird. An Dachkehlungen müssen die Steine, ebenso wie bei Graten, schräg zugehauen werden; die Kehle kann zur Abführung des Wassers durch umgekehrt gelegte Hohlsteine, Fig. 8, gebildet werden. Besser ist es jedoch, sie mit Zinkblech oder, an schwer zugänglichen Stellen, mit Walzblei auszukleiden, Fig. 9 a und b. Eine solche Bleiauskleidung ist bei *x* mit Haften zu befestigen und etwas umzubiegen, um das Hineintreiben von Wasser oder Schnee bei starkem Sturm zu verhindern.

Fig. 10 a, b, c.



In vielen Gegenden erfolgt die Eindeckung mit Hilfe von Schiefer nach Fig. 10 a, b, c. Hierbei wird der First, Ort, Grat und die Kehle, nicht aber der Fuss oder die Traufe mit Schieferplatten auf Schalung in derselben Weise eingedeckt, wie später genauer bei den Schieferdächern angegeben werden wird, und zwar nicht nur bei gewöhnlichen Biberschwänzen, sondern auch bei Hohlziegeln und Dachpfannen.¹⁾ Am Ort, d. h. an der Giebelkante des Daches, lässt man bei frei stehenden Gebäuden die Dachlatten gewöhnlich 5–8 cm über den Ortsparrn hinausragen, schalt die Untersicht und nagelt gegen die

¹⁾ Vergl. Die Arbeiten des Dachdeckers, Darmstadt 1866.

Hirnen den Dachlatten ein sogen. Windbrett zum Schutz gegen Stürme, Fig. 11. Diese Windbretter werden häufig auch dekorativ ausgebildet. Stösst der Ort gegen eine Mauer, so lässt man eine Ziegelschicht der letzteren 4—5 cm vorkragen, so dass die Dachsteine darunter greifen können, und verstreicht die Fuge mit Mörtel. Ebenso verfährt man häufig beim First der Pultdächer. Da diese sogen. Kalkleiste aber infolge des Schwindens des Holzwerkes des Daches leicht undicht wird, thut man besser den Anschluss durch Zinkblech, sogen. Kappelleisten, zu dichten. Der Anschluss der Kappelleiste an das Mauerwerk geschieht nach Fig. 12 in der Weise, dass der obere Theil etwa 2 cm tief in die Fuge eingreift und dort durch verzinkte Mauerhaken festgehalten wird. In derselben Weise erfolgt die Einfassung von Schornsteinköpfen, Luken, Oberlichtern usw. Um das Traufwasser

Fig. 11.

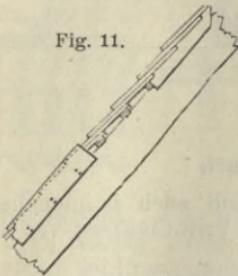


Fig. 15 a, b, c.

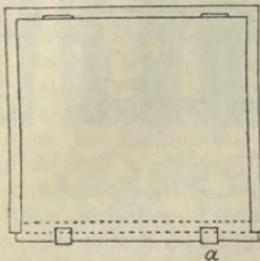
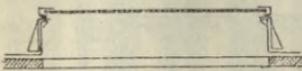


Fig. 12.

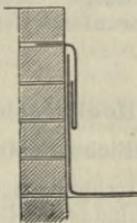


Fig. 13 a u. b.

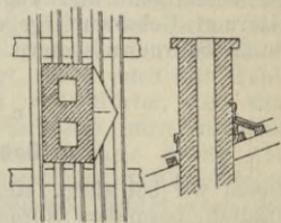
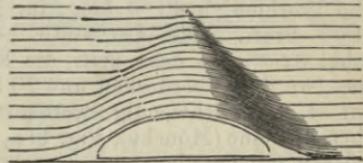


Fig. 14.



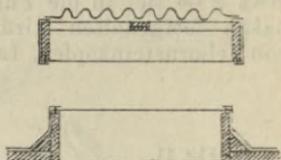
dabei seitwärts abzuführen, hat man nach Fig. 13 a und b den oberen Theil schräg abzuschalen. Dass dabei die Blechstreifen oberhalb des Schornsteines unter den anschliessenden Dachsteinen, seitwärts und unterhalb desselben aber über ihnen liegen müssen, ist selbstverständlich.

Um dem Dachraum Licht und Luft zuzuführen, wendete man früher fast ausschliesslich die sogen. Fledermaus-Luken, Fig. 14, an, bei denen die Ziegelreihen in geschwungenen Linien geführt werden müssen, was indess schwierig ist und sehr leicht Undichtigkeiten verursacht. Besser eignen sich hierfür die jetzt allgemein gebräuchlichen Dachfenster, bei denen der Rand durch aufgekantetes Zinkblech, Fig. 15 a, b, c, gebildet wird. Der Fensterrahmen erhält an 3 Seiten oben einen aufgelötheten Falz, in welchen eine Glasscheibe eingeschoben wird. Er ist an der oberen, dem First parallelen Seite mit eisernen Gelenkbändern am Rande befestigt, an der unteren mit eiserner Stellstange versehen, um das Fenster in beliebiger Stellung geöffnet halten zu können. An der unteren, der Traufe parallelen Seite, befinden sich 2 angelöthete Kupfer- oder Zinkblechstreifen, welche umgebogen werden, sobald die

an dieser Seite etwas über den Rand stehende Glasscheibe eingelegt ist.¹⁾

Aussteigeluken werden so angefertigt, dass man eine in die Dachlattung geschnittene, rechteckige Oeffnung mit einem an den Kanten verzinkten Bretterkranz, die mit der Lattung gebildeten Ecken mit dreieckigen Leisten umfasst, Fig. 16 a und b, und Alles mit Zinkblech bekleidet, welches letzteres oben am Rande mit Nägeln befestigt wird. Auf die Oeffnung passt ein Deckel, bestehend aus hölzernem Rahmen, der durch 2, sich in der Mitte kreuzende Leisten gegen Verschieben gesichert, seitlich mit glattem Blech und oben mit Wellblech bekleidet ist. Soll glattes Blech statt des letzteren benutzt werden, so muss der Deckel eine feste Bretterdecke haben. Derselbe ist durch ein Kettchen am Sparren zu befestigen und zugleich durch einen eisernen Ueberwurf gegen Herunterwerfen durch Sturm zu sichern.

Fig. 16 a u. b.

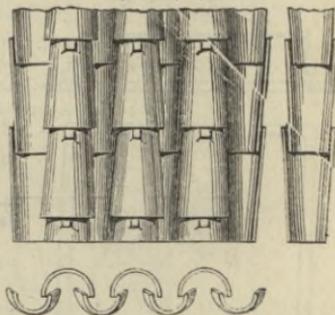


c. Das Hohlziegeldach.

α. Das eigentliche Hohlziegeldach

finden wir bei alten, steilen Kirchendächern, doch auch in manchen Städten, besonders Norddeutschlands, bei alten Privathäusern viel in Gebrauch. Die Ziegel — zwei Arten, bzw. Mönche und Nonnen genannt — sind gewöhnlich 40 cm lang, im Mittel 24 cm breit. Die Lattweite beträgt dabei 32 cm, so dass sich die Reihen um etwa 8 cm überdecken und 20 Steine auf 1 qm nothwendig werden. Die oberen Steine (Mönche), Fig. 17 a, b u. c, müssen mit dem breiteren Durchmesser nach unten liegen und sich hier gegen eine Nase des vorher gehenden Steines stützen. Zur Dichtung sind grosse Mörtelmengen nothwendig, wodurch die an sich schon grosse Dachlast noch vermehrt wird.

Fig. 17 a, b, c.



β. Das Pfannendach.

Dasselbe wird vorherrschend am Unterrhein und in Holland, in den Ostseeprovinzen, doch auch in Hannover, Hessen und in anderen Gegenden, besonders bei ländlichen Gebäuden ausgeführt. Der Hauptvorteil des Pfannendaches besteht darin, dass seine Fläche infolge der Gestalt der Dachsteine in zahlreiche kleine Rinnen zerlegt ist, deren jede, ausser dem allgemeinen Gefälle des Daches, noch eine Querneigung besitzt, wobei das Wasser sich schnell in der Rinnensohle sammelt und der Traufe zugeführt wird. Aus diesem Grunde trocknen solche Dächer schneller ab, als Biberschwanz-Dächer und sind erheblich wetterbeständiger als diese, welche den immerwährenden Wechsel von Schnee und Regen, Wärme und Kälte, wie ihn das nördliche Klima bringt, nicht recht vertragen können. Deshalb finden wir hier auch

¹⁾ Weiteres unter „Oberlichte“.

die alten Kirchendächer so steil und mit Vorliebe mit Hohlsteinen eingedeckt, welche zwar schwer sind, aber gleiche Vortheile wie Pfannendächer gewähren. Die einzelnen, wellenförmig gebogenen Pfannen macht man 39 bis 42 cm lang und 26 cm breit, oder auch nur 34 cm lang, wobei das Dach die Neigung der Spliessdächer haben muss, Fig. 18 a und b. Bei den grösseren Sorten beträgt die Lattweite 31,5 cm, bei der kleinen 23,5—26 cm. Voraussetzung für ein gutes Dach ist, dass die Pfannen möglichst regelmässige Form haben, also nicht windschief sind. Auch dabei müssen die langen Seiten behauen, „gekrämpt“, sowie die oberen Ecken, welche die folgende Schicht decken, fortgenommen werden, einmal um eine dichte Fuge zu erzielen und dann, um die nächste Schicht nach der Länge scharf einsetzen zu können. Sämmtliche Fugen werden von unten, die der obersten und untersten Schicht auch von oben, mit Haarkalk verstrichen, wobei oft auch noch Spliess untergelegt werden. Schwierig ist die Eindeckung der Firste und Grate, welche am besten mit Zinkblech erfolgt, doch auch mit Hohlsteinen und viel Mörtel. An den Giebeln herauf legt man mitunter Schieferstreifen in der Breite von 65—95 cm, manchmal auch an Firsten

Fig. 18 a u. b.

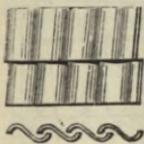


Fig. 19.



und Graten. Bei landwirthschaftlichen Gebäuden dichtet man die Fugen häufig durch Unterlegen von Strohdocken oder Strohwischen, welche bei Fruchtspeichern usw. den Luftwechsel nicht hindern, Fig. 19. Ist die Bedachung gut ausgeführt, so ist sie unter die besseren zu rechnen, besonders wenn dieselbe, wie in Ostpreussen geschieht, unterseitig mit Brettern geschalt ist.

γ. Das Krämpziegeldach.

Dieses Dach ist dem vorigen ähnlich; die Dachsteine haben verschiedenes Format, müssen sich etwa 8—10 cm überdecken, wonach die Lattungsweite einzurichten ist, und sind an den Kanten etwas nachzuarbeiten (zu „krämper“), um eine dichte Fuge zu erzielen; sie werden in Kalkmörtel verlegt. Die gewöhnlichsten Arten zeigen Fig. 20 und 21, erstere besonders in Gross-Almerode, in der Provinz Hessen, hergestellt. Abgeänderte Formen, welche eine Zwischenstellung zwischen Pfannen und Falzziegeln einnehmen, stellen die Fig. 22 a und b und Fig. 23 dar. First, Ort und Grate werden hierbei gewöhnlich mit Schiefer gedeckt.

Fig. 24 a und b zeigt das italienische Dach, eine Nachahmung des griechischen Tempeldaches, welches bei uns allerdings als Ziegeldach gar nicht, jedoch in ähnlicher Form als Zementplattendach vorkommt.¹⁾

d. Das Falzziegeldach.

Falzziegel haben, wie schon der Name andeutet, an den Rändern Falze und Leisten, welche passend in einander greifen, um so ohne Verwendung von Mörtel eine dichte Eindeckung zu liefern. Hauptbedingungen für die Güte dieser Dächer sind: 1. inniger Zusammenschluss der einzelnen Ziegel in den Falzen; 2. Luftdurchlässigkeit

¹⁾ Vergl. Deutsche Bauzeitg. 1878 S. 391.

von innen nach aussen; 3. Dichtigkeit gegen Regen²⁾ und Schnee; 4. Widerstandsfähigkeit gegen Sturm usw. Diese Bedingungen müssen ohne Zuhilfenahme fremder Materialien erfüllt werden. Hierbei ist ein in jeder Weise vorzügliches Deckungsmaterial Voraussetzung. Die Steine müssen von bestem Thon gebrannt, undurchlässig und durchaus nicht windschief sein. Ein mit Mörtel verstrichenes oder sonstwie gedichtetes Falzdach, wie es wohl häufig ausgeführt wird, ist fehlerhaft.¹⁾

Fig. 20.

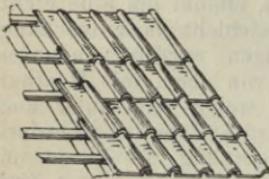


Fig. 21.

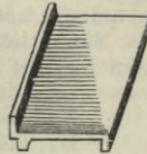


Fig. 22 a.

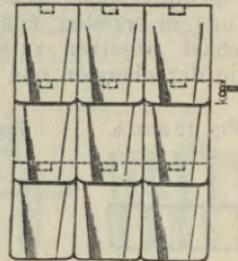


Fig. 23.

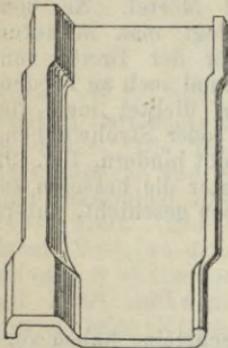


Fig. 24 a u. b.

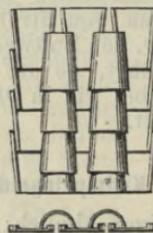
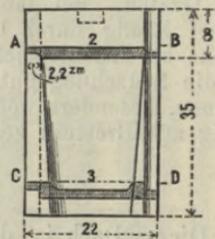


Fig. 22 b.



Als Dachneigung ist $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}$ der Gebäudetiefe anzunehmen.

Die Falzziegel haben die verschiedensten Formen und es können deshalb hier nur die bekanntesten und gebräuchlichsten angeführt werden. Fast alle haben der Länge nach Rippen oder eingepresste Erhöhungen, welche insbesondere das Ableiten des Regenwassers von den Fugen der nächst unteren Lage bezwecken.

Die etwa 20% geringere Dachneigung ergibt eine Kostenersparnis gegenüber dem Kronendach und daneben ein geringeres Gewicht. Sonstige Vorzüge sind: die schnelle Ausführung der Deckarbeit; guter Abfluss der Niederschläge, daher schnelles Trocknen

Fig. 25.

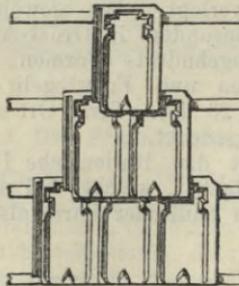
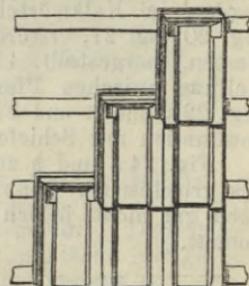


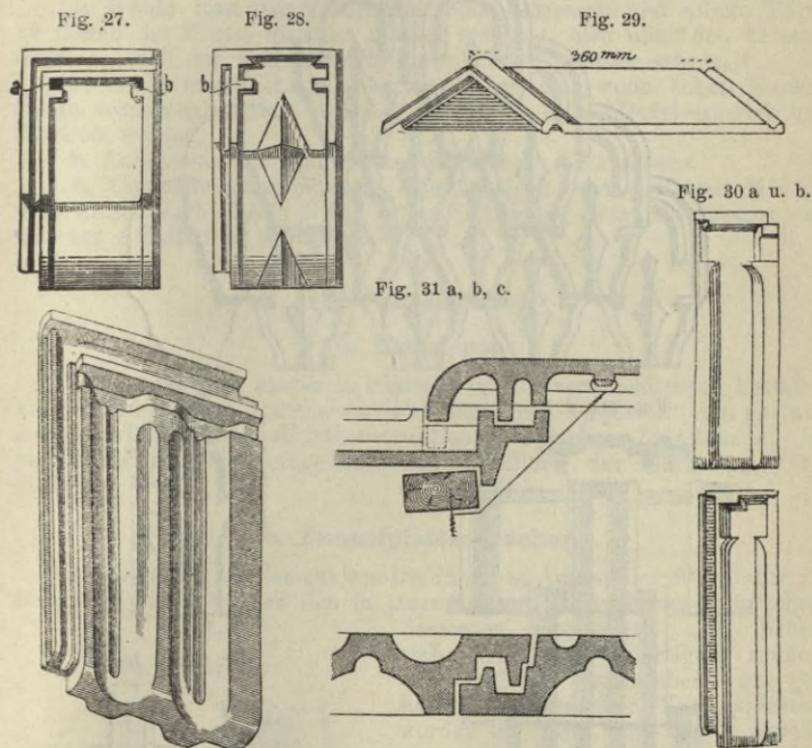
Fig. 26.



¹⁾ Vergl. auch Deutsche Bauzeitg. Jahrg. 1892, S. 345.

und voraussichtlich grössere Dauerhaftigkeit gegenüber den früher beschriebenen Dächern; Sicherheit gegen Eindringen von Nässe (nur bei vorzüglichem Material!) und grosse Leichtigkeit der Ausführung von Reparaturen, weil der neue Stein vom Dachboden aus eingeschoben werden kann.

Fig. 25 und 26 zeigen die beiden vorkommenden Eindeckungsweisen: mit wechselnden Längsfugen bzw. mit gerade aufsteigenden Fugen. Fig. 27 und 28 stellen zwei sehr gebräuchliche Falzziegel-Formen dar, von denen die letztere besonders den Namen „französischer Falzstein“ erhalten hat. Sie sind meist 38 cm lang, 23 cm breit und erfordern eine Lattweite von 30–31 cm. Ihr Gewicht beträgt 2,75–2,95 kg, der Verbrauch 16 Stück auf 1 qm.



Firste und Grate werden mit besonders geformten Steinen, die an den Stössen übergreifende Falze haben, gedeckt, Fig. 29. Zur Eindeckung der Orte werden besondere Rechts- und Linksziegel, Fig. 30 a und b angefertigt.¹⁾

Grössere Dichtigkeit verspricht ein Falzziegel mit doppeltem, an allen 4 Seiten schliessendem Falzverbande von Ludowici in Ludwigshafen, Fig. 31 a b c.

Eine ganz abweichende, den Biberschwänzen ähnliche Form zeigen Fig. 32 a u. b, letztere die Rückseite des Steins darstellend. Es sind die sogen. Schuppenziegel. Die Anwendung geht aus der Zeichnung hervor.

¹⁾ Vergl. auch Deutsche Bauzeitg. Jahrgang 1876 S. 33.

Durch gutes Aussehen zeichnen sich noch die sogen. Schweizer Parallelfalzziegel aus, welche, in der Schweiz viel angewendet, in Norddeutschland von der Rathsziegelei in Freienwalde angefertigt werden, Fig. 33 a und b. Diese Falzziegel haben vor den französischen den Vorzug, dass bei ihrer Herstellung kein Nachpressen erforderlich ist, sondern dass sie unmittelbar aus der Form in einem Strange herausgepresst und von diesem durch eine sinnreiche Vorrichtung abgeschnitten werden. Sie bieten deshalb mehr Gewähr gegen Wasserdurchlässigkeit, als die französischen Falzziegel.

Fig. 32 a.

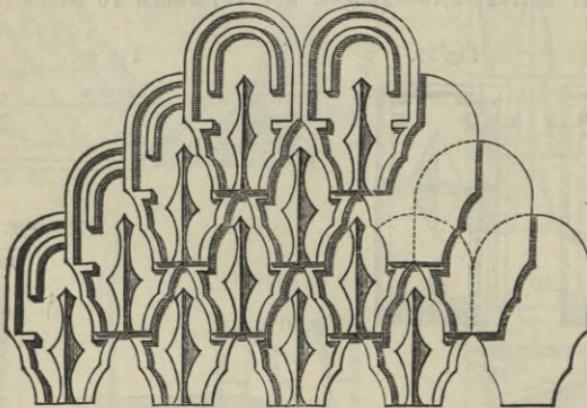


Fig. 33 a u. b.

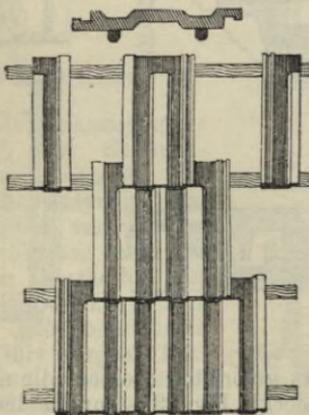
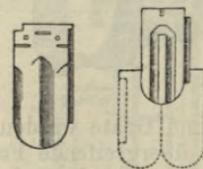


Fig. 32 b.



Fig. 34 a u. b.



Die Lattweite dieses Falzziegeldaches beträgt 32 cm, das Gewicht eines Steins 2,5 kg, das von 1 qm Dach einschliesslich Latten etwa 40 kg, also noch nicht so viel, als dasjenige des Kronendaches, der Bedarf 16 Ziegel auf 1 qm. —

Fig. 34 a und b zeigen die Thurmfalzziegel von Ludowici in Ludwigshafen, welche mit Nägeln auf einer Schalung befestigt werden müssen. Ihre Grösse beträgt $20 \times 12\frac{1}{2}$ cm oder $15\frac{1}{2} \times 10$ cm, so dass von der ersten Sorte 40, von der zweiten 65 Stück auf 1 qm zu rechnen sind.

Ziegeldächer über Stallgebäuden, besonders über Pferdeställen halten sich infolge des schädlichen Einflusses des warmen und feuchten Stalldunstes und seines Gehaltes an amoniakalischen und salzsauren Dämpfen nicht gut, wenn nicht für ausreichende Luftzüge gesorgt ist; gleichzeitig führen dieselben ein schnelles Verderben der unter dem Dach aufgespeicherten Futtevvorräthe herbei. Da der nur auf Temperatur-Unterschieden beruhende Luftwechsel zu Zeiten sehr gering ist, müssen die Decken über Stallräumen mit Bezug auf dunstdichten Abschluss besonders sorgfältig hergestellt werden.

Bedachungen mit Falzziegelsorten, welche eines Mörtelverstriches nicht bedürfen, können zu jeder Jahreszeit ausgeführt werden. Für Ausführung anderer Ziegeldächer ist aber Folgendes zu merken:

1. Wähle man zur Eindeckung eine Jahreszeit und solche Tage, an denen der Mörtel nicht zu schnell trocknet, also nicht den heissen Sommer, weil der Kalkverstrich sonst schnell abfallen würde.
2. Decke man nicht zu spät im Herbst ein, wenn schon Nachtfroste voraussehbar sind, welche gleichfalls dem Mörtelverstrich gefährlich werden.
3. Lasse man die Steine beim Eindecken stark nassen.
4. Verwende man keinen zu dünnflüssigen und zu fetten Mörtel, weil dieser leicht rissig wird, setze demselben auch Kälberhaare zu, um das Abfallen zu verhindern.¹⁾

III. Plattendächer.

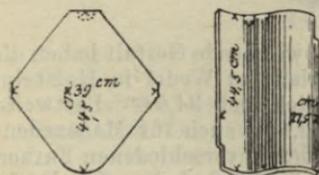
a. Glasziegel.

Solche werden, ausser in Platten, in den verschiedensten Formen, als: Biberschwänze, französische Falzziegel usw. hergestellt, um anstatt der verwickelten Oberlichtkonstruktionen, zwischen Ziegelsteinen in gewöhnlicher Weise eingedeckt, zur Erhellung des Dachraumes zu dienen.

b. Zementplatten-Dächer.

Dachplatten aus Zement wurden zuerst zu Anfang der 40er Jahre zu Staudach in Bayern aus den in jener Gegend gewonnenen, natürlichen Zementen angefertigt und haben sich trotz des dortigen rauhen Gebirgsklimas überraschend gut gehalten. Staudacher Zementplatten werden nach Fig. 35 a und b sowohl als Flachziegel, wie auch als Pfannen in Stahlformen gefertigt und ergeben bei ihrer ausserordentlichen Grösse und nur 13 mm Stärke ein sehr leichtes Dach (bei trockenem Wetter 40 % leichter als ein Doppeldach).

Fig. 35 a u. b.



Die Kind'schen Zementplatten, Fig. 36 a, nach Art der italienischen Dachdeckung in Elbing hergestellt, bestehen aus Platten und Deckeln, deren Zusammenfügung aus der Figur ersichtlich ist. Die Haupt-

¹⁾ Weiteres über Dachziegel in Deutsche Bauzeitung 1885 S. 56, 1887 S. 585, Centralbl. der Bauverwaltg. 1889, S. 158, „Arbeiten des Dachdeckers“, Darmstadt 1866 und Romberg's Zeitschr. für prakt. Baukunst. 1862.

platten sind 55 cm lang, im Mittel 31 cm breit und 12 mm stark. Die Lattweite beträgt 45 cm, so dass für 1 qm Dachfläche 8 Haupt- und 8 Deckplatten gebraucht werden. Tränkung der Ziegel mit Theer oder einem anderen, die Nässe abwehrenden Stoffe ist nothwendig, ebenso für die Giebel die Anfertigung besonderer Ortsteine, wie bei den Falzriegeln. Firstziegel und Kehlsteine zeigen die Fig. 36 b und c.

Die Elbinger Zementplatten, Fig. 37, sind 47 cm lang, 31,5 cm breit, 13 mm stark und haben das Gewicht von 5,5 kg. Ihre doppelte Wölbung hat bei a 13 mm Stich; die Dachneigung ist 1 : 3.

In Obercassel werden Zementfalzplatten, Fig. 38 a, b und c, angefertigt, welche 30 cm Seitenlänge und Abstumpfung an 2 Ecken haben, so dass sich hier noch zwei kürzere Seiten von 7,5 cm Länge ergeben. Die Platten überdecken sich an 2 Seiten um 5 cm, so dass für 1 qm 16 Platten erforderlich sind. Bei 1 cm Stärke wiegt das Stück nur 2,5 kg und 1 qm eingedeckte Fläche etwa 40 kg. Dieselben sollen selbst bei $\frac{1}{10}$ Dachneigung noch anwendbar sein; doch ist anzurathen, erheblich grössere Neigungen zu geben.

Fig. 37.

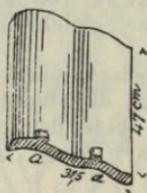


Fig. 36 a, b, c.

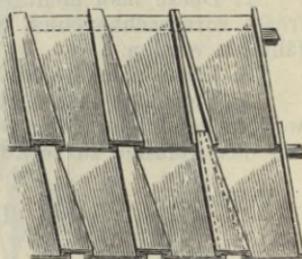
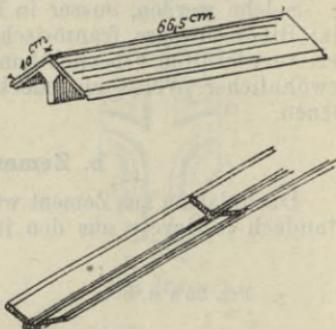
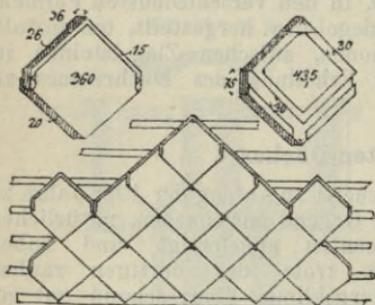


Fig. 38 a, b, c.

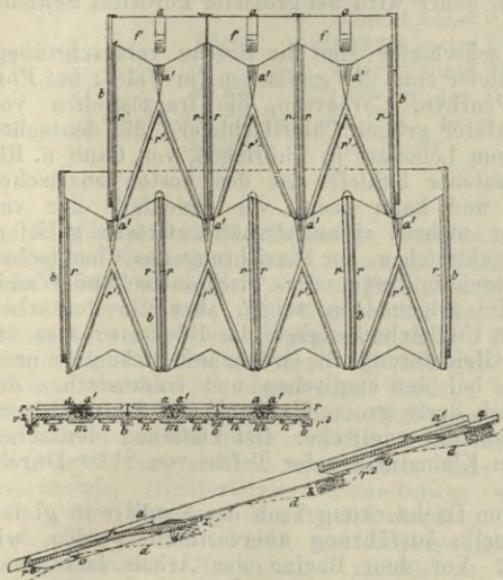


Eine von allen Dachziegelformen sehr abweichende Gestalt haben die Konkret-Dachziegel von Jörgensen und Kahland zu Wedel in Holstein, Fig. 39 a, b und c. Dieselben eignen sich bei 34,5 cm Lattweite sowohl für flache Dächer, bis 25° Neigung, als auch für Mansardendächer bis 75°, also 1 : 2 bis 1 : 4, und werden in verschiedenen Farben geliefert. Der winkligen Ablaufkante entsprechend haben die Dachziegel oben einen vertieften Ansatz f mit Ausschnitten $a a^1$, in welche die Zinkrinnen b münden, um das in die Fugen aufgenommene Wasser auf die Mitte des unteren Dachziegels zu leiten. Den gleichen Zweck erfüllen die spitzwinklig zu einander angeordneten Rippen r^1 , sowie die winklig geschnittenen Ablaufkanten. An der unteren Fläche sind die Dachziegel mit Rippen r^2 versehen, über welche die Zinkrinnen b fortgreifen und so einen Doppelfalz herstellen, welcher des Durchdringens des Wassers verhindert. Die Nasen $n n$ und der Ablauf m

dienen zum Anhängen und als Auflager für die Ziegel; die Nasen n greifen dabei so weit über in die Dachlatten eingetriebene Nägel, dass zwischen den Nasen und der Dachlatte ein Raum z entsteht, durch welchen sich etwa bildende Schwitzwassertropfen bewegen und an der unteren Fläche der Ziegel bis in den Wasserlauf derselben gelangen können, ohne von den Dachlatten abzutropfen. Die Oese o dient zur Aufnahme eines die Dachziegel mit den Latten verbindenden Drahtes d , wodurch das Abheben der Ziegel durch Wind verhindert wird.

Zur Deckung von 1 qm Dach sind etwa 15 Ziegel erforderlich; das Gewicht beträgt nebst Lattung etwa 42 kg . Für Eindeckung der Grate und des Firstes werden besondere Ziegel geliefert, die in mageren Zementmörtel zu verlegen sind; die Kehlen werden mit Zinkblech ausgelegt, die anschliessenden Steine passend zugehauen.

Fig. 39 a, b, c.



Schliesslich sei darauf hingewiesen, dass auch die gewöhnliche Monier-Decke ein regendichtes und feuerfestes Dach liefern kann, sofern die Bildung von Haarrissen durch regelmässige Annetzung in der ersten Zeit nach der Deckung und durch Theilung grosser, zusammenhängender Flächen unter Einschaltung federnder Metallstreifen vermeidbar ist, was kaum bezweifelt werden kann. Hierbei ist die Anordnung einer Dachneigung von $1:20$ anzurathen, da ein langsamer Abfluss des Regenwassers ohne Schaden für die Zementdecke, und die Ausführung dadurch wesentlich erleichtert ist.

IV. Das Schieferdach.

a. Allgemeines.

Eine der verbreitetsten Eindeckungsarten ist die mittels Schiefer. Obwohl in Deutschland vorzüglicher Schiefer mehrfach gebrochen wird, zieht man denselben doch vielfach englisches und französisches Material vor, und dies insbesondere in der Nähe der Küste, wo der Seetransport dem englischen Erzeugnisse einen Vorzug im Preise sichert. Schiefriiges Gefüge ist verschiedenen Gesteinen eigen und alle werden auch in der Nähe der Fundorte zum Dachdecken benutzt, obgleich mehre darunter, wie z. B. der Sollinger Sandstein und der Solnhofener Jurakalk, sich wegen ihrer geringen Wetterbeständigkeit nur wenig dazu eignen.

Gute Dachschiefer (Thonschiefer) müssen bei bläulich-schwarzer oder röthlich-brauner Färbung glatte Oberfläche und geringes

Wasseraufsaugungsvermögen haben, beim Anschlagen hell klingen und leicht spalten, sich bohren und durchlochen lassen. Fehler sind: Gehalt an Schwefelkies, kohlen saurem Kalk und Kohle. Schwefelkies oxydirt in feuchter und warmer Luft leicht und verursacht dabei die Zerstörung des Gesteins; er ist, wenn grobkörnig, an seinen messingglänzenden Kristallen, beim Glühen des Schiefers an dem Geruch nach schwefeliger Säure zu erkennen, während kalkhaltige Schiefer beim Benetzen mit Salzsäure aufbrausen, kohlenhaltige beim Glühen an Gewicht verlieren.

Die sicherste Probe zur Ermittlung der Güte eines Thonschiefers ist folgende: Man schüttet in ein Glasgefäss ein wenig Schwefelsäure, hängt in ersteres ein Stück Schiefer, ohne dass dasselbe mit der Säure in unmittelbare Berührung kommt, und verschliesst darauf das Gefäss möglichst luftdicht. Nach einiger Zeit wird schlechter Schiefer abblättern, während guter unversehrt bleibt. Ausser durch die in der Luft enthaltene schweflige Säure wird bei grösserer Porosität Schiefer durch Frost zerstört.

Bei Lieferung von Dachschiefer sind die Brüche vorzuschreiben. Die bekanntesten Dachschiefer sind die englischen (in Wales: bei Port Madoc, Bangor, Port Penrhyn, Carnarvon, die französischen von Angers und Rimogne (letzterer grüner Chloritschiefer), die deutschen von Nuttlar a. d. Ruhr, von Lehesten in Thüringen, von Caub a. Rh. usw. Besonders der Lehestener Schiefer ist den besten englischen Schiefen gleichzustellen und kann auch, wie gleichfalls der von Nuttlar, in Platten von mehren Quadratmetern Grösse geliefert werden (wie es z. B. bei zahlreichen, zur Einrichtung des Chemischen Laboratoriums in Charlottenburg bestimmten Tischplatten und Wandtafeln geschehen ist). Im allgemeinen zeigen aber die deutschen Schieferbrüche eine grosse Ungleichmässigkeit der Bänke, so dass die Tafeln nicht in derselben Gleichförmigkeit, Grösse und Dicke gewonnen werden können, wie das bei den englischen und französischen der Fall ist; es begründen sich darin grosse Unterschiede der deutschen Eindeckungsmethode gegen die englische. Bei Lieferung deutschen Schiefers muss daher ein Kleinstmaass der Tafeln von 21 cm Durchmesser festgesetzt werden.

Kaum bei einer anderen Dachdeckung kann der Bauherr in gleich leichter Weise durch unreelle Ausführung übervorthelt werden, wie bei Schiefereindeckungen. Vor dem Beginn der Arbeit lasse man deshalb die an Schiefer erforderliche Menge in leicht nachzuzählenden und zu prüfenden Haufen aufsetzen und behalte den etwa nicht verbrauchten Rest zurück. Anderenfalls liegt die Gefahr nahe, dass ein unzuverlässiger Unternehmer die Tafeln mit ungenügender Ueberdeckung verlegt, um dadurch für sich eine Ersparniss an Material zu erzielen.

Sehr schwierig ist die Beaufsichtigung von Reparaturarbeiten. Abgesehen davon, dass die Arbeiter manchmal mit Absicht auch gute Stellen der Deckung zertreten, um dadurch eine Vermehrung ihrer Arbeitsleistung zu erreichen, verwenden sie von dem zersprungenen Material noch dasjenige, welches eingedeckt, die Risse und Sprünge nicht erkennen lässt. Besonders erleichtert sind derartige und andere Unredlichkeiten bei geschalteten Dächern, während sie bei Lattung unschwer entdeckt werden.

Schieferdächer erhalten $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$, nur bei bestem englischen Schiefer und günstigen klimatischen Verhältnissen Höhen bis zu $\frac{1}{5}$ der Gebäudetiefe, in rauheren Gebirgs- und offenen Küstengegenden und bei gewöhnlichem Material $\frac{2}{5}$ bis $\frac{1}{2}$. Kleinere Schiefer erfordern

zwar grössere Steilheit des Daches und grössere Schwere desselben, leisten aber dem Schnee- und Winddruck, sowie dem Begehen besseren Widerstand.

Als geringste Ueberdeckung der Schieferplatten ist anzunehmen:

| Dachneigung | bei einem Doppeldach | bei einem einfachen Schablonenschieferdach von engl. oder meiningenschem Schiefer | bei einem deutschen Dach von gewöhnlichen, unregelmässigen Platten |
|----------------|--|---|--|
| 1:6 | 95 mm | — | — |
| 1:5 | 88 mm | — | — |
| 1:4 | 80 mm | 110 mm in der Fuss- schicht, sonst 70 mm | — |
| 1:3 | 70 mm | 80-82 mm in der Fuss- schicht, sonst 70 mm | — |
| 1:2 } 2:5 } | 60 mm od. in der dritten Schicht | 70 mm in der Fuss- schicht, sonst 60 bis 70 mm | 82 mm in der Fuss- schicht 70 mm im Mittel 53 mm oben. |

Englische und thüringensche Schiefer sind in der Breite mehr als $\frac{2}{3}$ zu überdecken, damit, wenn ein Stein heraus fällt, die Schalung nicht sichtbar wird. Bei ungleichmässig starken Platten muss die dünnere Kante die überdeckte, die dickere die überdeckende werden, damit dichte Fugen entstehen. Die glatteste und ebenste Seite ist nach oben zu legen. Erhöhungen („Putzen“) müssen dann durch einen Meissel abgestossen werden, wenn der Stein auf der Schalung oder auf einem anderen aufliegen soll. Treffen dieselben auf den hohlen Zwischenraum zwischen 2 Latten, so sind sie unschädlich. Die Nagellöcher sind so einzuhaue, dass die durch Aussplitterung entstehende, trichterförmige Erweiterung nach oben kommt und sammt dem Nagelkopf durch den darüber liegenden Stein verdeckt wird. Nur bei Ort-, First- und Schlussstafeln muss umgekehrt verfahren werden. Hierzu sind mindestens 32 mm, besser 40—50 mm lange Schmiedenägel zu verwenden, die man zum Schutz gegen Rosten verzinkt, besser verbleit oder verkupfert. Noch haltbarer, aber theurer sind Kupfernägel, oder wenigstens solche, die aus einer Legierung von Kupfer und Zink oder Zinn gepresst sind.

Die Eindeckung mit grossen Platten kann auf Lattung oder Schalung, mit kleinen Platten nur auf Schalung erfolgen. Lattung hat den Nachtheil, dass bei nicht ganz vorzüglichem Material und sehr sorgfältiger Eindeckung Schnee durch die Fugen der Deckung in den Dachraum eintreten kann; letzterer ist daher in seiner Temperatur sehr abhängig von Witterungswechseln. Andererseits schützt Lattung vor einigen erheblichen Nachtheilen der Schalung, als: dass man nur schwer Undichtigkeiten der Deckung von innen aus auffinden und ebenso schwer ausbessern kann; dass durch das Werfen der Bretter und durch das Begehen des Daches die Tafeln leicht beschädigt werden; endlich dass die Bretter infolge der Durchnässung durch die sich am Schiefer niederschlagende Luft-Feuchtigkeit leicht faulen. — Die Schalbretter dürfen nicht schwächer als 25 mm und nie breiter als 20 cm verwendet und müssen mit 70—80 mm

langen, vierkantigen Nägeln höchstens 20—25 mm von der Langfuge entfernt genagelt werden, damit sie durch das Werfen nicht die Steine zersprengen. Auf gleichmässige Stärke der Bretter sowohl, als der Latten ist besonders zu sehen; auch sind ihre Stösse zu verschieben. Sehr zu empfehlen ist es, die geschalteten Dächer zunächst mit Dachpappe einzudecken, weil dadurch das Eindringen von Regen und Schnee gänzlich verhindert, dann aber auch dem Durchnässen der Bretter durch das Schwitzwasser begegnet wird.

Schliesslich sei erwähnt, dass Schiefer starke Hitze nicht ertragen kann, bei einem Brande also sehr bald springt; das wird besonders bei Schwefelkies oder kohlen sauren Kalk enthaltenden Platten geschehen.¹⁾

b. Die englische Deckart.

Die englische Deckart erfolgt entweder auf Lattung oder auf Schalung, sowohl nach Art des einfachen Ziegeldaches oder, was

Fig. 42.

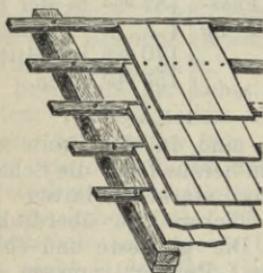


Fig. 41.

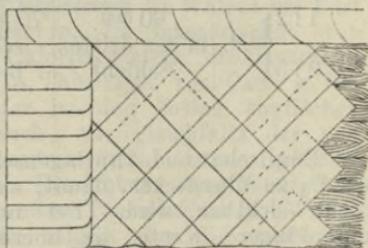
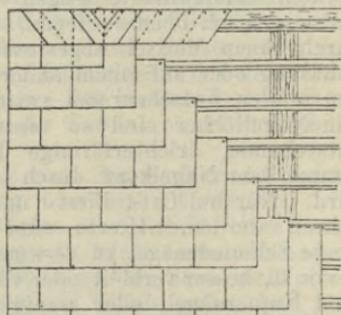


Fig. 40.



am häufigsten vorkommt, nach Art des Doppeldaches. Im ersteren Falle übergreifen sich die rechteckigen, parallel zur Firstlinie liegenden Platten so weit, dass die Schieferlagen überall doppelt sind. Die Fugen müssen mit Kitt oder Kalkmörtel gedichtet werden. Diese wenig empfehlenswerthe Deckungsart wird nur bei steilen Dächern da anzuwenden sein, wo auf Kostenersparniss besonders Rücksicht zu nehmen ist.

Bei der doppelten Eindeckung ist die Lattungsweite etwas geringer als die Hälfte der Tafellänge, damit der erste Stein den dritten immer noch etwas überdeckt, um das Eindringen von Schnee und Regen in die Fugen zu verhindern, Fig. 40. Häufig legt man die Platten auch übereck, Fig. 41. Die Nagelung ist etwa 15 mm von der oberen Kante entfernt mit 2 Nägeln, besser aber in der Mitte der Tafel, nach Fig. 42, auszuführen, so dass die Nägel gleichzeitig die obere Kante des darunter liegenden Schiefers festhalten und somit die Tafeln gegen das sehr schädliche Rütteln durch den Sturm sichern, dessen Angriffskraft bei dem erheblich kleineren Hebelsarme

¹⁾ Siehe Deutsche Bauzeitg. 1868, S. 161 ff., Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 133.

eine geringere ist. Sehr empfehlenswerth ist die Eindeckung nach dem System Mauduit & Béchet, bei welchem die Nagelung des Schiefers, die so leicht zum Auspringen desselben Veranlassung giebt, ganz vermieden wird. Die Schieferplatten werden hierbei durch Drahhaken, Fig. 43, die bei Lattung eingehängt, bei Schalung aber am oberen Ende zugespitzt und wie ein Nagel in das Holz eingeschlagen werden, am unteren Ende festgehalten, Fig. 44. Anstatt Haken aus Kupfer- oder Messingdraht gefertigt, worüber neben guten auch ungünstige Erfahrungen vorliegen,¹⁾ verwendet man jetzt auch solche nach Fig. 45; nur die Firstplatten müssen hierbei genagelt werden. Die Vorzüge dieser Eindeckungsart sind: 1. dass die Befestigungsstelle am unteren Ende der Platten liegt, wodurch den Stürmen grösserer Widerstand geleistet wird; 2. dass Reparaturen sich sehr leicht ausführen lassen, weil nur die Haken umzubiegen, die

Fig. 43.

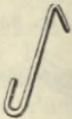


Fig. 44.

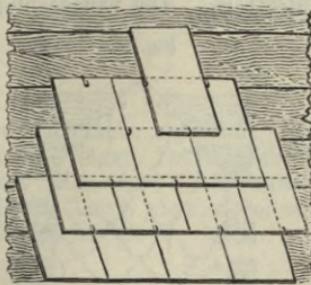


Fig. 45.

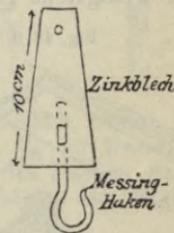


Fig. 46.

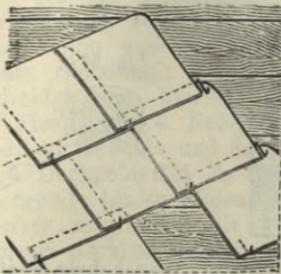


Fig. 47 a.

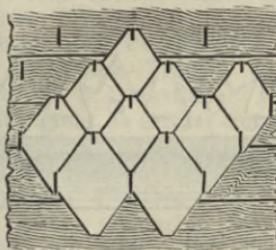
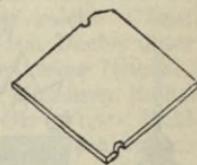


Fig. 47 b.



Platten zu entfernen und neue einzulegen sind, während bei genagelten Dächern stets eine grössere Fläche aufgenommen werden muss und zuletzt die Nagellöcher unbedeckt bleiben; 3. dass bei nöthig werdender Umdeckung die Schieferplatten, da sie nicht durchlocht sind, in beliebiger Weise wieder verwendet werden können.

Fig. 46 und 47 a zeigen die Eindeckung mit Schablonschiefer, Fig. 47 b eine Schieferplatte nach Fig. 46, welche oben und unten mit Einkerbungen versehen ist, um Drehung zu verhindern.²⁾

Nachstehende Tabelle giebt die Grösse englischer Schieferplatten, den Bedarf für 1 qm Dachfläche usw. an.³⁾

¹⁾ Deutsche Bauzeitg. 1886 S. 624; über die Gefahr bei Verwendung von Messingdraht Jahrg. 1876 S. 111.

²⁾ Deutsche Bauzeitg. 1868 S. 161 und 175.

³⁾ Weiter gehende Mittheilungen hierzu in Hilfswissensch. z. Bauk. I. S. 17 ff.

| Grösse. cm | Erforderliche Stückzahl für 1 qm | Lattungsweite bei schräger gerader Deckung. | | Latten- bedarf. | Gewicht für 1200 Stück Schiefer. kg | Nägel Stück für 1 qm |
|---------------|--|--|------|--------------------|---|----------------------------|
| | | cm | cm | | | |
| 61/36 | 10,5 | 35 | 28,5 | 2,90—3,70 | 3000 2600 | 24 28 |
| 61/30 | 12,4 | | | | | |
| 56/30 | 13,7 | 30 | 23,5 | 3,35—4,50 | 2450 1675 | 31 40 |
| 51/25 | 18,3 | | | | | |
| 46/23 | 23,0 | 28 | 21 | 3,65—5,00 | 1350 | 50 |
| 41/20 | 30,0 | 25,5 | 18 | 3,95—5,85 | 1050 | 64 |

Traufe und First werden etwa 30 cm breit eingeschalt, erstere bei überstehenden Dächern gänzlich und dann auch mit gespundeten oder wenigstens gefalzten Brettern. Die Eindeckung der Firste und

Fig. 48 u. 49.

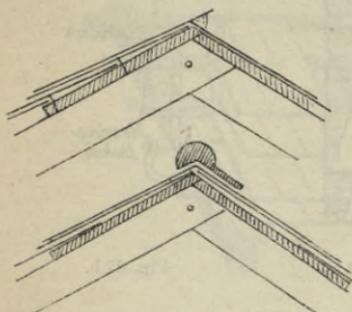


Fig. 51.

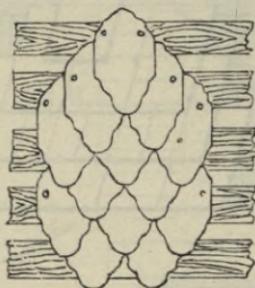


Fig. 52.



Fig. 53 a.

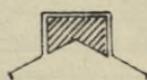


Fig. 50 a u. b.

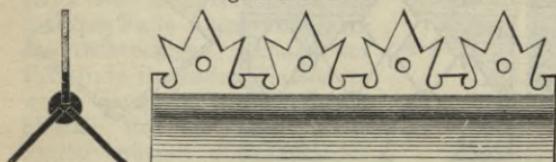
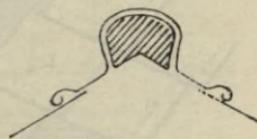


Fig. 53 b.



Grate geschieht in der Weise, dass die dem Wetter abgekehrte Seite von der obersten Schieferreihe der Wetterseite um 6—8 cm überragt und die Fuge mit Haarkalk verstrichen wird, Fig. 48. Besser ist die Ueberdeckung mit Patent-Firststeinen, Fig. 49 oder Fig. 50 a u. b, oder mit Zink- oder Eisengussplatten, welche später beschrieben werden soll.

Sehr ähnlich der englischen Eindeckung ist die französische; nur dass hierfür statt der Latten keilförmige Bretter von 11—13 cm Breite und 15—16 mm Dicke verwendet werden, deren Befestigungsweite ganz nach der sehr verschiedenen Grösse der Schieferplatten einzurichten ist, welche in ihrem sichtbar bleibenden Theile schuppenartig, nach Kreis-, Spitzbögen usw. gebildet sind, Fig. 51. Zur Eindeckung der Grate, Firste usw. wird Walzblei, Weissblech, hauptsächlich aber Zinkblech verwendet. Die Blechkappen werden auf der Schalung mit verzinkten Nägeln in 30—45 cm Entfernung befestigt, deren Köpfe mit kleinen, aus Zinkblech gestanzten Hauben überwölbt werden, Fig. 52. Profilirte Firstleisten zeigen Fig. 53 a und b.

Empfehlenswerth ist die Eindeckung der Grate mit gefalzten Zinkplatten, Fig. 54, durch welche, da Nagelung oder Löthung nicht stattfindet, dem Metalle die Möglichkeit der Ausdehnung usw. gewahrt bleibt.

Dachhaken dienen bei den Schieferdächern zum Anhängen von Leitern und werden mit Schrauben an den Sparren befestigt, Fig. 55 a und b. Die obere Hälfte des Hakens wird mit Blech abgedeckt, während die untere einer eben solchen Unterlage bedarf, damit das vom Haken ablaufende Regenwasser nicht eindringe.

Uebrigens sind Haken, wenn es nur auf die Möglichkeit der Erreichung

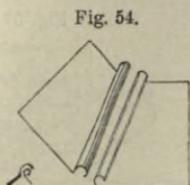


Fig. 54.

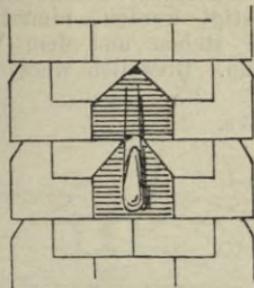
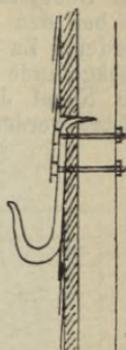


Fig. 55 a u. b.



jedes Punktes der Dachfläche ankommt, erst erforderlich, wenn das Dach steiler als das sogen. Drittdach (Höhe = $\frac{1}{3}$ der Basis des Satteldaches) ist. Man wird aber zum Schutz des Daches gegen Betreten besser thun, Haken gänzlich ohne Rücksicht auf die Neigung überall anbringen zu lassen.

c. Die deutsche Deckart.

Da die Schieferplatten deutscher Brüche, wie schon erwähnt, gewöhnlich sehr ungleich von Grösse, auch kleiner als die der englischen und französischen Brüche sind, erhalten solche Dächer stets Schalung. Entsprechend den Bezeichnungen am Dache unterscheidet man hierbei: 1. Fusssteine (Trauf-), 2. Ortsteine (Giebel-), 3. Firststeine, 4. Kehlsteine und 5. Decksteine. Die einzelnen Reihen heissen Gebinde und darnach giebt es wieder Fuss-, Ort-, First-, Kehl- und Deckgebände. Zu den unteren Reihen der zum First schräg aufsteigende Linien bildenden Deckgebände verwendet man die grösseren, weiter nach oben die kleineren Platten, wobei man den Gebänden um so stärkere Ansteigung giebt, je flacher das Dach ist. Je nach der vorherrschenden Windrichtung soll das Dach von rechts nach links oder umgekehrt eingedeckt werden, damit nicht der Sturm Schnee und Regen in die Fugen treiben kann. Gewöhnlich erfolgt die Deckung aber nach rechts ansteigend.¹⁾

Grosse Decksteine werden mit 3, kleinere nur mit 2 Nägeln auf die Borde (Bretter) aufgenagelt, wobei darauf zu achten ist, dass die Nagelung nur auf einem, nicht 2 Borden erfolgt, weil durch die Bewegung des Holzes der Stein leicht zersprengt werden würde. Es darf ferner niemals ein Deckstein über 2 darunter liegende fortgreifen, weil hierdurch das Dach undicht würde; ebenso wenig darf ein Stein kürzer sein, als ein darunter liegender. Beim Decken wird nach Fig. 56 mit den ersten 3 Fusssteinen rechts begonnen und jeder mit 3, 4 oder 5 Nägeln, je nach der Grösse, befestigt, darauf der

¹⁾ Ueber die Form und Verwendung der verschiedenen Gattungen von Dachschiefer siehe: Die Arbeiten des Dachdeckers, Darmstadt, 1866.

Anfang mit dem ersten Deckgebände gemacht; so geht es weiter. Die Fusssteine lässt man 8—10^{cm} über das Hauptgesims fortreichen (überstehen), wenn die Traufe nicht mit Zinkblech abgedeckt ist. Die Firststeine werden zum Schluss der ganzen Dachfläche gewöhnlich von links nach rechts in einem gleich breiten Gebände aufgenagelt. Diese Steine müssen also gleich hoch, können aber ungleich breit sein. Der Ueberstand nach der Wetterseite beträgt wieder 6—8^{cm}, ebenso bei den Graten. Beide müssen gut mit Haarkalk verstrichen werden. Zu den Ortsteinen, welche zugleich mit jedem zugehörigen Deckgebände befestigt werden, nimmt man kleinere Steine, damit die Nägel dichter stehen und dem Winde besser Widerstand geleistet werden kann. Bisweilen werden jedoch die Orte mit einem

Fig. 57 a.

Fig. 57 b.

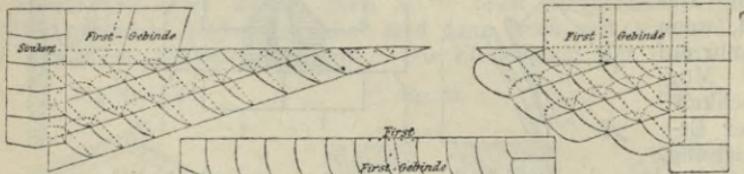


Fig. 56.

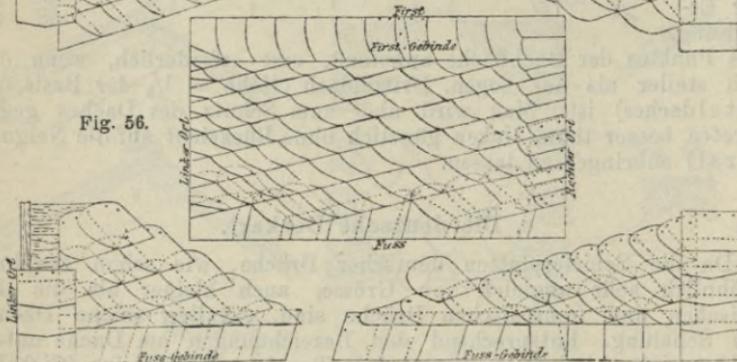


Fig. 57 c.

Fig. 57 d.

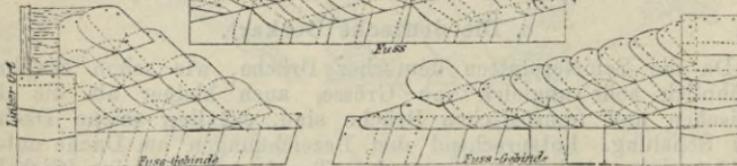
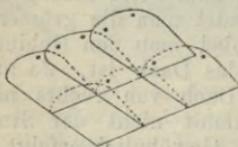


Fig. 58.

Fig. 59.



gleich breiten Gebände — Strakort — eingedeckt, Fig. 57 a, b, c, d, wobei die Linie, mit welcher sich die Strakortsteine überdecken, eine gerade, wie in Fig. 57 b, zuweilen aber auch, mit Ausnahme des untersten Steines, eine gebogene oder stumpfwinklige sein kann. Auch das Fussgebände besteht dann aus gleich hohen Platten.

Fig. 58 zeigt eine an manchen Orten gebräuchliche, von der gewöhnlichen abweichende Form der Decksteine.

Die Eindeckung der Kehlen bei Schieferdächern kann in der Weise bewirkt werden, dass man dieselben zunächst durch Verschalung ausrundet und dann mit kleineren, sehr dicht gelegten Platten auskleidet, Fig. 59; die Ränder auch dieser Platten müssen sich 6 bis 10^{cm} überdecken. Fig. 60 zeigt die Eindeckung eines ganzen

Daches auf deutsche Art mit Graten, Kehlen, rundem Treppenvorbau, Schornsteinöffnungen und Dachfenstern. Die Wangen der Dachfenster werden mit ebensolchen Kehlsteinen bedeckt. Man thut gut, wenigstens die Kehlen, den First und die Grate mit Dachpappe auszukleiden und darauf erst den Schiefer zu nageln, wenn man nicht

Fig. 60.

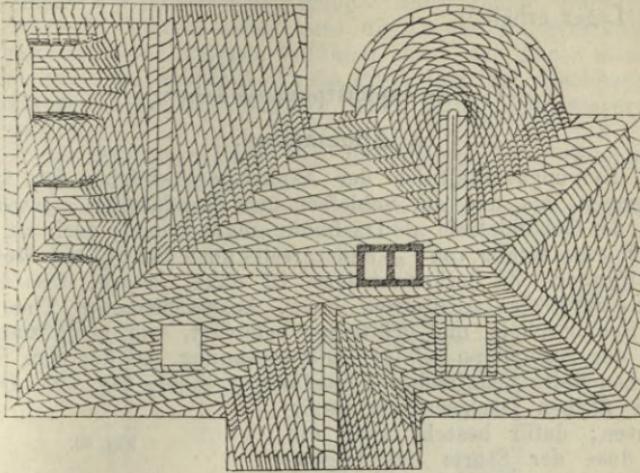


Fig. 62.

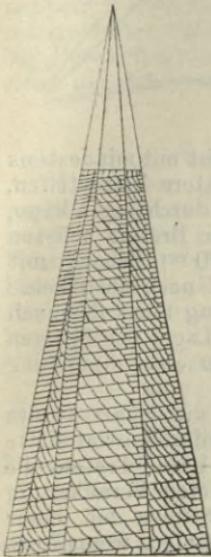
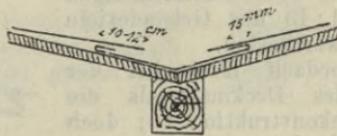


Fig. 61.



vorzieht, hier statt desselben Zinkblech zu verwenden, was besonders bei Kehlen von bedeutender Länge anzurathen ist, weil das in grosser Menge zusammen fließende Wasser leicht unter die Kehlsteine und in den Dachraum dringen kann. Das Zinkblech wird an beiden Seiten etwa 15 mm breit umgebogen, Fig. 61; doch muss der umgebogene Streifen nicht fest aufliegen, sondern 1–2 mm abstehen, damit eindringendes Wasser sich nicht weiter verbreiten kann. Der Ueberstand der Schieferplatten beträgt 10–12 cm. Die Zinktafeln werden durch Blechklammern („Haften“) in gewöhnlicher Weise befestigt, damit sie zum Ausdehnen und Zusammenziehen freien Spielraum behalten. Vorzüglich eignet sich die deutsche Deckart zur Bekleidung von Mansarden-

und Thurmdächern. Fig. 62 zeigt ein Thurmdach, dessen Spitze mit Blech bekleidet ist. Die Grösse der Schieferplatten nimmt von unten nach oben ab. Die linke Seite stellt die Strakort-Eindeckung dar, welche hier weniger angebracht ist, als die gewöhnliche. —

Wird die Forderung vollständiger Feuersicherheit an ein Schieferdach gestellt, so ist dasselbe nach dem System Monier so einzudecken, dass der Schiefer mittels Bindendraht auf einem Drahtnetz von 8^{cm} Maschenweite befestigt wird, welches seinerseits wieder auf einem Dachgespärre aufruft. Nach Fertigstellung eines Feldes zwischen Pfetten und Bindern erfolgt von der Unterseite aus das Gegentragen des Zementmörtels gegen das Dachgerippe und den Schiefer, der durch Abbinden mit dem Mörtel auch ein festes, gegen Sturm gesichertes Lager erhält.¹⁾

V. Die Asphaltpappe-Dächer.

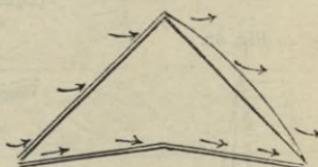
a. Allgemeines.

Das Neigungsverhältniss der Asphaltpappe-Dächer ist weniger eng umgrenzt, als das der Schiefer- und Ziegeldächer. Gewöhnlich wird $\frac{1}{15}$ der Gebäudetiefe als Dachhöhe angenommen; doch ist einerseits noch eine solche von $\frac{1}{8}$, andererseits auch von $\frac{1}{20}$ der Gebäudetiefe ausführbar. Zu berücksichtigen ist dabei jedoch, dass eine zu grosse Neigung das Ausfliessen bezw. Auswaschen des Theers bei heissem Sonnenschein und bei Regen befördert, wie auch zu einem Abheben der Dachpappe infolge Luftverdünnung auf der dem Sturme abgekehrten Seite des Daches Veranlassung giebt, Fig. 63. Dies ist zwar bei flachen Dächern nur wenig zu fürchten; dafür besteht aber die Gefahr, dass der Sturm das Regenwasser aufwärts gegen den Dachfirst treibt. Darnach sind Dachneigungen von 1:10 bis 1:15 der Gebäudetiefe am empfehlenswerthesten.

Das Pappedach lässt bei der Leichtigkeit des Deckmaterials die leichteste Dachkonstruktion zu; doch muss man sich hüten, hierin eine gewisse Grenze zu überschreiten. Die Dachschalung ist mit mindestens 2,60^{cm} starken, gespundeten oder verdübelten Brettern herzustellen, damit dieselbe sich beim Betreten des Daches nicht durchbiegen kann, wobei Zerreißen der Pappe eintreten würde. Die Bretter müssen gleichmässige Stärke und Breite von höchstens 20^{cm} haben, mit versetzten Stössen aufgenagelt werden und dürfen nach oben keine Waldkanten, Astlöcher usw. zeigen; die ganze Schalung muss demnach frei von Unebenheiten sein. Nur bei sehr enger Lage der Sparren genügt die Brettstärke von 2^{cm} und kann auch von einer Spundung derselben abgesehen werden.

Am haltbarsten sind die Pappedächer, wenn die Sparrenweite der Breite der Pappedecken entspricht, d. h. wenn dieselbe von Mitte zu Mitte 98^{cm} beträgt (Rollenbreite gewöhnlich 1^m). Treten die Sparren weit über die Mauerflucht heraus, so ist deren Verankerung nach Fig. 64 und 65 (a und b), entweder mit den Stielen bei einer Fachwand, oder mit der Balkenlage bei massiven Gebäuden, wenigstens bei den Bindern, anzurathen, um dem etwaigen Abheben des leichten Daches durch Sturm vorzubeugen.

Fig. 63.



¹⁾ Weiteres über diese Konstruktion siehe in G. A. Wayss, das System Monier, Berlin 1886, über die deutsche Dachdeckungsart „die Arbeiten des Dachdeckers“ Darmstadt 1886.

Dachpappe soll die Stärke von etwa 2,5 mm und ein langfaseriges Gefüge haben, sich weich und doch fest gearbeitet anfühlen und beim Biegen und Zusammenlegen keine Brüche zeigen, was eintritt, wenn die Papiermasse mit Stroh- oder Holzstoff versetzt oder aus sonstigen, geringwerthigen Bestandtheilen hergestellt ist. Solche Pappe muss mit wasserfreiem, nicht entöltem Steinkohlentheer, welchem 15% Asphalt zuzusetzen sind, durchtränkt sein. Gute vorschriftsmässig getränkte Dachpappe hat blanke Farbe; matte Farbe ist ein Zeichen dafür, dass die Pappe mit Steinkohlentheer allein getränkt war, lappiges Anfühlen, dass der Theer wasserhaltig gewesen ist. Als schärfste Probe gilt, dass bei Dachpappe nach 24 stündigem Liegen in Wasser, sich keine Gewichtsvermehrung zeigen darf.

Um das Zusammenkleben der Rollenpappe zu verhindern, wird dieselbe mit Sand bestreut.

Hinter den häufig mit hochklingenden Namen angepriesenen Dach-

Fig. 64 a u. b.

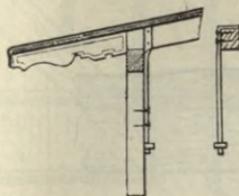
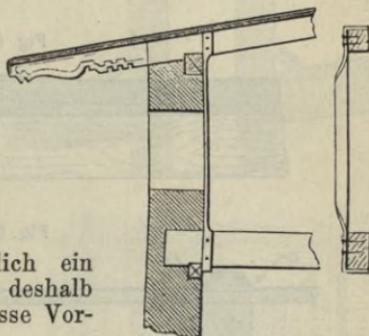


Fig. 65 a u. b.



pappen versteckt sich gewöhnlich ein mangelhaftes Fabrikat und es ist deshalb bei Beschaffung von Pappen grosse Vorsicht geboten.

b. Die Eindeckung der Pappedächer.

Die früher meist in Gebrauch gewesene — tafelförmige — Dachpappe ist jetzt allgemein von der Rollen-Dachpappe verdrängt worden, welche, nach Vereinbarung des Vereins deutscher Dachpappe-Fabrikanten, 1 m breit und 7,5—20 m lang angefertigt wird; zuweilen kommen aber auch noch Breiten von nur 0,9 m vor. Die Rollenpappe verdient den Vorzug, weil die damit gedeckte Dachfläche weit weniger Fugen enthält, deshalb dichter ist und flachere Neigungen verträgt.

Man unterscheidet drei Eindeckungsarten mit Rollenpappe:

1. die Eindeckung ohne Leisten mit offener Nagelung (sogen. ebenes Pappedach).
2. die Eindeckung mit verdeckter Nagelung auf dreieckigen Leisten (Leistendach) und
3. die doppellagige Eindeckung.

1. Bei der Eindeckung ohne Leisten werden die Bahnen parallel zur Trauf- und Firstlinie so gelegt, dass jede die tiefer liegende um 4 cm Breite überdeckt und mit dieser fest genagelt wird, nachdem zwischen beiden dick eingekochter Steinkohlentheer als Klebmittel gestrichen worden ist. Zur Nagelung in 5—10 cm Abstand sind breitköpfige, verzinkte Rohrnägel zu verwenden. Die wagrechten Nähte liegen je nach der Breite der Rollen in 86—96 cm Entfernung. In solcher Weise werden aber nur die Dächer sehr untergeordneter Ge-

bäude hergestellt und sind hierzu für 1 qm erforderlich: 1,05 qm Pappe = etwa 2,5 kg schwer, 50 Nägel ($\frac{16}{12}$), 0,20 kg Asphalt und 0,6 l Steinkohlentheer.

2. Die Leisten bei der zweiten Eindeckungsart werden nach Fig. 66 aus astfreien, möglichst trockenen Brettern getrennt, so dass sie 65 mm Breite und 33 mm Höhe haben. Sie werden senkrecht zur Firstlinie auf die Schalung mit $\frac{19}{36}$ starken Drahtnägeln in 75 cm Abstand so genagelt, dass die an ihren Seiten aufzubiegenden Pappebahnen fast bis zur oben liegenden Kante hinan reichen. Bei nicht gespundeter Schalung ist darauf zu achten, dass der Stoss zweier Leisten nicht auf eine Brettfuge trifft, weil beim Werfen der Schalbretter die Leistenköpfe verschoben und die Pappestreifen zerrissen werden würden, Fig. 67. Die Pappebahnen sind senkrecht zur Firstlinie

Fig. 66.



Fig. 67.

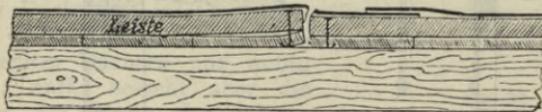


Fig. 68.

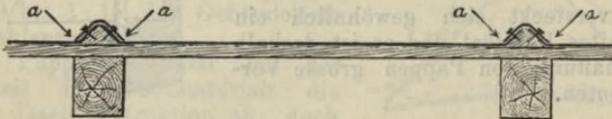
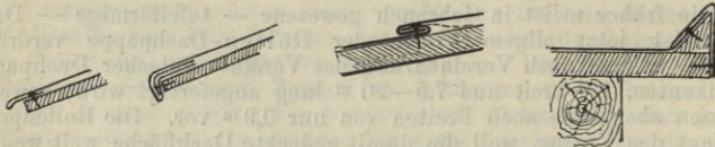


Fig. 69 a u. b.

Fig. 70.

Fig. 71.



zwischen je zwei Leisten auszubreiten und nach Fig. 68 fest in die Ecken bei *a* zu drücken. Hiermit wird bei der Traufe entweder nach Fig. 69 a so begonnen, dass die Nagelung verdeckt ist und die Pappe etwa 2 cm über die Schalung fortreicht, oder, nach Fig. 69 b, noch ein Heftstreifen eingefügt. An den Stößen werden die Bahnen entweder nach Fig. 70 überfalzt, so dass die Nagelung verdeckt ist; oder es überdecken sich die Pappelagen nur etwa 8 cm weit und werden durch offene, etwa 5 cm weite Nagelung verbunden. Am First ist ihnen je nach der Winkelgrösse 15=20 cm Ueberdeckung zu geben. Die Deckstreifen sind, entsprechend dem Leistenprofil, 10 cm breit zu schneiden, in der Mitte einzubiegen und mit besonders grossköpfigen Drahtnägeln in 5—6 cm Abstand von einander zu befestigen. An der Traufe werden die Lappen des hier in der Mitte aufgetrennten Deckstreifens über einander gelegt und auf die abge-

schräge Seitenfläche der Leiste genagelt. An den Giebeln erfolgt die Deckung nach Fig. 71; hier werden zur Sicherung gegen Sturmschäden auch 1 oder 2 anstossende Felder nur mit halben Pappbahnen belegt.

Rinnen und Kehlen sind, wenn nicht aus Zink hergestellt, doppelt einzudecken, also mit einer Unterlage von Dachpappe oder Dachfilz zu versehen, auf welche die obere aufgeklebt und genagelt wird. In den Kehlen wird zunächst, Fig. 72 a und b, auf der Unterlage ein Streifen lang gelegt, mit welchem die Pappbahnen der anschliessenden Dächer in richtiger Lage überfalzt werden; darauf erst sind die Leisten unterzuschieben, auf die Schalung zu nageln und an ihnen die Bahnen zu befestigen. Die Leisten müssen versetzt liegen, damit kein Aufstau des abfliessenden Wassers eintreten kann. Schornsteine, Giebelmauern, Oberlichte, Aussteigeluken usw. werden nach Fig. 73 a und b mit schrägen Anschlussbrettern versehen, an denen die Deck-

Fig. 72 a u. b.

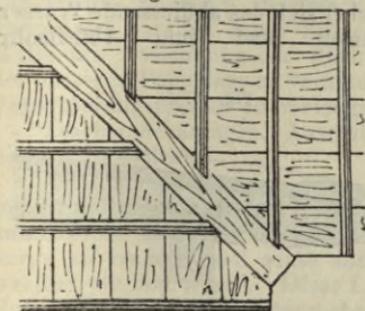
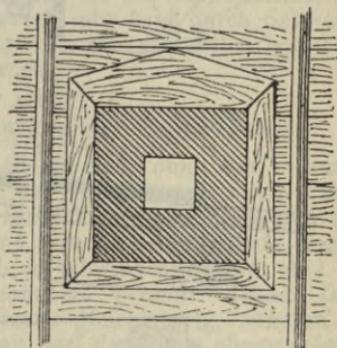
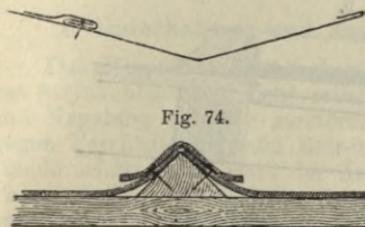
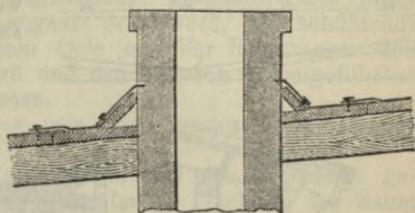


Fig. 73 a u. b.



bahnen aufzubiegen sind. Diese Aufbiegung wird durch einen Pappstreifen überdeckt, welcher mit seinem oberen Rande in eine Mauerfuge greift und hier mit kleinen Mauerhaken festgehalten wird. Die Fuge ist mit Zementmörtel zu verstreichen. Bei besseren Bauten wird jedoch der Anschluss, wie früher beschrieben, aus Zinkblech hergestellt, welches mit der Dachpappe zu überfalzen ist.

Die Deckstreifen, Nähte und Traufkanten sind vor dem allgemeinen Anstrich mit heissem sog. Asphaltkitt zu überziehen, welcher den — am meisten leidenden — Deckstreifen einen wirksamen Schutz gewährt und es verhindert, dass sich die unteren Kanten, wie Fig. 74 zeigt, abheben, wobei sich die Nagelköpfe zunächst durch die Deckstreifen und dann durch die Pappbahnen ziehen und dabei schwer zu bessernde Beschädigungen verursachen würden. Hierauf endlich erfolgt bei trockenem und wo möglich warmem Wetter der Anstrich mit kochendem, wasserfreiem Steinkohlentheer. Diesem Anstrich

sind 15 % Asphalt zuzusetzen. Das übliche Sanden frisch gestrichener Flächen wird besser unterlassen.

Für 1 qm derartig hergestellten Pappedaches sind erforderlich:

| Pappe. | Leisten. | Nägel. | | Asphalt. | Steinkohlen- theer. |
|---------------------------|--------------------------|--------|--------|----------|------------------------|
| | | 19/36 | 16½/12 | | |
| 1,05 qm = etwa 3,0 kg. | 1,05 m für 1 m Länge. | 3 | 60 | 0,3 kg. | 0,6 l. |

Dachrinnen werden bei besseren Gebäuden allgemein aus Zinkblech hergestellt. Bei kleineren Bauten lässt man, nach Fig. 75 a und b, die Deckleisten etwa 50 cm von der Traufkante entfernt endigen und befestigt hier eine Leiste mit sehr kleinem Neigungswinkel, an welcher sich das abfliessende Wasser sammelt und zum Abfallrohr

Fig. 75 a u. b.

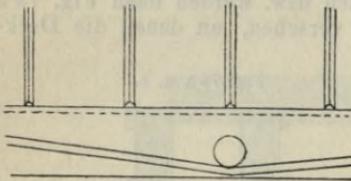


Fig. 76.

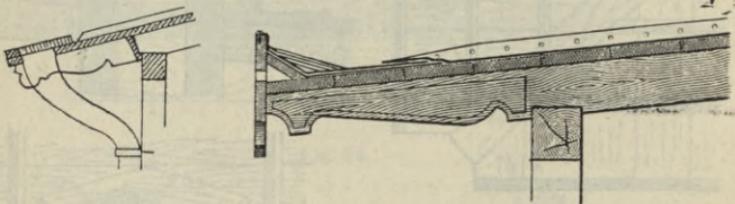
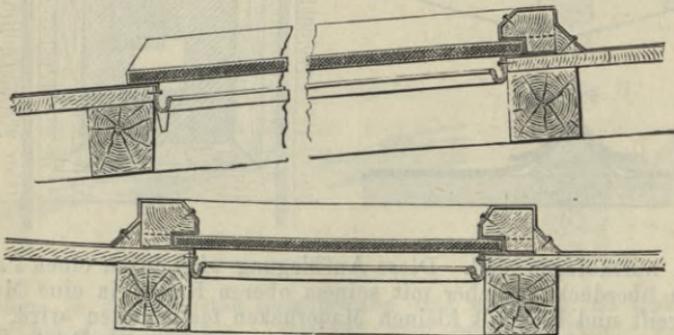


Fig. 77 a u. b.



geleitet wird. Eine etwas reichere Rinnenanlage zeigt Fig. 76, bei welcher das schräge Brett das Gefälle herstellt. Bei kleineren Oberlichtfenstern, Fig. 77 a und b, werden die Glasscheiben in Asphaltkitt gelegt und die Einfassungen wieder mit Dachpappe abgedeckt. Mündungen von Dampfausströmungs-Rohren über Pappedächern sind möglichst zu vermeiden, weil durch das Abtropfen des heissen Kondensationswassers die Pappe nach und nach erweicht, aufgelöst und fortgespült wird. Können dieselben nicht seitwärts gelegt werden, um das Abtropfen auf das Dach zu vermeiden, so thut man gut, über die Pappe an der betreffenden Stelle eine Zinkblechtafel zu nageln, welche jene schützt.

3. Die Herstellung der doppellagigen Eindeckung geschieht in folgender Weise: Nach vorheriger Isolirung der Dachschalung mittels feinen, aufgesiebten Sandes werden die einzelnen Papperollen, von der Traufe anfangend und parallel zu dieser, mit 10—15 cm Ueberdeckung verlegt und an den oberen Rändern mit etwa 6 cm Zwischenraum genagelt. Die Traufbahn erhält dabei 3 cm Ueberstand über die Traufkante behufs späterer Befestigung an derselben. Nachdem diese untere Schicht von dem anhaftenden Sande befreit ist, erfolgt ein Anstrich mit einer heissen Klebmasse immer so weit, als es der Fortschritt beim Aufkleben der oberen Pappelage erfordert, bei der des Verbandes wegen an der Traufe mit einer halben Rollenbreite begonnen wird, welche einen Ueberstand von 5 cm haben muss. An der Oberkante werden die Rollen wiederum genagelt, doch so, dass die Nagelung immer von der darüber liegenden Rolle gedeckt wird.

Häufig werden zur Erzielung grösserer Haltbarkeit und Steifigkeit Eisendrähte senkrecht zwischen beide Pappelagen, vom First bis zur Traufe reichend, in etwa 2 m Entfernung, gespannt. Die obere Pappelage hat bei dieser Eindeckungsart den Zweck, als schützende Hülle die Auslaugung der flüchtigen Oele aus der Klebmasse und der unteren Pappelage zu verhindern und den dadurch herbeigeführten Verwitterungsprozess zu verlangsamen.

Dachrinnenanlagen, Anschlüsse usw. sind genau dieselben wie beim Leistendach.¹⁾

Werden die Sparren eines Pappedaches auf der Unterseite geschalt und geputzt, oder bleibt, bei ganz flachen Dächern, der Raum unmittelbar unter der Dachfläche unbenutzt, so ist für Luftzirkulation Sorge zu tragen, weil sonst das Holzwerk sehr bald durch Schwamm zerstört werden würde. Diese Lüftungsvorrichtungen sollen erst beim Holzzementdach näher besprochen werden.

c. Unterhaltung und Ausbesserung der Pappedächer.

Das Pappedach muss schon an und für sich, ohne den Ueberzug aus Steinkohlentheer, dicht sein; denn der Ueberzug soll allein Pappe und Nagelung vor der zerstörenden Einwirkung der Witterung und gegen Beschädigung beim Betreten und durch niederfallende Gegenstände schützen. Sobald der Anstrich zu schwinden beginnt und die Pappe zu Tage tritt, muss derselbe erneuert werden. Dieser Zeitpunkt wird bei Satteldächern nicht immer gleichmässig, sondern an der Sonnenseite früher eintreten, als an der, der Sonne abgewendeten Dachseite. Der Anstrich darf demnach in solchem Falle nicht gleichzeitig an beiden Seiten erfolgen. Gewöhnlich ist anzunehmen, dass bei einem neuen Pappedach derselbe — wiederum aus heissem Steinkohlentheer mit 15⁰/₁₀ Asphaltzusatz bestehend — nach 2 Jahren, dann aber erst in Zwischenräumen von 4—5 Jahren zu erneuern ist. Das zu häufige Theeren ist ein grosser Fehler, weil dadurch auf der Pappe eine dichte, harte Kruste gebildet wird, welche bei Temperaturveränderung reisst und so zu Undichtigkeiten des Daches führt, während der Anstrich doch nur den Zweck hat, in die Pappe einzudringen, derselben die durch die Witterung entzogenen öligen Bestandtheile wieder zuzuführen und sie wieder geschmeidig zu machen. Um so grösser wird das Uebel, wenn das Bestreuen mit Sand in unsachgemässer Weise vorgenommen wird. Durch letzteres soll angeblich das durch die Einwirkung der Sonne stattfindende Verflüchtigen der

¹⁾ Siehe darüber auch: Büsscher & Hoffmann, Mittheilungen über die wasserdichten Baumaterialien, sowie Hoppe & Roehming, das doppellagige Asphalt Dach, Halle a. S.

leichten Oele des Theers verzögert, die Dauer des Daches vergrößert und der Theeranstrich gegen Abspülen durch Regen und gegen Beschädigungen geschützt werden. Wird die Besandung ungleichmässig und zu dick aufgetragen, oder ist das Material feucht oder lehmig, so wird die Krusten- oder Rissebildung erst recht dadurch befördert und der Zweck vollständig verfehlt.¹⁾ Die Sandung bleibt also besser fort.

Kleinere Beschädigungen von Pappedächern lassen sich durch Unterschieben oder Aufkleben einiger Lagen theergetränkter Packpapiers oder gespaltenen Dachfilzes mit Asphaltkitt ausbessern. Das Aufnageln kleiner Pappestücke ist entschieden zu verwerfen, weil die Nägel sich bei den unvermeidlichen Bewegungen der Pappefelder leicht durchziehen und alsdann der Schaden von neuem hervortritt. Ist derselbe grösser, so trägt man das schadhafte Stück der Pappebahn zwischen 2 Leisten ab und zieht einen um etwa 20 cm längeren, neuen Theil ein, welcher oben 10 cm breit unter die alte Bahn geschoben und mit Asphaltkitt angeklebt wird, unten dieselbe um ebensoviel übergreift. Auf die Deckleisten werden neue Streifen genagelt, asphaltirt und schliesslich mit Steinkohlentheer, ebenso wie die neue Pappelage, gestrichen.

Missbräuchlicher Weise wird der Theer zum Streichen oft auf dem Dache selbst erhitzt; dies ist sehr feuergefährlich.

d. Der Asphaltfilz.

Dieser ist ein aus langfaserigen Stoffen bereitetes Material, welches gegen Witterungseinflüsse viel weniger widerstandsfähig und zudem theurer ist, als Dachpappe, und deshalb nur zu geringen Zwecken verwendet wird. Diese sind:

1. Ausfütterung der Kehlen und Rinnen von Pappedächern, also Herstellung einer Unterlage für die darüber gedeckte Dachpappe.

2. Reparatur alter Dächer.²⁾

3. Vorläufige Eindeckungen da, wo zur Ersparung der Schalung der Filz auf Leisten, oder gar unmittelbar auf die Sparren genagelt wird, weil er vor der im frischen Zustande sehr weichen Pappe den Vorzug grösserer Zähigkeit und Festigkeit hat.

VI. Bedachung mit wasserdichten Leinenstoffen.

Die imprägnirten, wasserdichten Leinenstoffe zeichnen sich neben grosser Haltbarkeit und Wetterbeständigkeit auch durch Widerstandsfähigkeit gegen Feuer aus. Der Stoff wird in Längen bis zu 60 m und in Breiten bis zu 180 cm hergestellt, jedoch gewöhnlich 100 bis 120 cm breit und 30—40 m lang. 1 qm wiegt nur 1,5—1,8 kg und kostet, je nach der Färbung, 1,60—1,75 M. in der Fabrik, die Klebmasse 90 M., die Streichmasse 110—130 M. für 100 kg. Für grössere, dauernde Bauten ist bei einer Dachneigung von 1 : 5—1 : 20 die Eindeckung mit dreieckigen Leisten die beste, welche in allen Theilen der Leisten-Pappedaches entspricht. Die Stoffbahnen werden mit der Glanzseite nach unten auf der Schalung verlegt und zwar mit einem Spielraum von etwa 1,5 cm, damit eine spätere Spannung des Stoffes ausgeschlossen sei. Die Deckstreifen werden aufgeklebt und aufgenagelt. Nach vollständiger Eindeckung erfolgt der Anstrich mit einer Masse, von welcher 1 kg auf etwa 8—10 qm Fläche genügen soll. Dieser Anstrich ist in 3—6 Jahren zu wiederholen. Es kann im übrigen zu dem Anstrich zweckmässig auch gewöhnliche Oelfarbe benutzt werden.

¹⁾ Vgl. Deutsche Bauzeitg., Jahrg. 1868, 1875, 1886 und 1889.

²⁾ Vergl. unter c oben.

Auf Wölbungen oder Monier- und Rabitzdecken wird der Stoff mit Goudron aufgeklebt. Besonders ist derselbe zur Herstellung von leichten Baracken und Zelten geeignet, wobei er ohne Schalung über die dünnen Sparren- und Wandhölzer gespannt wird. Zur Verhinderung des Durchhängens bei grösseren Spannweiten dienen Züge von 5 mm dickem, verzinktem Draht oder ganze Drahtgeflechte, welche in das Sparrenwerk eingelassen werden.

Eine besondere von der Firma N. Scheer in Mainz hergestellte Bedachungsleinwand besteht, bei etwa nur der halben Dicke guter Dachpappe, aus einer Lage grober Leinwand, auf welche oben und unten mittels einer „Asphaltmasse“ je eine Lage von dünnem Rollenpapier aufgeklebt ist. Mit dieser Masse („Bedachungsanstrich“) wird die Bedachung unmittelbar nach der Herstellung und später nach 6 Wochen einmal gestrichen, fernerhin in Zeiträumen von einigen Jahren.

Der Preis der Bedachungsleinwand stellt sich auf 1—1,1 M. für 1 qm, der der Anstrichmasse auf 20—22 M. für 100 kg. Auch dieser Stoff ist für leichte Dächer sehr empfehlenswerth, dürfte aber gegen Feuer weniger widerstandsfähig sein als der zuerst besprochene.

VII. Das Holzzement- und Kies-Pappe-Dach.

a. Das Holzzement-Dach.

Das Holzzement-Dach (welches zuerst von Sam. Häusler in Hirschberg i. Schl. im Jahre 1839 ausgeführt wurde) gewinnt von Jahr zu Jahr grössere Verbreitung. Seine Vorzüge bestehen, tadellose Ausführung vorausgesetzt, hauptsächlich in der ausserordentlich grossen Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse, seiner Ausführbarkeit auf massiver, wie auf Bretterunterlage und endlich in seiner Fähigkeit, die Schwankungen der Temperatur in den darunter liegenden Dachräumen erheblich zu mässigen.

Die Neigung des Daches wird ausserordentlich gering angenommen, damit Sturm und Regen die beschwerende und schützende Kieslage nicht herabtreiben; dieselbe wechselt gewöhnlich zwischen 1 : 20 und 1 : 60 bei einem Satteldache. Indessen ist es wohl möglich, bei gewissen Konstruktions-Zuthaten auch grössere Neigungen zu wählen; für kleine Dachflächen haben sich Neigungen des Satteldaches bis 1 : 4 als zulässig erwiesen. Näheres hierüber erfolgt weiterhin.

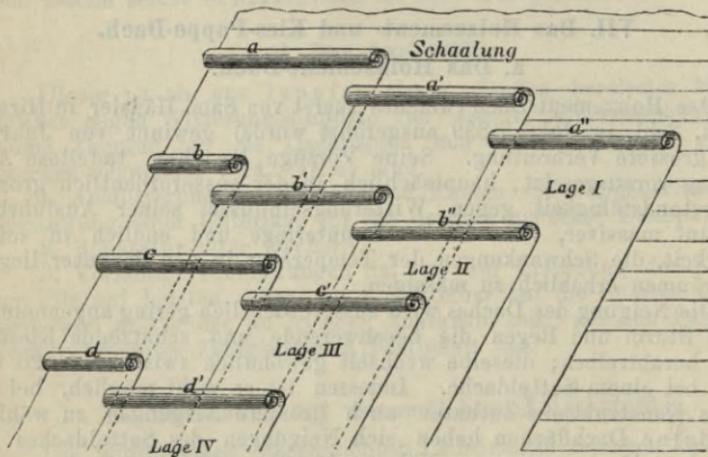
Das Sparrenwerk und seine Unterstützungen muss vollständig steif sein, so dass Bewegungen und Aenderungen der Höhenlagen an einzelnen Stellen desselben ausgeschlossen sind. Die Oberflache der gespundeten, 2,5—3,5 cm starken Bretterschaltung muss vollkommen eben, ohne vorstehende Kanten oder Nagelköpfe, auch frei von Astlöchern, Waldkanten usw. sein. Spundung ist dringend notwendig, um das Durchbiegen einzelner Bretter beim Betreten des Daches zu verhindern; dieselbe ist aber nicht dazu da, das Durchtropfen des bei heissem Wetter flüssig werdenden Holzzementes oder gar des Regenwassers zu verhindern; bei einem gut ausgeführten Dache kann Beides überhaupt nicht vorkommen.

Die Schalung wird vor dem Auflegen der „Dachhaut“ mit trockenem, feinem Sande etwa 2—3 mm stark übersiebt; es hat dies den Zweck, kleine Unebenheiten der Bretterschaltung auszugleichen, wie auch die nun folgende Papierlage von der Schalung zu sondern, damit dieselbe nicht anklebe und bei dem unvermeidlichen Werfen und Verziehen des Holzes in Mitleidenschaft gezogen werde.

Zur Ausführung des Holzzementdaches ist vor allem trockenes — möglichst auch warmes — Wetter notwendig. Bei feuchtem und kaltem Wetter wird der heisse Holzzement sehr schnell erstarren und nicht fähig sein, die Papierlagen zu durchdringen. Werden diese nass, so kleben sie nicht fest, bilden Beulen und Blasen, zerreißen auch leicht. Sehr hinderlich ist auch der Wind dem guten Auflegen der Papierbahnen.

Muss das Dach im Winter gedeckt werden, so ist zu empfehlen, statt der Sandschicht und ersten Papierlage eine Unterlage von Dachpappe zu verwenden, welche wie bei einfachen, ebenen Pappe-dächern aufgebracht wird und dem Gebäude Schutz gegen die Witte-rung gewährt, bis eine Besserung derselben die Herstellung des eigent-lichen Holzzementdaches gestattet. Anstatt der Dachpappe wird auch ein mit einer Asphalt- und Theermasse durchtränktes Papier zur An-wendung empfohlen, welches dem gewöhnlichen Papier gegenüber den Vorzug grösserer Zähigkeit und Dichtigkeit besitzt. Die Er-wärmung des Holzzements geschieht am besten auf dem Dache selbst

Fig. 78.



in der Weise, dass derselbe nur heiss und dünnflüssig, keineswegs aber bis zum Kochen erhitzt wird, was seine Bindekraft schädigen würde; dass mit der Anwärmung des Holzzements auf dem Dache leicht Feuergefahr verbunden ist, wurde schon oben erwähnt.

Ueber die untere Sandschicht wird, an einem Giebel beginnend, in der Richtung der Sparren das 1—1,5 m breite Rollenpapier, *a, a', a''*, Fig. 78, von einer Traufkante zur anderen über den First hinweg so abgerollt, dass eine Rolle die andere um 15 cm überdeckt, und nur an der Traufkante mit breitköpfigen, kleinen Nägeln befestigt oder mit Steinen beschwert, damit der Wind es nicht weg-führen kann. Weder die untere Seite der ersten Papierlage, noch die 15 cm breite Ueberdeckung wird mit Holzzement bestrichen; der später durch die Sonnenhitze flüssig werdende und vom First zur Traufe vordringende Holzzement behält in diesen Streifen Raum zur Vertheilung, so dass derselbe nicht durch die Schalung hindurchzu-dringen vermag. Fehler hierbei sind aber nicht gerade selten.

Unmittelbar vor dem Aufbringen der zweiten Papierlage, *b, b', b''*, Fig. 78, bei welcher zur Herstellung des Verbandes die erste Rolle nur die halbe Breite erhält, wird der erwärmte Holzzement mittels einer langhaarigen, weichen Bürste auf die erste Papierlage in der Breite des darüber zu legenden Bogens dünn und gleichmässig aufgetragen, so dass die Masse in beide Papierlagen I und II eindringt und sie fest miteinander verbindet. Die Ueberdeckung der Rollen beträgt hierbei, ebenso wie bei der dritten und vierten Papierlage, nur 10 cm. In dieser Weise wird, wie Fig. 78 zeigt, fortgefahren, wobei Falten und Blasen im Papier durch Glätten mit der Hand oder einer weichen Bürste von der Mitte der Rolle nach den Rändern hin sorgfältig auszugleichen sind, so lange der Holzzement noch weich und nachgiebig ist. Durch Unachtsamkeit der Arbeiter entstehende Einrisse der Papierbogen müssen sofort, wenigstens vor dem Auflegen der nächsten Papierlage, durch Aufkleben von Papierstreifen ausgebessert werden, welche mit Holzzement getränkt sind. Um das Begehen der Lagen während der Arbeit auf das Nothwendigste zu beschränken (wobei die Arbeiter nie mit Nägeln beschlagenes Schuhwerk tragen dürfen), werden die 4 Papierlagen, welche man anzuwenden hat, hinter einander so aufgebracht, dass ein bestimmter Theil der Dachfläche vollkommen fertig und nicht etwa so hergestellt wird, dass man erst durchgängig die 1., dann die 2. neue Papierlage usw. auflegt.

Um das durch grosse Sonnenhitze zuweilen hervorgerufene Ausquellen des Holzzements an der Traufe, bezw. in die Dachrinne zu verhüten, wird die erste Papierlage 15 cm über die Traufkante hinweg geführt und dieser Ueberstand auf die zweite Papierlage umgebogen und geklebt. Dasselbe geschieht bei der oberhalb des Traubleches anzuordnenden dritten und vierten Papierlage. Ueber die oberste, mit einem dicken Anstrich von Holzzement versehene Papierlage wird feiner Sand in Stärke von 10—15 mm gesiebt und darüber eine Kiesdecke, 6—10 cm dick, aufgebracht, welche in ihren oberen Schichten zur Sicherung gegen Abspülen und Wegführen durch den Sturm mit Lehm oder Chausseeschlick zu vermischen ist. Zu diesem Zwecke wird vereinzelt auch die Oberfläche der Kiesdecke mit heissem Holzzement bespritzt, in Gegenden nahe der Seeküste dieselbe auch wohl mit Rasen belegt. Der feine Sand schützt die Papierlagen gegen Verletzungen beim Betreten des Daches, die ganze Schutzdecke den Holzzement gegen Verflüchtigung der öligen Bestandtheile, wonach die Dachdeckung ihre Biegsamkeit verlieren und spröde werden würde. Oft wird die oberste Pappelage einfach mit steintreiem Chausseeschlick bedeckt und über die Schlicklage eine stärkere Lage von grobem Kies ausgebreitet, — ein weniger empfehlenswerthes Verfahren.

Von grösster Bedeutung für die Güte eines Holzzementdaches sind die dafür notwendigen Arbeiten des Klempners. Zunächst bedarf die Traufe eines Schutzes gegen das Herabspülen der Kieslage, welcher früher durch das Anbringen einer sogenannten „Kiesleiste“ aus Holz geschaffen wurde, die aber nur kurze Haltbarkeit besitzt. Deshalb wird dieselbe jetzt allgemein aus starkem Zinkblech (Nr. 14 bis 15) hergestellt. Auf einem Vorstoss-Blech, welches zwischen der 2. und 4. Papierlage auf die Dachschalung zu bringen ist, wird die — des Wasserabflusses wegen durchlochte — Zinkleiste mittels aufgelötheter Nasen befestigt, Fig. 79 a, b und c. Die Figur zeigt auch noch klar die Anlage einer Dachrinne bei dieser Anordnung. Die Ablauflöcher werden etwa 10 mm breit und 15 mm hoch gemacht und gegen Verstopfung durch vorgelegte Ziegelsteine, in Verbindung

mit einer Schüttung von grobem Kies geschützt. Beim Anbringen der Kiesleisten und Rinnen, bei allen Einfassungen von Bautheilen, welche die Dachfläche durchbrechen, also Schornsteinen, Aussteige-

Fig. 79 c.

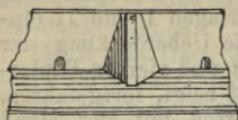


Fig. 79 a.

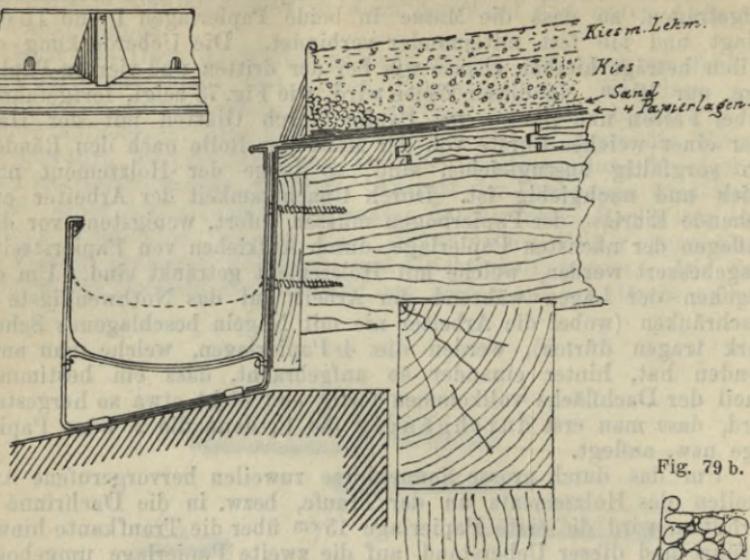


Fig. 79 b.



Fig. 80.

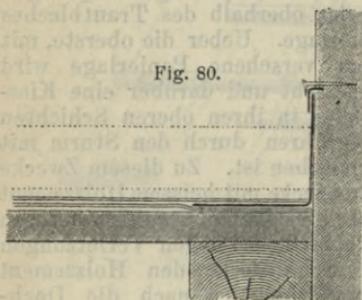
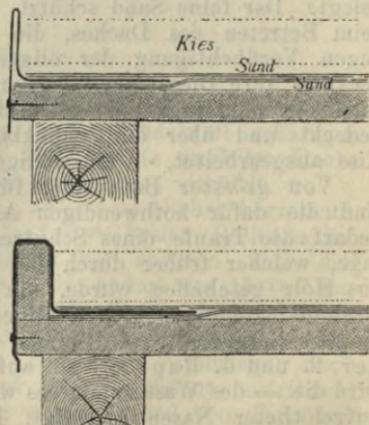


Fig. 81 a u. b.



luken, Oberlichten usw., sowie bei allen Anschlüssen der Dachfläche an Giebelmauern ist besonders darauf zu achten, dass das Zinkblech sich frei bewegen kann und mit seinen wagrecht liegenden Lappen nicht auf die Schalung genagelt wird, weil eine geringe Senkung des Daches beim Austrocknen des Holzwerks schon das Reißen des Bleches verursachen würde. Auch hier wird es gewöhnlich in Breiten von 15 cm zwischen die 2. und 3. Papierlage eingeklemmt, Fig. 80 und 81 a und b, und durch sorgsames, fettes Verstreichen mit Holzzement dicht mit jenen verbunden.

Da sich durch Abheben der oberen Papierlagen jedoch oft Undichtigkeiten zeigen, thut man besser nach Fig. 82 an den Anschlüssen dreieckige Holzleisten oder schräge Bretter zu befestigen und dann die wagrechten Lappen der Kiesleisten mit 15 cm Ueberstand frei über die Papierlagen fortstreichen zu lassen.

Unter dem Dache ist in allen Fällen für Luftzug zu sorgen, damit etwaiges Stocken des Holzwerks oder gar Schwammbildung bei dem ziemlich luftdichten Verschlusse der Dächer verhindert werde. Dieses geschieht einmal durch Aufsetzen von Zinkröhren von quadratischem oder rundem Querschnitt in der Nähe des Firstes, Fig. 83 b, welche bei etwa 15–20 cm Seite oder Durchmesser mit einer Kappe zum Schutz gegen einfallenden Regen versehen sein müssen, dann aber durch Anlage von Luftöffnungen in den Schaldeckden der darunter liegenden Räume, in den Dremplwänden, oder zwischen konsolartigen

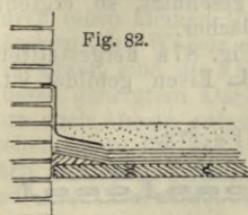


Fig. 82.

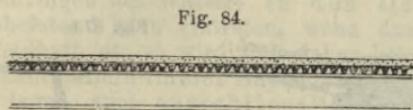


Fig. 84.

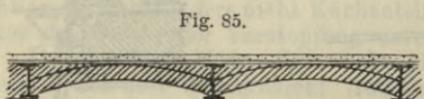


Fig. 85.



Fig. 86.

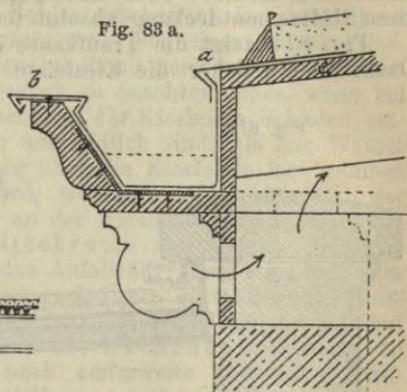


Fig. 83 a.

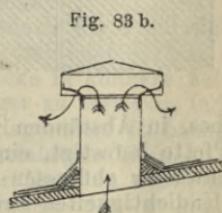


Fig. 83 b.

Balkenköpfen, Fig. 83 a. Treten dieselben weit vor, so können die Luftöffnungen, wie punktirt, in der wagrechten Schalung liegen; beide aber müssen mit Gittern zum Schutz gegen den Zutritt von Vögeln und Ungeziefer versehen sein.

Bei der Rinnenanlage ist darauf zu sehen, dass Punkt *a* höher als *b* liegt, damit bei einer etwaigen Verstopfung das Wasser bei *b* überfließen, nicht aber bei *a* in das Gebäude treten kann. Die hölzerne Sima wird durch L-Eisen, ihr Deckblech bei *b* durch Haften aus Eisen- oder starkem Zinkblech gehalten.

Ein grosser Vorzug des Holzzementdaches besteht in seiner Anwendbarkeit auf massiver Unterlage. Diese kann in verschiedenartigster Weise ausgeführt sein, z. B. nach Fig. 84, wo Wellblech von etwa 4–6 cm Wellenhöhe, mittels Klemmschrauben auf eisernen Sparren befestigt, mit Mörtel abgeglichen ist; darüber liegt wie ge-

wöhnlich die Holzzementbedachung. In Fig. 85 sind Flachbögen aus Ziegeln zwischen **I** Träger gespannt, die Unebenheiten durch eine Betonlage ausgeglichen. Statt solcher Flachbögen wäre auch die Kleine'sche Decke mit Betonausgleichung der Trägerzwischenräume ausführbar. Fig. 86 zeigt eine Betonwölbung von etwa 6 cm Scheitelstärke, 9 cm Stich und 1,30 m Spannweite. Bei Fig. 87 a sind zwischen quer gelegte **L** Eisen gebrannte Thonplatten von 5 bis 6 cm Stärke geschoben. Hierbei ist auf grosse Ebenheit der einzelnen Platten zu sehen, weil unebene Platten sich beim Betreten des Daches bewegen und die Zerstörung der Eindeckung verursachen würden. Deshalb ist bei dieser Ausführungsweise als erste Lage die widerstandsfähigere Dachpappe anzuwenden. Auch kann eine flache Monierdecke als Unterlage benutzt werden.

Werden die Eisenteile der Dachkonstruktion bei Wölbung nach Fig. 337 (S. 141), bei einzelnen Ziegelplatten durch Putz, nach Fig. 87 c, oder durch Monier- oder Rabitz-Konstruktion geschützt, so ergibt diese Holzzementdeckung absolut feuersichere Dächer.

Fig. 87 b zeigt die Traufkante eines nach Fig. 87 a hergestellten Daches, bei welcher die Kiesleiste durch ein **L** Eisen gebildet ist,

Fig. 87 a.

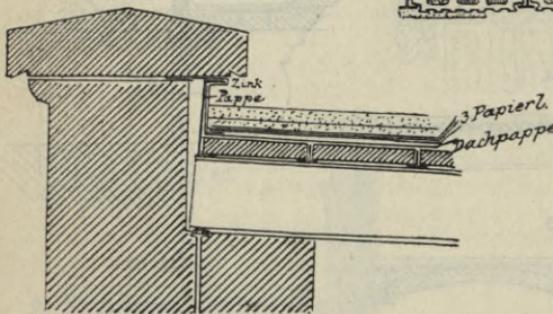


Fig. 87 c.

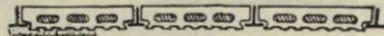
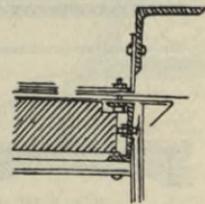


Fig. 87 b.



welches, in Abständen von etwa 0,80 m, durch **L** Eisen-Abschnitte an der Pfette befestigt, einen Spalt von 2 cm Höhe belässt, durch den das Regenwasser abfließen kann.¹⁾

Undichtigkeiten bei Holzzementdächern zeigen sich meist infolge fehlerhafter Ausführung der Klempnerarbeiten oder zu schwacher Holzkonstruktion, hauptsächlich der Schalung. Oefters werden auch Nägel, besonders von unten aus, durch Schalung und Papierlage getrieben, oder seitens der Anstreicher, behufs Anbringung von Hängegerüsten Schrauben, durchgezogen, welche Leckstellen hervorrufen.

Wird durch Sturm oder Gewitterregen die Papierlage bloßgelegt, so ist für baldige Wiedereinebung der Kiesdecke Sorge zu tragen, damit die Holzzementmasse nicht infolge der Einwirkung von Licht und Luft verhärtet. Reparaturen sind fast immer ohne erhebliche Kosten ausführbar, allerdings aber die schadhafte Stellen mitunter schwer aufzufinden.

Sobald eine starke Unterlage der Holzzementbedachung geschaffen ist, lassen sich auch Rasenflächen und gärtnerische Anlagen auf der

¹⁾ Weiteres hierzu im Centrabl. d. Bauverwaltung. 1885 S. 158, 1882, S. 448 und in „das System Monier“ von G. A. Wayss 1887.

Dachfläche anordnen, wo es nur des Aufschüttens einer Lage von Mutterboden über der Kiesbettung bedarf. Schäden durch Pflanzenwuchs sind bei Holzzementdächern nicht beobachtet worden. Festzuhalten ist aber, dass Pflanzen, welche den Winter über auf dem Dache verbleiben sollen, unanwendbar sind, da dieselben leicht vom Frost zerstört werden, besonders im Frühjahr, wo das frühe Austreiben der Pflanzen durch die unter dem Dache herrschende milde Temperatur begünstigt wird.

Holzzementdächer lassen sich ohne Rinnenanlagen ausführen, wenn man den Dachflächen Gefälle nach einem in der Mitte oder seitlich derselben gelegenen Punkte giebt, das Wasser hier in einem Trichter sammelt und im Innern des Gebäudes abführt. Solche Dächer sind mehrfach ausgeführt worden und haben sich durchaus bewährt. Es ist aber nothwendig, die Einlaufstelle sorgfältig vor dem Zutritt von Frost zu schützen, damit nicht bei aufgehendem Frost der Wasserabfluss gehindert sei. Dieser Schutz wird am einfachsten durch einen kleinen Ueberbau aus Bohlen geschaffen, die unter ihren Rändern dem Wasser den Abfluss gestatten. Bei einer Konstruktion, wie dieser, sind die Klempnerarbeiten erheblich geringer, als bei nach Aussen geneigtem Dache; es ist jedoch zu beachten, dass, wenn bei dem nach Aussen entwässernden Dache an der Kiesleiste Schäden entstehen, diese für das Haus insofern unschädlich sind, als das Wasser nach geringem Ansteigen seinen Weg über die Kiesleiste fort nehmen und als Traufwasser abfliessen wird, während, wenn sich bei der Entwässerung nach Innen Schäden an der Kiesleiste zeigen, bald ein Eindringen des Wassers in den Dachraum stattfindet. Derselbe Uebelstand kann eintreten, wenn das Abfallrohr etwa verstopft oder schadhast ist; es wird sich daher bei nach Innen entwässernden Holzzementdächern immer empfehlen, das Abfallrohr durchaus frostfrei zu legen, auch ausschliesslich für die Dachentwässerung zu benutzen und an dasselbe nicht noch anderweite Leitungen anzuschliessen, insbesondere nicht Küchenleitungen, welche erfahrungsmässig öfter der Gefahr der Verstopfung unterworfen sind.

Da die Möglichkeit, dass beim Holzzementdach die Papierfläche durch Wind und Wasserablauf freigelegt werde, mit der Grösse der Dachfläche wächst, so liegt es nahe, die Kiesdecke in kleinere Felder von etwa 1 m Breite und Länge und noch weniger zu zerlegen, indem man regelmässige Flachziegelreihen in diagonalen Richtungen auf die oberste Papierlage bringt. In den so gebildeten kleinen, mit der Kiesschüttung gefüllten Feldern findet der Kies an den Flachziegelreihen Schutz, insbesondere gegen Fortspülen, und es können daher bei dieser Ausführungsweise auch Dächer mit grösserer als der oben angegebenen Neigung mit Holzzementbedachung versehen werden; immerhin wird dies nur bei kleinen Dachflächen gut möglich sein, weil einerseits das Dachwasser an den Ziegelreihen gesammelt wird und massenhaft zum Abfluss gelangt, andererseits, wenn man der zu grossen Ansammlung des Wassers durch feinere Feldertheilung entgegenwirken wollte, man zu einem Dache käme, welches nur theilweise ein Holzzementdach sein würde, da ein grösserer Theil seiner Fläche mit gewöhnlichen Ziegeln auf Holzzementunterlage gedeckt wäre.

Vielfach wird Holzzementdach in Verbindung mit anderweiten Dachdeckungsarten angewendet, z. B. bei Mansardendächern für die Deckung des oberen, flachen Dachtheiles, bei Nebentheilen eines Baues, die aus der Umfassungsmauer heraustreten und deren Hineinziehung in die Fläche des Hauptdaches die Konstruktion des letzteren

erheblich erschweren würde, zur Deckung niedriger Anbauten, als Veranden, Alkoven, Erkern, Treppenhäusern usw. In dieser grossen Anpassungsfähigkeit des Holzzementdaches an fast jede Bauform liegt ebenfalls ein Hauptvorzug desselben begründet.

b. Das doppelagige Kies-Pappe-Dach.

Die Herstellung dieser Bedachung erfolgt genau so, wie die des doppelagigen Pappedaches; wie beim Holzzementdach tritt eine Kies-schüttung hinzu.

Eine besondere Art des Verbandes erhält man nach Fig. 88 da-

Fig. 88.

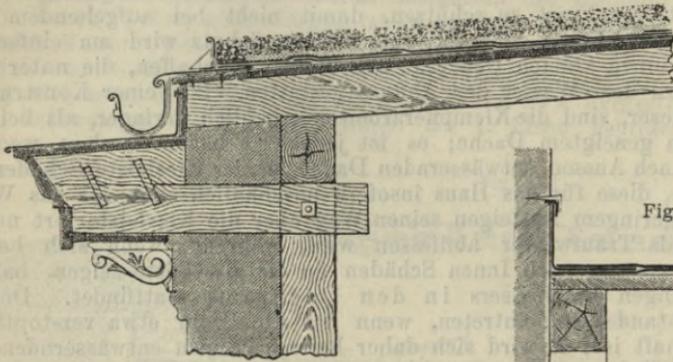


Fig. 89 a.

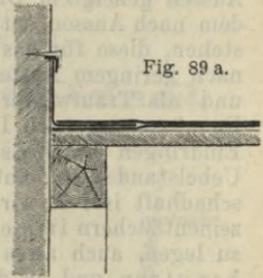


Fig. 90.

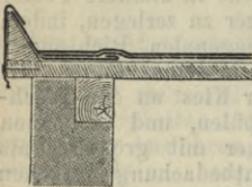


Fig. 89 c.

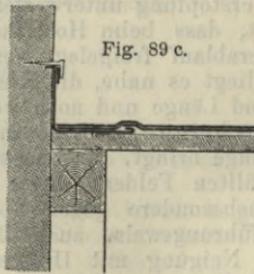
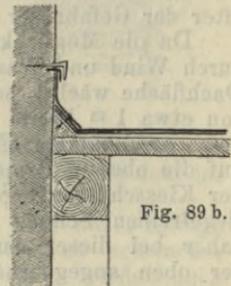


Fig. 89 b.



durch, dass man die Eindeckung an der Traufkante mit einer Rolle von halber Breite beginnt, über welche sogleich die obere Lage in voller Rollenbreite gestreckt wird. Jede folgende Rolle muss mit ihrem unteren Rande die vorher gelegte Bahn noch 10—15 cm über die Mitte hinaus überdecken, wobei nur die oberen Ränder auf die Schalung geheftet werden. Im übrigen werden die Pappe-Lagen aufeinandergeklebt, wie beim Holzzementdach, schliesslich 1 cm hoch mit Sand besiebt und 6 cm hoch mit Kies überschüttet. Die Einfassung an den Traufkanten, Giebeln, Schornsteinen usw. erfolgt mit Zinkblech nach Fig. 89 a, b, c und Fig. 90, wobei die Nagelung des Bleches wieder möglichst zu vermeiden ist. Zur Erhaltung des Zink-

III. Zimmer-Konstruktionen.

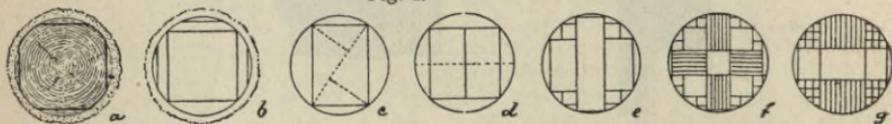
Bearbeitet von Julius Faulwasser, Architekt in Hamburg.

A. Einleitung.

Unter Zimmerarbeiten begreift man zunächst alle Verbindungen und Zusammenfügungen von Hölzern, die für das konstruktive Gerippe eines Bauwerks nöthig sind. Doch ist die hierin gezogene Grenze den Tischlerarbeiten gegenüber um so ungewisser, als auch der Ortsgebrauch einen Einfluss übt.

Als Material für die Zimmerarbeiten sollte, wofern dieselben dem Feuchtigkeitswechsel ausgesetzt sind, oder vom Mauerwerk umschlossen

Fig. 1.



werden, wie dieses z. B. bei Schwellen, Mauerlatten, Balkenklötzen usw. der Fall ist, stets Eichenholz verwendet werden. Im übrigen dienen für diese Arbeiten in Deutschland nahezu ausschliesslich Nadelhölzer, und zwar werden die Kiefer oder Föhre, die Fichte, die Weisstanne und event. die Lärche verwendet; daher sind die Angaben, welche sich weiterhin über Holzstärken finden, auf diese Hölzer zu beziehen. Sonstige Holzarten, die für einzelne Arbeiten, wie Treppenstufen, Geländer, Parketböden, Vertäfelungen usw. vielfach gebraucht werden, sind: Esche, Nussbaum, Birnbaum, Kirschbaum und eine ganze Reihe ausländischer Hölzer. —

Besonders starke Hölzer heissen Sägeblöcke; sie dienen vorzugsweise zur Gewinnung von Bohlen und Brettern. Alsdann folgt das sogen. Mittel- und Klein-Bauholz zu Balken, dann Bohlstämme für Gerüst- und Leiterbäume usw., dann Lattstämme für Staakdecken und Rohrdachlatten.

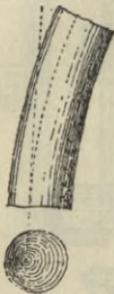
Von gesunden Stämmen wird bei der Zurichtung nur der Splint entfernt; die alsdann bei möglichster Ausnutzung der Querschnittsfläche des Wipfelendes entstehenden Hölzer nennt man Schnitthölzer, im Gegensatz zum „bewaldrechteten“ Holz, welches mit der Axt beschlagen ist und bei etwas weiter gehender Bearbeitung mit derselben auch als Kantholz bezeichnet wird, Fig. 1 a. Nach Fig. 1 b entstehen beim Schnitt eines quadratischen Balkenholzes 4 sogen. Schwarten. Die grösste Tragfähigkeit besitzt ein Balkenholz, in dessen Querschnitt die Seitenlängen sich wie 5 : 7 verhalten.

Dieser Querschnitt wird erhalten, indem man, Fig. 1 c, den Durchmesser in 3 gleiche Theile theilt und in den Schnittpunkten Senkrechte, die den Umkreis treffen, errichtet. Hölzer dieser und ähnlicher Querschnitte nennt man Ganzholz-Balken, im Gegensatz zu Halbholz-Balken, welche durch den Schnitt, Fig. 1 d, und Kreuzhölzer, welche durch Trennung nach der punktirten Linie in derselben Figur entstehen.

Beide Anordnungen sind ungünstig, weil sie die Mittelaxe des Stammes treffen und weil sich infolge dessen die entstehenden Hölzer leicht werfen. Günstiger sind die nach Fig. 1 e und f geführten Schnitte; bei e entstehen im Umkreis 4 Schwarzhölzer und bei f 8 Dachlatten. Einen Schnitt, welcher mehre Dachlatten giebt, zeigt Fig. 1 g; die zugleich entstehenden Bretter sind an einer Seite ohne weiteres gesäumt.

Die üblichen Abmessungen geschnittener Balkenhölzer, mit denen man beim Gebrauch auszukommen suchen muss, wechseln bei Ganzholz zwischen 20 und 25 cm Breite und 24 und 30 cm Höhe, bei Halbholz zwischen 12 und 15 cm Breite und 24 und 30 cm Höhe, bei Kreuzholz zwischen 7 und 12 cm Breite und 7 und 15 cm Höhe. Bei Latten unterscheidet man Pfostenlatten, die etwa 5 zu 10 cm stark sind, böhmische Latten, die mit einem Mittelschnitt aus Bohlstämmen geschnitten werden, Dachlatten, etwa 4 zu 7 cm stark, und Dünn- oder Spalierlatten, die 2—3 cm Höhe und Breite haben, Bohlen sind gewöhnlich 5—7 cm stark, kommen indessen auch in Stärken bis über das Doppelte vor. Bretter sind 2,5—4,5 cm stark und man unterscheidet je nach der Stärke: Schalbretter, Rüstbretter, Tischlerbretter und halbe und ganze Spundbretter. Werden Schalbretter noch in 2 oder 3 „Dicken“ getheilt, so entstehen Zweiblatt bzw. Dreiblatt. Noch geringere Dicken heissen Fournüre.

Fig. 2.

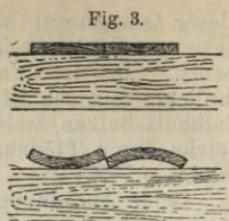


Bei Verarbeitung des Bauholzes ist es wichtig, die Jahresringe zu beachten, welche oft genug von ungleicher Breite und entsprechend verschiedener Härte sind. Beim Trocknen werden die lockeren Schichten mehr schwinden, als die festen, wodurch das Holz krumm wird, Fig. 2. Balken aus derartigen Hölzern müssen daher so gelegt werden, dass die Belastung der Richtung des Werfens entgegen wirkt. Die beim Bearbeiten unberührt gebliebenen Jahresringe der Balken besitzen grössere Widerstandsfähigkeit, als diejenigen, welche vom Sägenschnitt getroffen worden sind. Deshalb hat auch ein Rundholz-Balken annähernd dieselbe Tragfähigkeit, wie ein Balken von quadratischem Querschnitt, dessen Seite gleich dem Durchmesser des ersteren ist. Die Verwendung von Rundhölzern ist daher ökonomischer und immer da vorzuziehen, wo nicht ebene Oberfläche unerlässlich ist.

Aus dem, was eben angeführt ward, ergibt sich auch, dass Wahnkanten, die an denjenigen Stellen der Balken entstehen, an denen der Stamm das gewünschte Profil nicht liefert, die Tragfähigkeit des Holzes nur in mässigem Grade verringern. Doch sollte eine Wahnkante nie breiter sein, als $\frac{1}{3}$ der Balkenbreite und sich nicht weiter als über $\frac{1}{5}$ der Balkenlänge erstrecken.

Krumm gewachsene Stämme liefern gutes Holz für natürliche Sprengung der Balken, müssen aber mit Vorsicht verwendet werden. Schneidet man sie in der Krümmung gerade, so ziehen sie sich gewöhnlich sehr bald von neuem krumm. Die Verwendung gedreht ge-

wachsener Stämme ist noch bedenklicher. Auch bei Brettern muss beachtet werden, aus welchem Theile des Querschnitts sie entnommen sind. Liegt z. B., wie in Fig. 3, von zwei Brettern das eine mit dem Kern nach oben, das andere nach unten gekehrt, so werden sich beide, wie in Fig. 3 angegeben, in entgegengesetztem Sinne werfen.



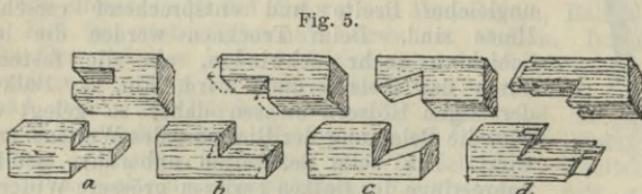
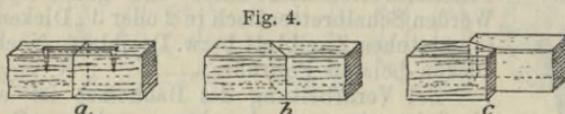
B. Konstruktionen aus Balkenhölzern.

I. Die Verbände.

Der Ausdruck „Zimmer-Verbände“ umfasst alle diejenigen Verkehungen, die als Mittel zur Verbindung von Hölzern dienen, welche in irgend einer Richtung zusammentreffen; die Verbände bezwecken, je mehr oder weniger vollkommene Unverschiebbarkeit herbeizuführen. Je nach der infrage kommenden Inanspruchnahme lässt sich dies entweder ohne oder mit Zuhilfenahme von Eisen erreichen.

a. Die einfachen Holzverbände.

Die einfache Verlängerung eines wagrecht liegenden Holzes geschieht durch den Stoss oder das Blatt. Bei Balkenlagen auf



massiven Wänden genügt es, wenn man die Balken nach Fig. 4a, b oder c mit dem geraden, schrägen oder versetzten schrägen Stoss verbindet. Zu einiger Befestigung kann eine eiserne Klammer dienen, Fig. 4a. Bei Schwellen- oder Balkenstößen auf Fachwerk-Wänden muss eine der besonderen Inanspruchnahme angepasste Verbindung erreicht werden. Wenn nur eine mässige Zugwirkung bei den Verbandstücken zu erwarten ist, so genügen die einfachen Verblattungen, wie dieselben in Fig. 5 dargestellt sind. Bei a ist der Stoss mit Blattzapfen, bei b das gerade Blatt mit geradem, bzw. schrägem Stoss, bei c das schräge Blatt, bei d das schräg gestossene gerade Blatt mit Zapfen dargestellt. Diese Verblattungen werden mit einer 2maligen Verbohrung versehen und mit hölzernen Nägeln verbunden.

Eine Verbindung der Hölzer durch die Verblattung selbst erreicht man durch die hakenförmige Verblattung. Fig. 6a giebt die doppelte Verblattung mit gerade, bzw. schräg angestossenem Hakenblatt; bei

schrägem Stoss kann durch eine mittlere Verkeilung diese Verbindung auch gegen Beanspruchung in senkrechter Richtung gesichert werden. b und c geben das versteckte gerade, oder schräge Hakenblatt und d giebt die doppelte Verblattung mit schrägem Hakenblatt. Sehr starke Hölzer verbindet man auch durch die Verzahnung oder das dreifache schräge Hakenblatt, welches in Fig. 7a, mit Andeutung der umzu-

Fig. 6.

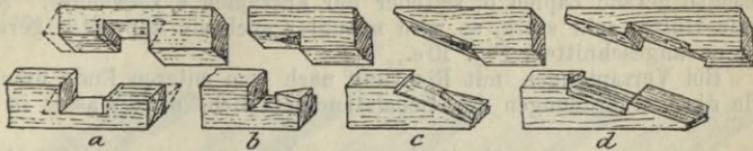


Fig. 7.

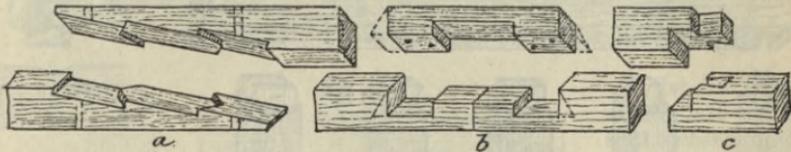


Fig. 8.

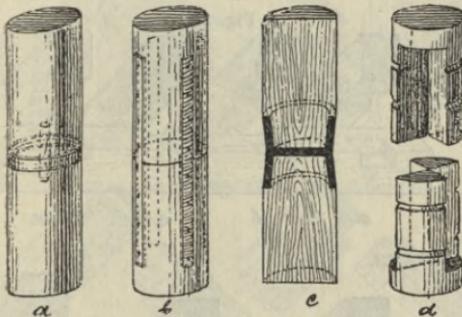
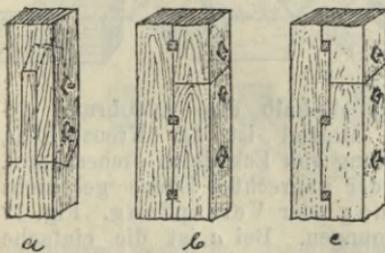


Fig. 9.



legenden eisernen Bänder, dargestellt ist. Den grossen Holzverlust, der bei dieser Verblattung stattfindet, vermeidet die Konstruktion Fig. 7b in dem geraden Stoss mit gerade oder schräg eingesetztem doppelten Hakenblatt. In ebenfalls sehr einfacher Weise sichert auch das schwalbenschwanzförmige Blatt mit Brüstung Fig. 7c sowohl gegen Quer-, wie auch gegen Längen-Verschiebung.

Soll eine Verlängerung bei senkrecht stehenden Hölzern stattfinden, so bezeichnet man dieselbe als „Aufpfropfen“. Zur Sicherung des Stosses dienen hier ein eiserner Dorn, Fig. 8a, oder Flacheisen-Schienen, Fig. 8b, oder ein gusseiserner Schuh, Fig. 8c, oder endlich eine Ueberschneidung und Sicherung mit eisernen Bändern. Am haltbarsten sind die Verbindungen Fig. 8b und c. Hölzer

mit viereckigem Querschnitt können mittels eines Blattzapfens, Fig. 9a, gestossen werden; doch wendet man diese Verbindung selten an, da senkrechte Hölzer von grösserer Länge gewöhnlich verdoppelt werden unter Benutzung von Dübeln und Schrauben, Fig. 9b und c. Die Stösse der beiden Hölzer werden gegen einander versetzt.

Handelt es sich um die Verbindung von zwei in verschiedenen Richtungen zusammen treffenden oder sich überkreuzenden Hölzern, so wird eine Verknüpfung nöthig. Hierzu gehören die Verzapfungen, das Verkämmen, die Versatzung, die Aufklauung und die Anschiffung.

Verzapfung. Der einfache gerade Zapfen *c*, Fig. 10, findet am meisten Anwendung. Zur besseren Befestigung dient der schwalbenschwanzförmige Zapfen *10d* mit Keil. An Ecken wird der zurück gesetzte gerade Zapfen *b*, seltener der Eckzapfen *a* verwendet. Sind beide Hölzer sehr stark, so wird mitunter auch ein doppelter gerader Zapfen angeschnitten, Fig. 10e.

Bei Verzapfungen mit Richtung nach dem unteren Ende bringen alle diese Anordnungen den Uebelstand mit sich, dass Wasser in die

Fig. 10.

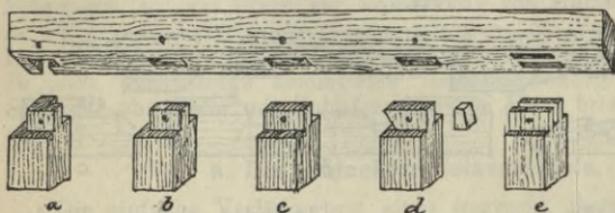


Fig. 11.

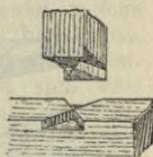


Fig. 14.

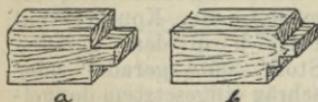


Fig. 12.

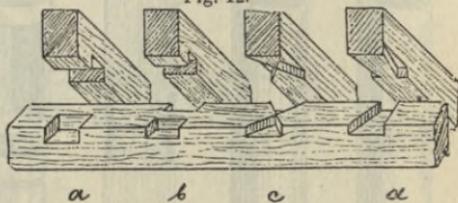
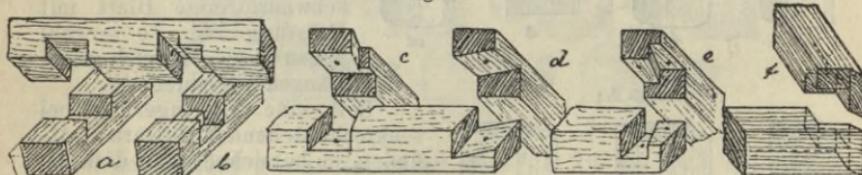


Fig. 13.



Löcher gelangen kann, und letztere deshalb eine Anbohrung erhalten müssen. Frei von diesem Mangel ist der Kreuzzapfen, Fig. 11, welcher auch für die Verzapfung von Eckstielen dienen kann.

Die Verbindung von Hölzern in der wagrechten Ebene geschieht durch Verkämmung, Ueberblattung oder Verzapfung. Fig. 12 zeigt die hauptsächlichsten Verkämmungen. Bei *a* ist die einfache Seiten-, bei *b* die Mittel-, bei *c* die kreuzförmige und bei *d* die schwalbenschwanzförmige Verkämmung dargestellt. Soll die Oberfläche der verbundenen Hölzer in einer Ebene liegen, so müssen dieselben überblattet werden. Fig. 13 zeigt bei *a* die einfache, bei *b* die versetzte, bei *c* die schwalbenschwanzförmige Ueberblattung. Will man an einer Ecke die Hölzer nicht einfach gerade zusammen blatten, so kann man, wie bei *d* und *e*, die schräge, bzw. hakenförmige

Ueberblattung anwenden. Für Schwellen ist diesen Verbindungen indess die bei *f* dargestellte Gratverblattung vorzuziehen, weil dieselbe das Hirnholz nach beiden Seiten ganz verdeckt. Ist keines der zu verbindenden Hölzer unterstützt, so dass sich beide in ihrer freien Länge treffen, so kann keine Ueberblattung angewendet werden und es wird eine Verzafung nöthig. Da das eine Holz auf dem Zapfen ruhen muss, so wird für diesen die ganze Holzbreite ausgenutzt. Man verwendet den einfachen geraden Zapfen *a*, Fig. 14, oder man verlängert das Auflager durch Verwendung des stärkern, sog. Brustzapfens, Fig. 14 b.

Fig. 15.

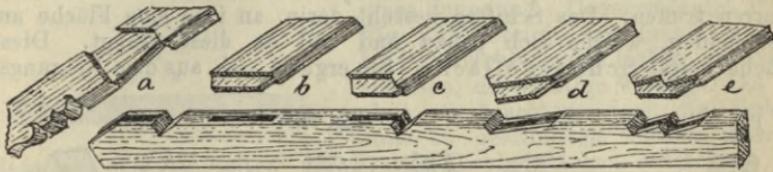


Fig. 16.

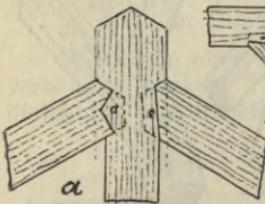
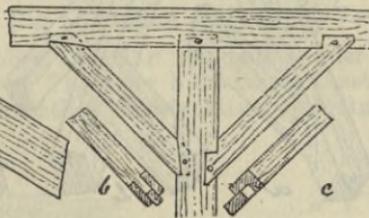


Fig. 17 b u. c.



Ist ein Holz schräg mit einem senkrechten oder wagrechten andern Holz zu verbinden, so wird ausser der Verzafung oft noch eine Versatzung nöthig. Fig. 15 stellt in

b den hierfür gebräuchlichen einfachen Zapfen, in *a*, *c* und *d* die verschiedenartigen Anwendungen der einfachen, und in *e* die der doppelten Versatzung dar. Um stark beanspruchte Hölzer nicht zu schwächen, lässt man mitunter gleich beim Sägen an der Verbindungsstelle ein stärkeres Stück stehen, Fig. 16. Kleinere Hölzer werden oft nur angeblattet, wie Fig. 17 c zeigt; oder man bedient sich des sog. Jagdzapfens, Fig. 17 b. Beide Verbindungen gestatten, diese Hölzer hinzuzufügen, wenn die übrigen bereits fest verbunden sind.

Fig. 18.

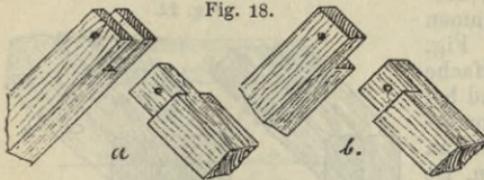
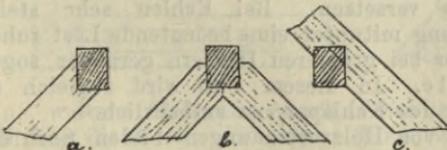


Fig. 19.



Haben beide zu verbindenden Hölzer geneigte Stellung, so giebt man ihnen den Scherenzapfen, Fig. 18 a. Haben sie nur geringe Stärken, so genügt oft auch die einfache Ueberblattung, Fig. 18 b. Wie fast alle Verzafungen und Verblattungen müssen insbesondere auch diese letzteren verbohrt und mittels Holznägel gesichert werden.

Haben beide zu verbindenden Hölzer geneigte Stellung, so giebt man ihnen den Scherenzapfen, Fig. 18 a. Haben sie nur geringe Stärken, so genügt oft auch die einfache Ueberblattung, Fig. 18 b. Wie fast alle Verzafungen und Verblattungen müssen insbesondere auch diese letzteren verbohrt und mittels Holznägel gesichert werden.

Sind schräge Hölzer mit wagrechten zu verbinden, die nicht in derselben Lothebene liegen, so ist Klauung nöthig. Bei der einfachen Aufklauung wird das schräge Holz winkelrecht angeschnitten, Fig. 19 a und b; besser ist es, wenn von dem wagrechten Stück auch etwas fortgenommen wird, Fig. 19 c. — Bei stärkeren Hölzern kann auch in der Mitte der Klaue noch ein Steg stehen bleiben, wodurch dieselbe die Gestalt von Fig. 20 a und das ausgeschnittene wagrechte Holz diejenige von Fig. 20 b erhält.

Treffen sich zwei schräge Hölzer verschiedener Lothebenen, so wird der schwierigste Zimmerverband, die sogen. Anschiftung erforderlich. Dieser Fall tritt bei Dachflächen mit Kehlen oder Walmen ein, wo die gewöhnlichen Sparren die Grat- bzw. Kehl-sparren treffen. Das Schiften besteht darin, an jene eine Fläche anzuschneiden, welche sich genau und voll an diese anlegt. Diese Fläche heisst Schmiegefläche. Sie ergibt sich aus dem Neigungs-

Fig. 20.

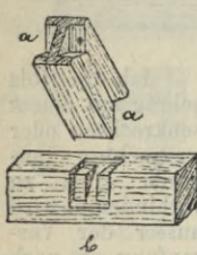
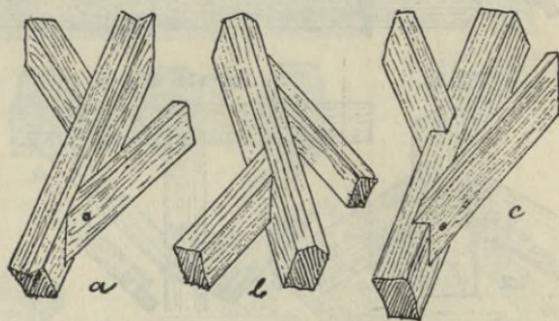
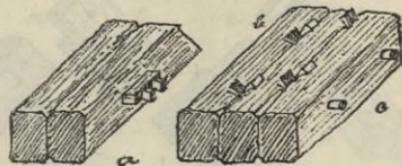


Fig. 21.



winkel des Daches und dem jedesmaligen Winkel der zusammenstossenden Grundrissseiten. Fig. 21 a und b zeigen die einfache Schiftung bei einem Kehl- und bei einem Gratsparren. Um die mehrfache Vernagelung des Sparrens an derselben Stelle zu vermeiden, ist es stets rathsam, die Schifter an jeder Seite des Grat- oder Kehl-sparrens ungleichmässig zu versetzen. Bei Kehlen sehr steiler Dächer würde auf der Nagelung mitunter eine bedeutende Last ruhen, und man bedient sich daher bei grösseren Dächern gern der sogen. Klauenschiftung, Fig. 21 c. In diesem Fall wird zugleich die holzschwächende Auskehlung des Kehl-sparrens entbehrllich.

Fig. 22.

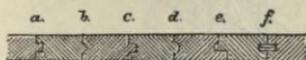


Eine besondere Gruppe von Holzverbindungen bilden noch diejenigen, mittels welcher Hölzer mit ihren Langseiten an einander gefügt werden. Bei Balken dient hierzu die Verdübelung, bei Bohlen die Spundung. Die gewöhnliche Art ist die Verdübelung durch Keile, Fig. 22 b. Letztere werden von oben in die entsprechend gelochten Dübelbalken hineingetrieben. Soll die Oberfläche des in dieser Weise überdeckten Raumes ohne weiteres als Fussboden dienen, so geschieht die Verdübelung gleich beim Verlegen der Balken durch runde Dübel, die in seitliche Verbohrungen möglichst stramm eingetrieben werden, wie in Fig. 22 c gezeigt ist. Die bei a dargestellte, ohne Zerschneiden

nicht wieder auseinander zu bringende Verdübelung durch viereckige Klötze, die mittels Verkeilung in schwalbenschwanzförmige Verlochungen getrieben werden, findet selten Anwendung, da sie sehr viel Arbeit verursacht.

Die verschiedenen Arten des Spundens sind in Fig. 23 dargestellt. In der Regel findet nur die bei *c* gezeichnete Spundung Anwendung, seltener die bei *b* und *d* angegebene. Die schwalbenschwanzförmige Spundung Fig. 23a hat in Wirklichkeit keinen Werth. Die Spundung Fig. 23e hat den Zweck eine sichere Nagelung auf der verlängerten Feder zu ermöglichen. Da eine solche indess seit Einführung der Drahtstifte auch ohnehin schon ausführbar ist, so vermeidet man wegen des damit verbundenen unnöthigen Holzverlustes diese Spundung. Dagegen bietet die in Fig. 23f gezeigte Anordnung, wonach beide zu verbindenden Hölzer eine Nuth erhalten, oft wichtige Vorzüge. Es ist aber zu beachten, dass die Federn stets so geschnitten werden müssen,

Fig. 23.



dass an den Langseiten der Bretter Hirnholzflächen entstehen; bei langen Spundbohlen ist dies jedoch kaum ausführbar.

b. Die einfachen Holz-Eisen-Verbände.

Wie schon oben angeführt ist, tritt bei der Ausführung von Holzverbänden heut zu Tage der bedeutsame Umstand hinzu, dass alle diejenigen von wesentlich konstruktiver Bedeutung gegenwärtig stets

Fig. 26.

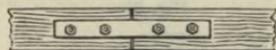


Fig. 27.

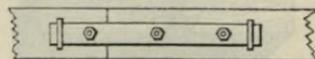
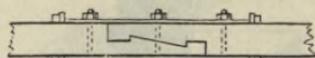


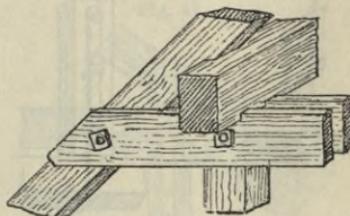
Fig. 24.



Fig. 25.



Fig. 28.



eine weitere Sicherung durch Eisen erhalten. Die einfachste Vorkehrung dieser Art, die eiserne Klammer zur Verbindung von Balkenstößen, ist schon bei Fig. 4 erwähnt. Mitunter kann dieselbe auch als Kreuzklammer, Fig. 24 b, gute Dienste leisten. Steht zu befürchten, dass die Klammer sich lösen wird, so fügt man, wie Fig. 25 zeigt, zwei eiserne Krammen hinzu. Ist eine bedeutendere Inanspruchnahme auf Zug zu erwarten, so genügen Klammern nicht mehr, und man verwendet Langschienen oder Laschen, die die Hölzer mittels Schraubenbolzen zusammenhalten. Fig. 26 und 27 zeigen die einfache gerade, und die an den Enden aufgekantete Verlaschung. Zangenverbände bei Dachkonstruktionen werden, wie

Fig. 28 zeigt, ohne Zuhilfenahme von Laschen, nur durch Schraubenbolzen gesichert. Es soll indess hierbei die Zange in den Sparren stets schwalbenschwanzförmig eingebuchtet sein, um der Möglichkeit einer Abscherung der Bolzen vorzubeugen. In welcher Weise Versatzzapfen durch Umlegung eiserner Bänder gesichert werden können, zeigt Fig. 29. Finden, wie bei *a* dargestellt ist, Sattelhölzer Verwendung, so ist zur Verhütung von Abscherung stets auf Verdübelungen Bedacht zu nehmen.

Eine besondere Gruppe von Verbandkonstruktionen bilden die zur

Fig. 29.

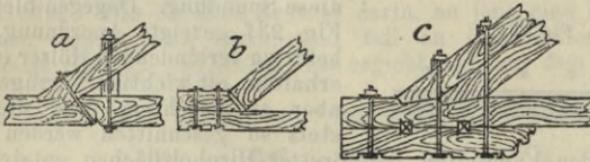


Fig. 30.

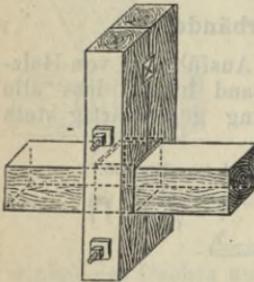


Fig. 31.

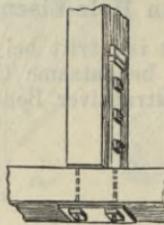


Fig. 32.

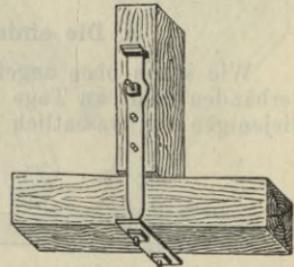


Fig. 33.

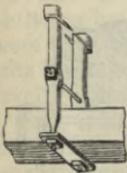


Fig. 34.

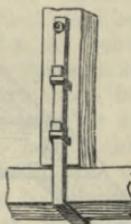
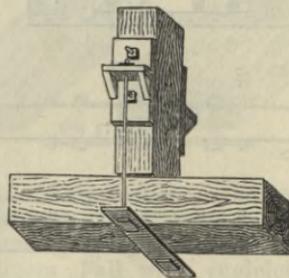


Fig. 35.



Aufhängung von Tragbalken dienenden Vorkehrungen, die hauptsächlich bei Hängewerken (siehe z. B. Fig. 66 und 67) zur Anwendung kommen. Anstelle der früher üblichen Art der Durchführung des Tragbalkens durch die doppelt, aus zwei zusammen gedübelten und verbolzten Hölzern hergestellte Hängesäule, Fig. 30, wird hierfür neuerdings ausschliesslich Eisenverbänden der Vorzug gegeben. Die Anordnung lässt sich verschieden treffen, entweder wie in Fig. 31 bis 33 durch Anbolzung von Hängeeisen mit loser Schiene, die ein nachträgliches Aufschauben gestattet, oder mit festem Unterbügel, wie in Fig. 34. Oft wird auch, wie in Fig. 35, die Hängesäule mit an-

gebolzten eisernen Schuhen versehen, wonach es möglich ist, das Aufschrauben von einem oberhalb befindlichen Boden aus zu bewerkstelligen.

Im oberen Theil der Hängewerke gilt es, die Tragstreben sicher mit der Hängesäule zu verbinden. Auch hier kann die in Fig. 16 gezeigte ältere Konstruktionsweise selten Anwendung finden, weil gewöhnlich oberhalb der Endigung der Streben kein Platz verfügbar bleibt. Man bildet deshalb, wie Fig. 36 und 37 darstellen, einen eisernen Kopfschuh, oder eine gegabelte Kopfschiene, wonach

Fig. 36.

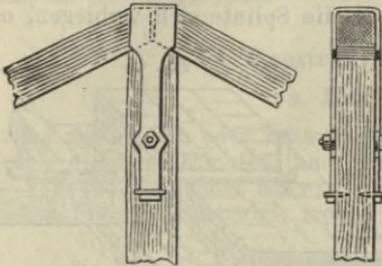


Fig. 37.

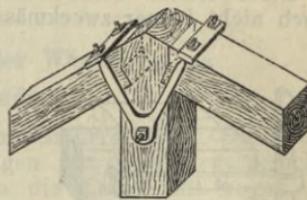


Fig. 38.

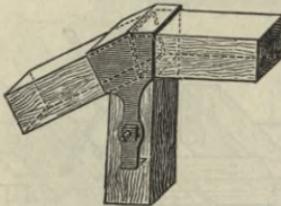


Fig. 39.

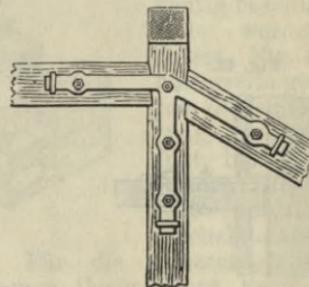


Fig. 40.

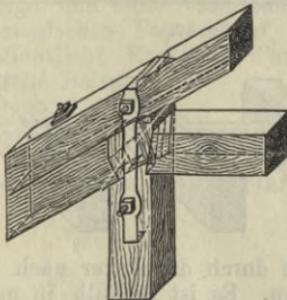
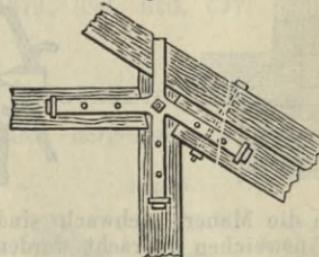


Fig. 41.



die Hängesäule dann die Versatzung der Streben noch an ihrem äussersten Ende aufnehmen kann.

Zu noch grösserer Mannichfaltigkeit der Anordnung geben Hängewerke mit zwei Tragsäulen beim Verbande der Streben mit dem Spannriegel Gelegenheit; Fig. 38 bis 41 zeigen einige Beispiele für die gebräuchlichsten Befestigungsweisen dieser wichtigen Konstruktionstheile.

Als letzten Verbandes erübrigt es endlich noch der Balkenanker zu gedenken, die den Zusammenhang zwischen Balken und Mauerwerk

vermitteln. Fig. 42 und 43 stellen den gebräuchlichen einfachen Balkenanker in Aufriss und Grundriss dar. Derselbe besteht aus einem Flacheisen, das 1—1,5 cm stark und 4—5 cm breit ist. Am Ende wird dieses Flacheisen aufgebogen und mit einer Krampe oder Krampe befestigt; die Länge beträgt 0,9—1,2 m. In der Mauer wird der Anker durch einen sogen. Splint festgehalten, welcher etwa 0,9 m lang und 2 zu 4 cm stark ist. Wünscht man, dass der Anker nicht im Aeusseren der Mauer zu Gesicht treten soll, so kann der Splint auch, wie Fig. 44 zeigt, gegen die Aussenfront zurückstehend vermauert werden.

Diese früher ausschliesslich übliche Art der Verankerung ist jedoch nicht immer zweckmässig, da die Splinte sich verbiegen, oder

Fig. 42.

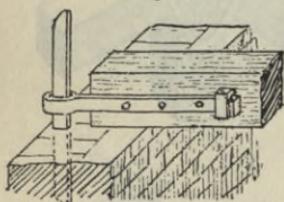


Fig. 44.

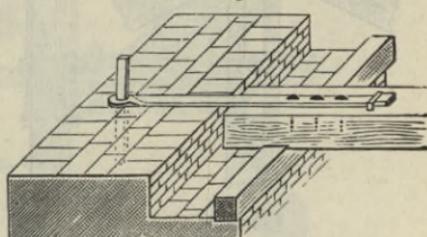


Fig. 43.

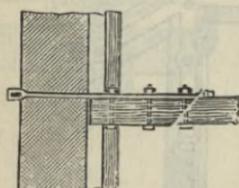


Fig. 46.

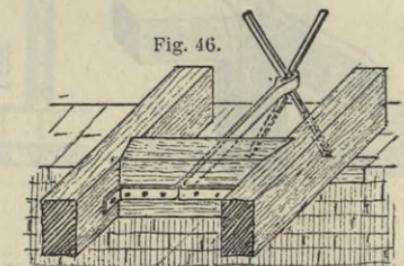


Fig. 45.

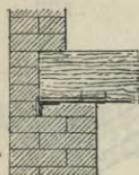
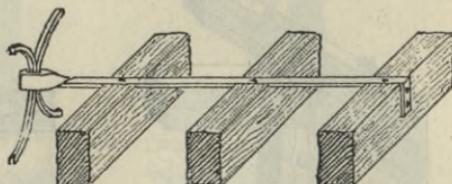


Fig. 47.



sofern die Mauern schwach sind, diese durch die Anker nach Innen zum Ausweichen gebracht werden können. Es ist deshalb in neuerer Zeit mit gutem Erfolg ausgeführt, den Splint wagrecht in die Mauer zu verlegen und ihn mit Zement zu vergiessen. Fig. 45 lässt diese Anordnung erkennen, bei der die gesammte obere Mauer den Splint unmittelbar belastet und somit eine Versteifung der Mauer herbeiführt.

Soll andererseits der Splint im Aeusseren als Verzierung dienen, so verwendet man, wie Fig. 46 und 47 zeigen, zwei sich kreuzende Eisen oder schafft durch künstliches Schmiedewerk reichere Formen, wie solche sich im Abschnitt über die Metallkonstruktionen des Aufbaues in einigen Beispielen dargestellt finden.

Passt in solchem Fall die Lage der Balken nicht zu dem Punkt, den man im Aeusseren schmücken will, so lässt sich, wie Fig. 46 zeigt, ein Wechsel einlegen, eine Anordnung, die zugleich in vortheilhafter Weise den Zug auf zwei Balken überträgt.

Ausser den hiermit beschriebenen kurzen Balkenankern der Frontwände werden in jedem grösseren Hause noch lange Balkenanker zur Sicherung der Giebelwände gebraucht. Man nennt dieselben Giebelanker und lässt sie, wie Fig. 47 zeigt, stets über mindestens 3 Balken hinwegreichen. Auf jedem Balken wird die Schiene kräftig genagelt und am Ende umgebogen, sodass man sie auch seitwärts nochmals befestigen kann.

II. Konstruktion der Wände.

a. Blockwände

werden aus runden oder behauenen Stämmen hergestellt. Die Stämme werden dicht geschichtet, und die Fugen mit Moos usw. gedichtet. Bei Verwendung runder Stämme werden die Ecken mit sogen. Vorstössen, Fig. 48 konstruirt; jeder Stamm wird wechselweise oben und

Fig. 48.

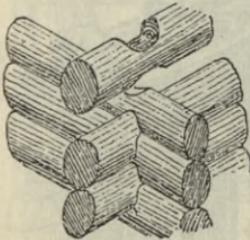
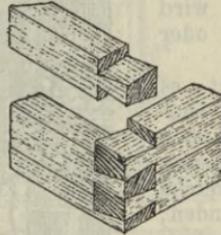


Fig. 49.



unten zur Hälfte eingehauen. Bei Verwendung von vierkantig beschlagenem Holz werden die Enden, Fig. 49, mit beiderseits geschrägtem Zapfen (Verblattung) zusammengefügt. In Deutschland werden Blockhäuser fast nur in zierlichen Nachahmungen, als

Gartenpavillons usw., angetroffen. Für die ausserordentlich anmuthige und feine Ausbildung, die man ihnen geben kann, bieten die russischen Bauten auf der Pariser Weltausstellung von 1878 (veröffentlicht Encyclop. d'archit. 1879, Taf. 610, 627, 628) vortreffliche Beispiele.

b. Bohlen- oder Spundwände

werden aus gespundeten starken Bohlen hergestellt; man kann die

Fig. 50.

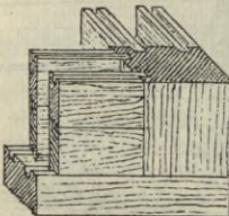
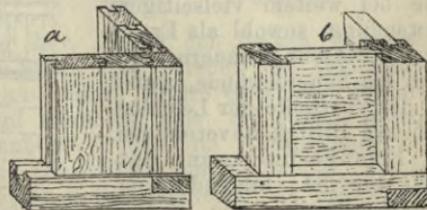


Fig. 51.



Bohlen sowohl senkrecht neben einander, wie auch wagrecht über einander anordnen. Im ersteren Fall werden dieselben entweder am

unteren Ende zugespitzt und eingerammt, oder sie werden mit einer Hirnholzfeder in eine Schwelle verkämmt, wie in Fig. 51 a dargestellt ist. Bei wagrechter Lage der Bohlen müssen dieselben auf einer Schwelle ruhen und an den Enden, sowie bei Oeffnungen in Stiele oder Pfosten verkämmt sein, Fig. 51 b. In dieser

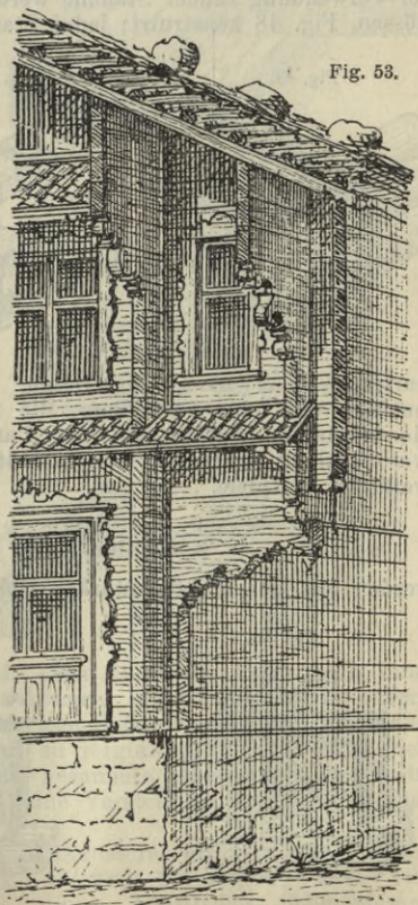
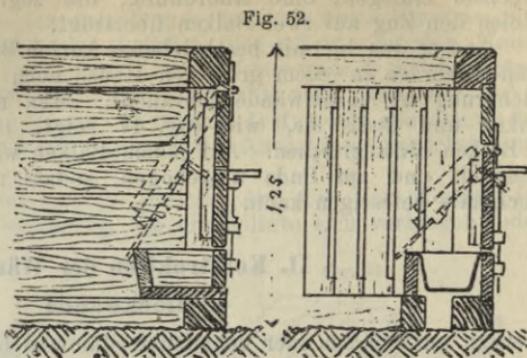
Ausführungsweise kommen Bohlwände hauptsächlich als Trennungswände in Viehställen zur Ausführung, Fig. 52. Auch werden solche Wände mitunter zur Dämpfung von Geräusch, z. B. in Gefängnissen und anderweitig, verdoppelt ausgeführt, Fig. 50. Der Hohlraum wird dann mit Torf, Spreu oder Sand ausgefüllt.

In der Schweiz ist es üblich, die Bohlwände ähnlich wie bei den Blockwänden beschrieben mit Vorstößen herzustellen. Durch reiche Profilierung der Bohlenenden, an oben weiter heraus tretenden Vorstößen lässt sich mit dieser Anordnung eine ausserordentliche Lebhaftigkeit der Gebäudeansicht erzielen; vergl. z. B. Fig. 53.

c. Fachwerkwände

bedürfen des Holzes nur in ihren tragenden Konstruktionstheilen. Sie sind deshalb ökonomischer und gestatten eine bei weitem vielseitigere Anwendung, sowohl als Ersatz von Umfassungsmauern, wie auch als Scheidewände, zumal sie die Vortheile der Leichtigkeit und Billigkeit vereinigen.

Eine Fachwerkwand enthält, Fig. 54, folgende Konstruktionstheile: die Grundschwelle oder Schwelle *a*, welche stets in ganzer Länge



untermauert, oder doch in kurzen Zwischenräumen unterstützt sein

muss. Ferner die Stiele oder Pfosten b , welche je nach ihrem Standort als Eckstiele b^1 , Thür- und Fensterstiele b^2 , Zwischenstiele und Bundstiele b^3 , unterschieden werden. Ferner die Streben oder Bänder c , deren in jeder Wand wenigstens 2 nach entgegengesetzten Richtungen angeordnet werden müssen, sodass ein Dreiecksverband innerhalb der Wände hergestellt ist. Die Riegel d theilen die Fächer wagrecht zu der für die Ausfüllung zweckmässigen Grösse ab; sie sollen nach Möglichkeit rechts und links von den Stielen versetzt sein; damit die Verlochung für die Zapfen nicht von beiden Seiten dieselbe Stelle trifft. Gewöhnlich stellen Thür- und Fensterriegel, welche ausser den Zapfen eine kleine Versatzung erhalten, die Ab-

Fig. 54.

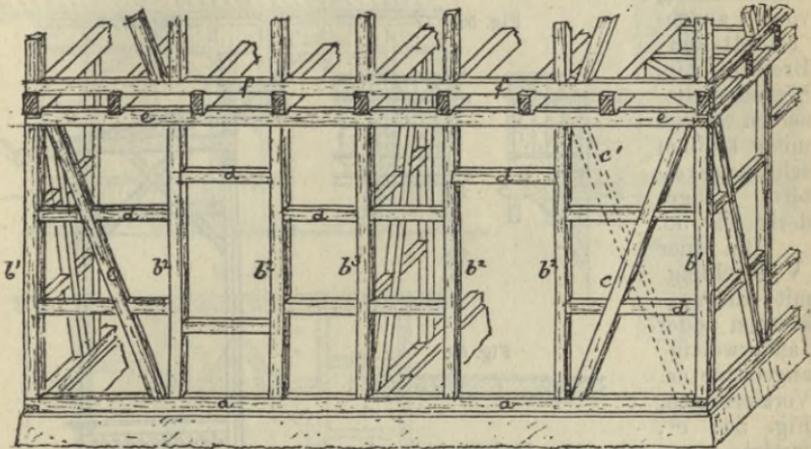


Fig. 55.

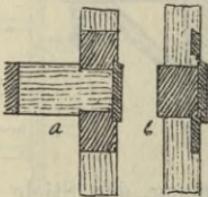
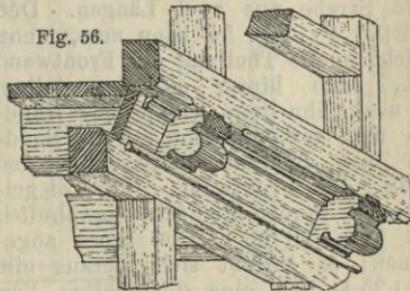


Fig. 56.



wechslung in der Höhentheilung her. Unter den Balken liegt zur Aufnahme der Verzapfungen für Stiele und Streben das Rahmstück oder die Pfette e . Wird die Wand durch mehrere Geschosse geführt, so legt man über den Balken abermals eine Schwelle, welche Saum- oder Brustschwelle genannt wird, und die Verzapfungen der oberen Stiele aufnimmt. An der Giebelseite dient entweder, wie in Fig. 54 links gezeigt ist, der letzte Balken zugleich als Pfette und Schwelle, oder es wird des gleichmässigen Aussehens wegen ein Stichgebälk eingefügt, Fig. 54 rechts. Diese Anordnung beeinträchtigt indess durch die vielen, sonst nicht eintretenden Verzapfungen den Verband. Wenn die Balkenköpfe mit Brettern bekleidet werden sollen,

umgeht man daher das Stichgebälk ganz, und verdeckt, ebenso wie an den übrigen Fronten die Balkenköpfe, auch die Breitseite des Giebelbalkens, völlig mit einem Brett, Fig. 55. Sollen die Balkenköpfe frei bleiben, so muss Schutz gegen eindringende Nässe anderweitig erzielt werden und es ist eine Ueberkrägung des oberen Geschosses, Fig. 56, in diesem Fall sehr zu empfehlen. Ein grosser Theil der Fachwerkbauten, die sich noch aus dem Mittelalter erhalten haben, verdankt seine lange Dauer dieser Anordnung, welche zugleich die Tragfähigkeit der Balken vermehrt. Bei noch weiterer Ueberkrägung der Balken über die Frontwand-Ebene hinaus entstehen Balkone, Erker und Gallerien, Fig. 57 und 58, welche auch die Unterstützung der Balken mit einem Strebeband, dass in einem sog. Klappstiel verzapft ist, zeigen. Die Balkenköpfe erhalten entweder einen Schutzbehang

von ausgeschnittenen Brettern, Fig. 57, oder dieselben werden mit kleinen schrägen Brettern abgedeckt, Fig. 58.

Bei einer Verstrebung mit Andreas-kreuzen oder anderweitig angeordneten Verzierungen, Fig. 54, c^1 ,

fertigt man, um die Haltbarkeit der Konstruktion nicht zu schwächen, die zweite Strebe aus zwei Längen. Den Bundstiel b^3 , Fig. 54 kann man, wenn er nicht in die Theilung der Frontwand passt, auch hinter dieselbe stellen. Man nennt ihn dann Klapp- oder Wandstiel, und verbindet ihn mittels Band-eisen oder Schraubenbolzen mit den Riegeln der Frontwand. Für Ziegel-mauerwerk werden die Fächer gewöhnlich nicht über 0,8 bis 1,5 q_m gross angenommen; es ergibt sich hieraus eine Entfernung der Stiele von 0,6—1,25 m und eine 2—3malige Verriegelung in jedem Geschoss. Die Befestigung des Mauerwerks in den Fächern geschieht am besten nach jeder 4. oder 6. Schicht durch Einschlagen eines Nagels in den Wandpfosten. Diese Nägel bleiben 5—6 cm vorstehen und liegen später in der Fuge. Eine Schwächung der Stiele durch Nuthen (Mörtel-leisten) oder die Annagelung von dreieckigen Latten, Fig. 59, ist zu verwerfen. Bleiben die Fächer ohne Ausfüllung, wie z. B. bei Veranden, so können die Stiele weiter auseinander gerückt werden. Die Konstruktion wird durch den Fortfall der mehrfachen Riegelung eine viel leichtere und es kann auch den Rücksichten auf Verzierung mehr nachgegeben werden. Fig. 60 zeigt eine Veranda, bei der die in jedem Fach wiederholte Kreuzstrebung scheinbar kleine Sprengwerke bildet.

Fig. 58.

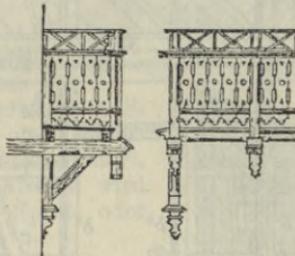


Fig. 57.

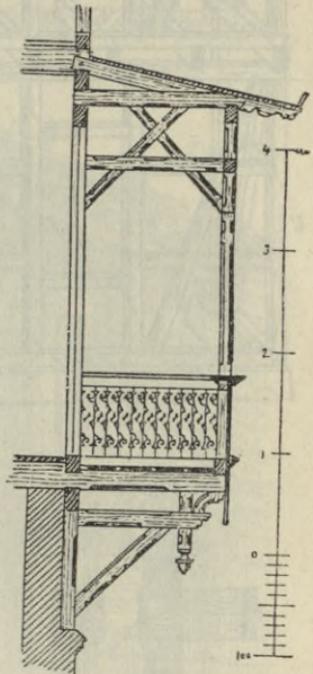


Fig. 59.



Die Stärke der Hölzer in Fachwerkwänden beträgt in der Regel durchgehends $1\frac{2}{12}$ cm oder $1\frac{3}{15}$ cm. Bei gehobelten und abgefasten Stielen ist die grössere Stärke nothwendig, damit dieselben um die Fasenbreite aus der Ausmauerung hervor treten. Riegelhölzer sind schon mit 7 cm stark genug; nur müssen Fenster- und Thürriegel immer die volle Stärke haben. Riegel über grossen Oeffnungen sind, um tragfähig zu sein, aus stärkeren Hölzern oder verdoppelt herzustellen. Ist die Wand oberhalb der Oeffnung höher geführt, so muss der Thürsturz durch ein Hängewerk entlastet werden, Fig. 61.

Ein Mangel der beschriebenen Fachwerkkonstruktion besteht

Fig. 60.

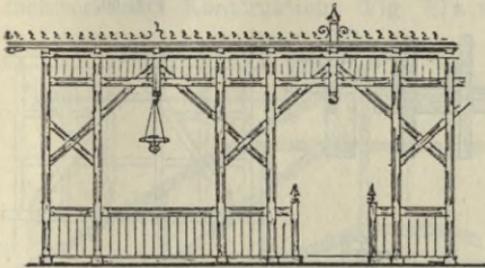


Fig. 62.

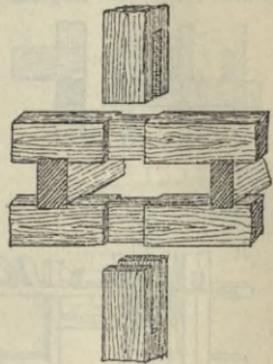


Fig. 61.

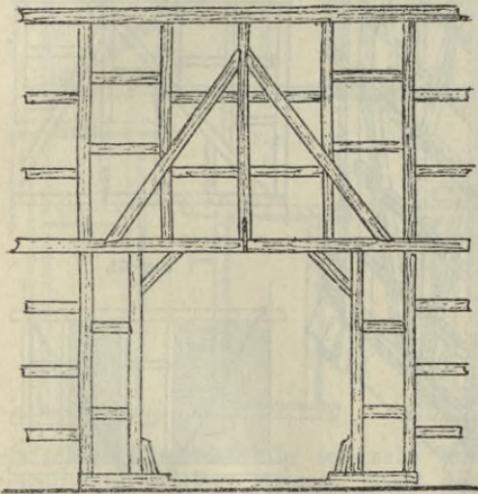
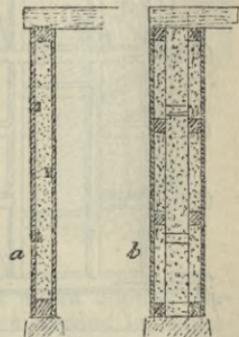


Fig. 63.



darin, dass sich die mehrfach durch Langholz unterbrochenen Stiele bei zunehmender Belastung in das Langholz einpressen und so ein theilweises Zusammensinken des Gebäudes veranlassen können. Bei Wohnhäusern lässt sich diesem Uebelstande durch Verlängerung der Zapfen abhelfen, welche die Schwellen umfassen und Hirnholz auf Hirnholz ruhen lassen, Fig. 62. In Amerika, wo gewöhnlich Bohlenbalken mit Entfernungen von 40—45 cm verwendet werden, stellt man auch die Stiele ebenso nahe an einander, und führt dieselben in einer Länge durch die ganze Wandhöhe, indem man die Balken auf einer eingelassenen Bohle verkämmt. Fig. 64 zeigt diese Anordnung neben

der älteren dort üblichen. Die Schliessung des Fachwerks erfolgt durch äussere und innere Verschalung, bei der die sonst nothwendige Hinzufügung von Streben entbehrlich wird. Bei stärker belasteten Gebäuden, wie z. B. bei Speichern, bleiben indess diese Aushilfsmittel unzureichend; man muss dann die Stiele verdoppeln und, gut zusammen gebolt, mit wechselweisen Stössen ununterbrochen durch die ganze Höhe des Gebäudes führen, Fig. 65. Die Eckstiele werden der doppelten Verzapfung wegen gern vervierfacht, und die Balken ruhen auf starken Rahmen, welche mit den Doppelstielen verlochert und mit eisernen Bändern verbunden sind. Kleinere Zwischenstiele dienen für die Fensteröffnungen.

Fig. 64.

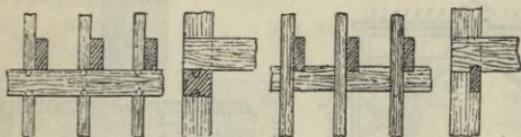


Fig. 66.

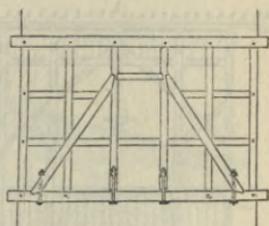


Fig. 65.

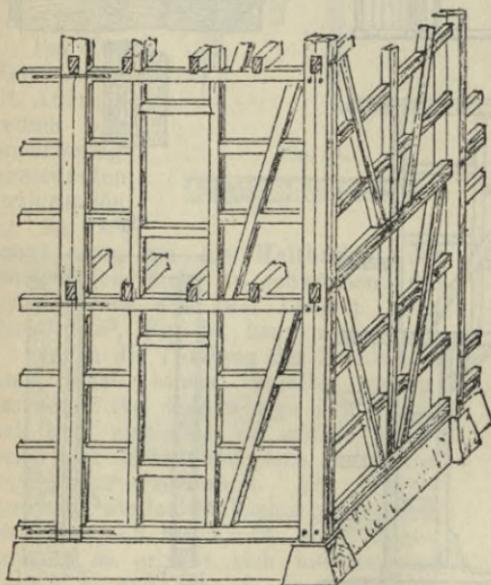


Fig. 67.

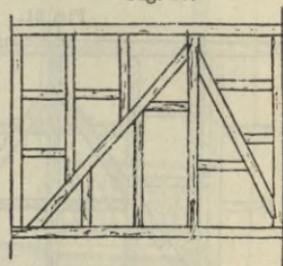
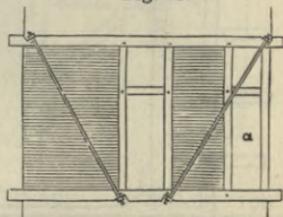


Fig. 68.



Für Eishäuser und ähnliche Zwecke werden mitunter doppelte Fachwerkwände erforderlich. Bei geringen Ansprüchen stellt man dieselben aus Stielen her, die beiderseits auf wechselseitig eingelassenen Latten verschalt werden, Fig. 63a. Ist eine grössere Stärke für die Füllung des Hohlraumes erwünscht, so müssen Doppel-Fachwerkwände gestellt werden, die unter sich leicht verriegelt sind. Die Stiele stehen in Entfernungen von 2—2,5 m.

Eine besondere Konstruktion erheischen diejenigen Fachwerkwände, bei denen eine Unterstützung der Schwelle unmöglich ist und die daher ein Hängewerk enthalten müssen, welches die Last der Schwelle aufnimmt. Man nennt diese Wände Sprengwände. Fig. 66

zeigt eine doppelte, Fig. 67 eine einfache Sprengwand. Die Lage der Thüren ist gewöhnlich maassgebend für die Konstruktion, und es wird, da die Hängewerkstreben nicht gestatten, an den Seiten Thüren anzuordnen, die Aufhängung des Schwellbalkens auch oft durch Eisenstangen von oben her bewirkt, Fig. 68. Besonders wichtig ist diese Konstruktion bei Umbauten, wo die Entfernung einer Wand die Abfangung eines vorher unterstützt gewesenen Balkens nothwendig macht. Als Beispiel für eine grössere Sprengwand dient Fig. 69, nach welcher bei der Hamburger Gasanstalt die Giebelfläche eines Kohlenschuppens abgeschlossen ist; die Schliessung der Fächer ist durch Verschalung hergestellt.

Für den inneren Ausbau bilden die Thürgerüste noch eine fachwerkartige Konstruktion. Fig. 70 a und b zeigen die Anordnung

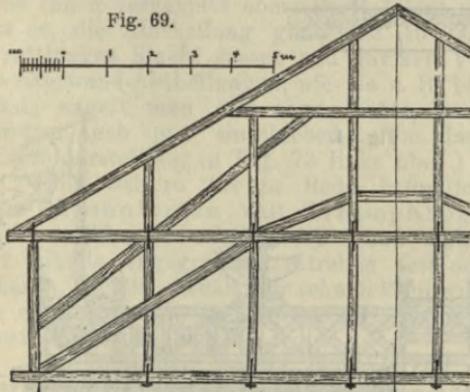


Fig. 69.

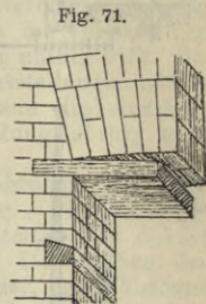


Fig. 71.

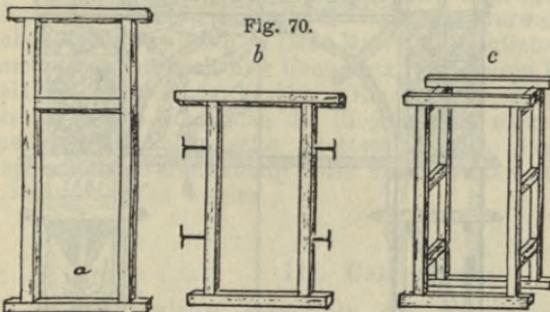
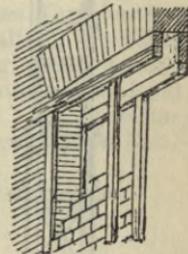


Fig. 70.

Fig. 72.



einfacher Thürgerüste für schwache Wände, und c ein doppelt verriegeltes für stärkere Mauern. Statt des Letzteren werden in Wohnhäusern, ebenso wie in den Fensterlaibungen, oft auch nur sog. Dübel in den Laibungen vermauert, Fig. 71. Oben dient in diesem Fall bei Thüren zur Befestigung des Futters eine Ueberlegbohle. Für Schulen, Kasernen und dergl. Gebäude, in denen die Thüren oft mit Heftigkeit zugeworfen werden, ist ein vollständiges Thürgerüst vorzuziehen. Ein Thürgerüst für Schiebethüren zeigt Fig. 72. Einer der oberen Riegel muss hierbei etwa 12 cm höher liegen, als der andere, damit der Rollengang zugänglich bleibt. Bei grösseren Schiebethüren ist der Ersatz dieser Hölzer durch eiserne Balken zu empfehlen. Die kleinen Stiele müssen dann mit Winkeln an denselben befestigt sein, und zum Anschlagen der Thür muss ein Bohlstück zwischen die beiden Flanschen eingebolzt werden.

Fig. 73.

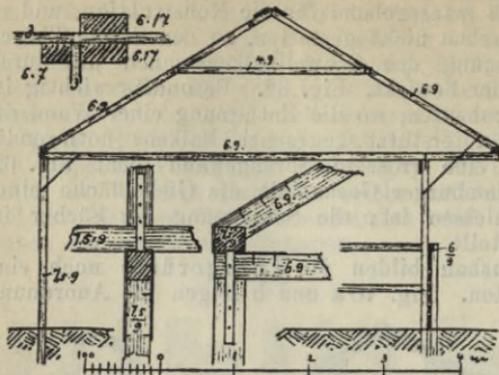


Fig. 75.

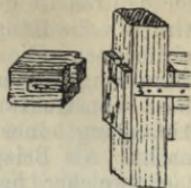
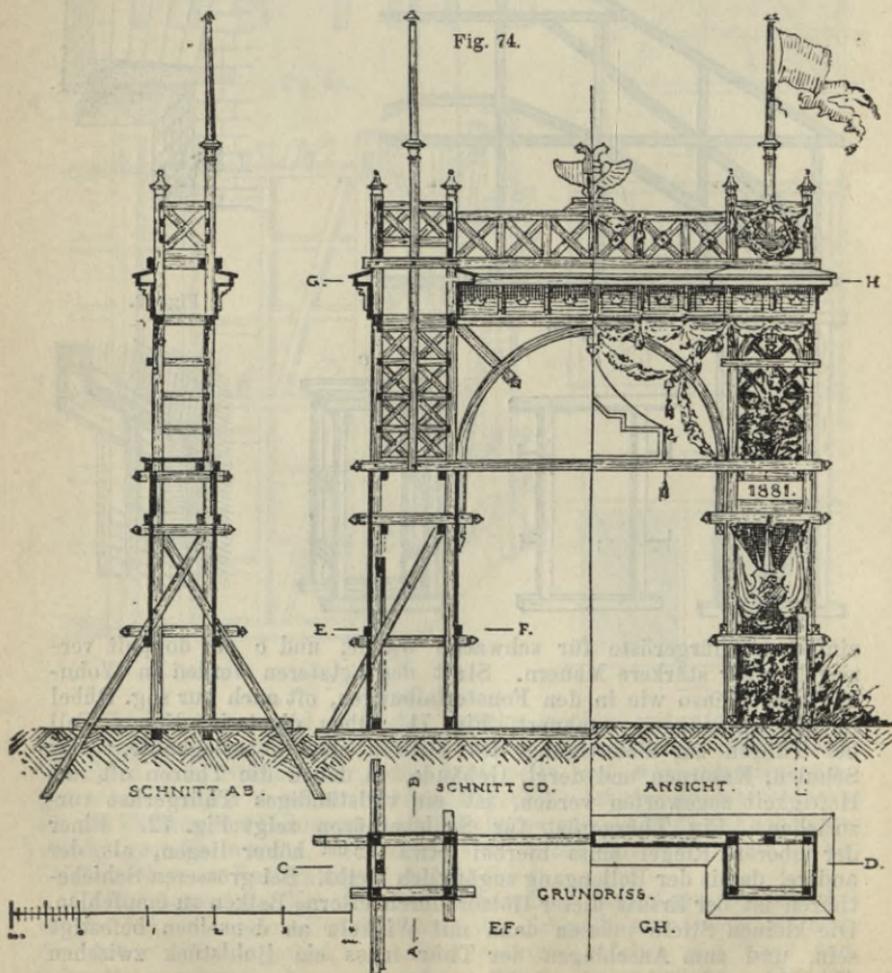


Fig. 74.



d. Vereinfachungen für Bauten vorübergehender Art.

Handelt es sich um Bauten, welche nur für wenige Wochen oder Tage dienen sollen, so stellt man die Stiele nicht auf eine Schwelle, sondern gräbt sie etwa 0,8—1 m tief ein. In weichem Boden erhalten die Stiele eine untergenagelte Fussplatte. Bei der weiteren Konstruktion ist es von Vortheil, Zapfungen zu vermeiden. In dem Beispiel, Fig. 73 (Durchschnitt eines englischen Vieh-Ausstellungs-Schuppens), sind sämtliche Verbindungen durch Bandeisen und Nägel hergestellt, wobei Ersteres so dünn genommen wird, dass es für die Nagelung nicht vorgebohrt zu werden braucht. Da diese Schuppen für Leinenbedachung eingerichtet sind, so waren Pletten zu vermeiden; der Längenverband ward daher durch Unternageln von Latten hergestellt. Die Entfernung der Stiele und Sparren beträgt 1,2—1,5 m. Das innen vernagelte obere Brett bildet den Längenverband. Wichtig ist es, die Eintheilung gleich so zu treffen, dass die vorhandenen Brettlängen hinein passen und gar kein Verschneiden nöthig wird. Bei Bretterwand-Abtheilungen, wie sie z. B. bei Pferdeausstellungen nöthig sind, nagelt man nur eine Latte, und kann dann die einzelnen Bretter auch quer einschieben, ohne dass Vernagelung nöthig wird. (Einzeldarstellung in Fig. 73 links oben.)

Eine weitere Art in Rede befindlicher Ausführungsweise wird für Ehrenpforten und Triumphbögen nöthig. Fig. 74 zeigt einen solchen in der Ansicht und mehren Schnittten. Das Gerüst ist mittels eingegrabener Streben fest aufgestellt. Der Aufbau des oberen Theiles enthält nur schmückend wirkende Hölzer, deren Verband in einfachster Weise hauptsächlich durch Nägel und Bandeisen hergestellt werden kann.

Bei Gebäuden, welche längere Zeit, etwa ein halbes Jahr oder darüber, erhalten bleiben, genügen derartige Konstruktionen im allgemeinen nicht, sondern es muss das verwendete Holz regelrecht „abgebunden“ werden. Das Material möglichst ohne Verschnitt zu verwenden, ist auch hier Grundsatz, auf dessen Festhaltung die Billigkeit der Herstellung beruht. Eine kleine Ersparung kann dadurch erzielt werden, dass man die Riegelzapfen nicht in die Stiele locht, sondern auf angenagelte Brettstücke legt, Fig. 75. Die Sicherung gegen Längenverschiebung muss durch beiderseits aufgenageltes Band-eisen geschaffen werden.

III. Balkenlagen.

Die Balkenlagen vermitteln den wagrechten Abschluss der einzelnen Geschosse. Die oberste Balkenlage dient in den meisten Fällen ausserdem zur Unterstützung des Daches und heisst Dachbalkenlage. Innerhalb des Dachraumes kommen ferner noch Kehlbalkenlagen vor. Die vollständige Zeichnung einer Balkenlage heisst Werksatz, die Gesamtheit der auf einem Zimmerplatz nach ihrer späteren Bestimmung verlegten Hölzer Zulage.

Ihr äusseres Auflager finden die Balken auf den Wänden. Bei Fachwerkwänden werden sie stets auf den Rahmhölzern verkämmt, während sie bei Mauern entweder auf Mauerlatten oder auf einzelnen Holzklötzen, oder auf Kragsteinen (Konsolen) ruhen. Die Verwendung von Mauerlatten vereinfacht das Verlegen der Balken. Da sie aber den Nachtheil mit sich bringt, dass die ganz von Mauerwerk umschlossenen Mauerlatten leicht anfaulen, so werden letztere gegenwärtig nnr noch selten angewendet, vorzugsweise bei Dachbalken-

lagen, wenn hier ein Mauerabsatz vorhanden ist. Fig. 76 a zeigt die Verkämmung eines Balkens mit einer Mauerlatte; die Stärke derselben ist $\frac{10}{10}$ cm bis $\frac{12}{12}$ cm. Wenn die Mauer ihren Abschluss mit einem Holzgesims findet so verwendet man mit Vortheil zwei Mauerlatten, welche dann schwellenartig frei verlegt werden können, Fig. 76 b. Vielfach wird aber das Balkenauflager nur durch Mauerklötze hergestellt, da sie billiger und dauerhafter sind als Mauerlatten. Man nimmt zu denselben, ebenso wie zu Mauerlatten, Eichenholz und macht sie nicht unter $\frac{7}{10}$ cm stark und 30 cm lang. Bei Scheidemauern, sofern dies nicht Fachwerkwände sind, werden die Balken unmittelbar auf die Mauern aufgelagert. Den Abschnitt der Balken gestaltet man in Amerika schräg, Fig. 77; dies soll bezwecken, dass der bei einem Brande herab stürzende Balken nicht den Einsturz der Mauer oberhalb der Balkenlage veranlasst. Die Anwendung von Kragsteinen zum Balkenauflager ist zunächst, Fig. 78 a, ein Hilfsmittel, um die freie Spannweite bei grossen, frei tragenden Decken etwas zu verringern; häufig wird über den Konsolen noch eine Mauerlatte angeordnet. Ausserdem bedient man sich der Kragstein-Konsolen für die Balkenlagen in Thürmen und solchen Gebäuden, in welchen die Balken nicht

Fig. 76.

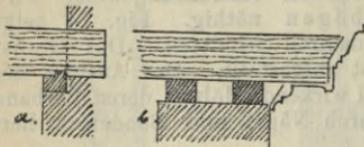


Fig. 78.

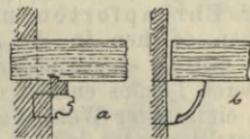


Fig. 77.

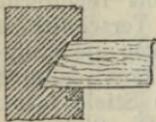


Fig. 79.

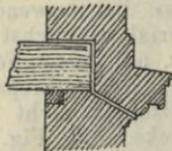
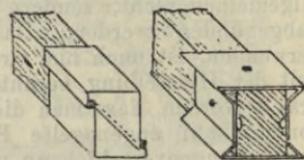


Fig. 80.



zur Verankerung der Mauern beitragen sollen, sondern, wie Fig. 78 zeigt, erst nach Vollendung des Ganzen eingebracht und lose verlegt werden. Ein Gleiches kann bei Auswechslung von Balkenlagen in bestehenden Häusern nothwendig sein.

Wo die Balkenköpfe von Mauerwerk umgeben werden, ist Schutz vor dem Anfaulen eine Hauptsorge. Theeren und Verkohlen der Balkenköpfe hat keinen Erfolg. Besser ummauert man die Balken ohne Mörtel, ev. mit Lehm, und legt unter und über dieselben ein nach jeder Seite etwa 20 cm überstehendes Stück Dachpappe oder Asphaltpapier. Auch kann man die Balken trocken mit Schieferplatten umsetzen. Verwickeltere Konstruktionen mit Anordnung eines Wasserabflusses, Fig. 79, erfüllen gewöhnlich nur unsicher den beabsichtigten Zweck und man thut daher besser, sich geschlossener Blechhülsen für die Ummantelung der Balkenköpfe zu bedienen. Fig. 80 zeigt 2 derartige Eisenblech-Kasten, einen in der Ansicht und einen im Schnitt. Bei Letzterem führen die kleinen Eckkanäle die Luft jederzeit bis ganz an das Ende des Balkenkopfes. Von Wichtigkeit ist es, der Aussenluft an irgend welchen Stellen den Zutritt zu den Räumen zwischen den Balken offen zu lassen. Es dienen

hierzu kleine Gitter in den Mauern, oder auch Oeffnungen in den Fussleisten.

Die Lage der Balken richtet sich nach der inneren Theilung des Gebäudes und bestimmt sich gewöhnlich dadurch, dass man grössere Räume nach ihrer kleineren Längenausdehnung zu überdecken sucht. Die Balken liegen hiernach entweder parallel zur Frontwand, oder rechtwinklig zu derselben. In schiefwinkligen Gebäuden legt man die Balken rechtwinklig zu einer Seite.

Fig. 81.

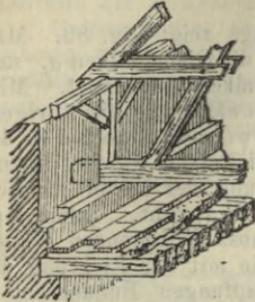
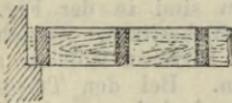
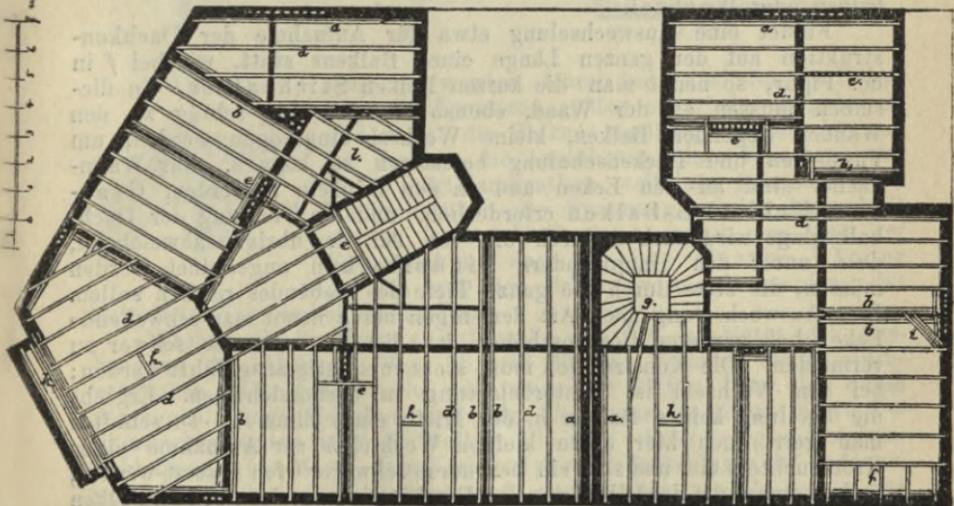


Fig. 82.



Der Balkenabstand ist in verschiedenen Gegenden sehr wechselnd. Die sogen. Dübel- (oder Dippel-) Balkenlage, welche aus unmittelbar zusammen gerückten Balken gebildet wird, die unter sich durch Dübel verbunden sind (s. Fig. 22), kommen in Deutschland nur selten vor; hingegen sind dieselben in Oesterreich und Ungarn für die Dachbalkenlage vorgeschrieben und dienen hier auch zur Aufnahme eines massiven Fussbodens. Auflager und Auswechselung der Dübel-Balkenlagen sind immer mit einigen Schwierigkeiten verbunden und da die Dachkonstruktion auf besonderen Binderswellen ruht, ist die Benutzung des Bodenraumes wie Fig. 81 zeigt in hohem Grade behindert.

Fig. 83.



In Deutschland gilt im allgemeinen die Regel, dass bei Verwendung von Ganzhölzern die Balken in Wohnhäusern nicht weiter als 0,95—1,05 m von Mitte zu Mitte liegen sollen. Bei Speichergebäuden oder anderweit zu erwartender besonderer Belastung rückt man die Balken indess auf 0,65—0,75 m zusammen und in holzreichen Gegenden, wo oft sehr schwere Zwischendecken konstruirt werden,

legt man sie mitunter auch bei Wohnhäusern nur um eine Balkenbreite auseinander. Sollen Halbhölzer oder Bohlenbalken verwendet werden, wie es in Holland, Belgien und Amerika meist der Fall ist, so müssen die Balken bei Wohnhäusern bis auf 0,40—0,50 m zusammenrücken und es muss der Gefahr der seitlichen Ausbiegung durch sogen. Spannböhlen begegnet werden, die man, Fig. 82, zwischen den Bohlenbalken in Entfernungen von 2—3 m einkämmt. Zuweilen wird für diesen Zweck auch eine sogen. Kreuzstaakung, wie Fig. 84a zeigt, ausgeführt.

Die Anordnung einer grösseren Balkenlage zeigt Fig. 83. Man beginnt damit, dass man an den Giebelwänden die Giebelbalken *a*, und zu beiden Seiten der Scheidewände Streichbalken *b* anordnet. Mitunter werden diese Balken etwas schwächer gewählt, als die übrigen; doch ist hierzu nur in dem Falle zu rathen, wo etwa, wie bei *b*, die Theilung das nahe Zusammenliegen von zwei Balken ergibt. Denn es ist zu bedenken, dass vermöge der Stellung der Möbel an den Wänden die grösste Last auf den Streichbalken ruht. Dann legt man auf die mit dem nächst unteren Geschoss aufgehörenden Wände Wandbalken und auf die Fachwerkwände, die mit der Richtung der Balken parallel sind, zur Aufnahme der Verzäpfungen Bundbalken *c*. Die nunmehr verbleibenden Zwischenräume werden nach der üblichen Balkenweite (wofür in der Fig. 0,95—1,05 m angenommen sind) eingetheilt. Die für die Verankerung vorzusehenden Balken sind in der Fig. *d* bezeichnet; dieselben müssen ungetheilte Längen besitzen. Zwischen den Ankerbalken können ev. einige Balken aus kürzeren Hölzern auf den stärkeren Scheidewänden gestossen werden. Bei den Treppen und vor den Schornsteinen müssen die Balken, wie bei *e* gezeigt ist, „ausgewechselt“ werden; die eingezapften Balken heissen Wechselbalken oder Wechsel.

Findet eine Auswechslung etwa für Aufnahme der Dachkonstruktion auf der ganzen Länge eines Balkens statt, wie bei *f* in der Figur, so nennt man die kurzen Balken Stichbalken. In dieselben müssen an der Wand, ebenso wie bei den schräg zu den Wänden liegenden Balken, kleine Wechsel eingezogen werden, um Fussboden und Deckenschalung befestigen zu können. Für Walmdächer sind an den Ecken und in den Winkeln ausserdem Grat- bzw. Kehlstich-Balken erforderlich, und die Theilung der Dachbalkenlage wird auch dadurch oft von der der übrigen abweichend, dass unter den Hauptbindern Binderbalken angeordnet werden müssen, die stets durch die ganze Tiefe des Gebäudes reichen sollen. Eine Auswechslung nach Art derjenigen bei *g* nennt man schwebende Ecke; bei geringen Geschosshöhen ist dieselbe mitunter schwer zu vermeiden. Die Konstruktion muss stets vorsichtig ausgeführt werden; bei den Wechslern ist Hinterbelastung zu berücksichtigen. Ergiebt die Theilung keinen Balken in der Mitte eines Zimmers, so schaltet man gern auch hier einen kleinen Wechsel *h* zur Aufnahme eines Kronleuchters ein, und soll ein besonders schwerer Ofen gesetzt werden, so kann man, um denselben von den Erschütterungen der übrigen Balken durch Tanz usw. zu isoliren, auch hier einen Wechsel einlegen und den Ofen auf besondere Balken, wie bei *i*, stellen. Im übrigen sollen die Auswechslungen nach Möglichkeit eingeschränkt werden, da die Wechselbalken nur auf Brustzapfen ruhen und die durchgehenden Balken durch die Verlochung geschwächt werden. Bei Vorbauten, die in den oberen Geschossen erkerartig heraus gekragt sind, dürfen die Balken keine Last auf die Aussenwand übertragen, sondern sind in jedem Geschoss von neuem mittels Wechsel oder durch Träger, wie

bei *k*, besonders abzufangen. Die Anker dieser Balken reichen über die kleinen Erkerbalken hinweg in das Mauerwerk hinein.

Nimmt man bei dieser Balkenlage die gewöhnliche Belastung durch Hausgeräth und Menschen an, so ergibt sich die Balkenstärke aus der grössten Spannweite von rd. 5^m erfahrungsgemäss mit $\frac{17}{24}$ cm als genügend. Einen guten Anhalt für die Bestimmung der Balkenstärken gewährt die Regel, dass die halbe grösste Zimmertiefe in Decimetern, die Balkenhöhe in Centimetern ergibt, wobei ein Verhältniss der Balkenhöhe zur Breite von 5:7 vorausgesetzt ist.

Überschreitet die grösste Spannweite 6^m, so ist es zweckmässig, zwischen die Balken eine Verstrebung einzufügen, welche die zufällige Belastung auf die nebenliegenden Balken übertragen helfen soll. Die hierfür üblichen Konstruktionen sind in Fig. 84 dargestellt. Bei *a* ist die Kreuzstaakung gezeigt, welche aus Latten besteht, die entweder in Abständen von 2^m oder (zugleich als Zwischendecke mit Strohlehm-Bewickelung) dicht an einander zwischen die Balken

Fig. 84.

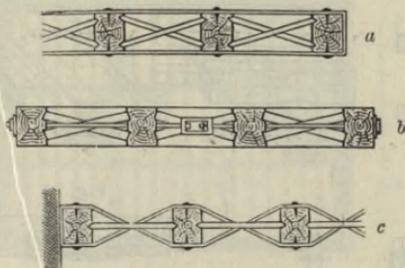


Fig. 85.

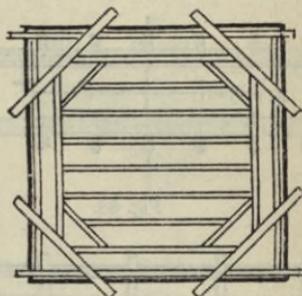
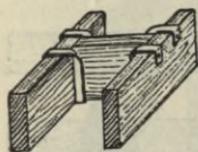


Fig. 86.



getrieben werden. Durch das Schwinden der Hölzer wird die Spannung später oft wieder aufgehoben, und wenn die Balken zugänglich bleiben können, ist deshalb die Ausführung einer Verschraubung (wie *b* zeigt) anzurathen, weil dann jederzeit durch Nachschrauben die Spannung wieder hergestellt werden kann. In England ordnet man statt der Kreuzstaakung nach Fig. 84 *c* eiserne Bänder an, die mit den Balken vernagelt werden; das

Schwinden ist hierbei einflusslos.

Wächst die Spannweite auf mehr als 6^m, so bietet die Auskrägung der Auflager, Fig. 78, ein Mittel, dieselbe etwas einzuschränken. Für quadratische oder vieleckige Räume lässt sich durch die sogen. Diagonal-Balkenlage, Fig. 85, sogar ein Raum bis zu 9^m überdecken, indem man die Balken alle auf schräg gelegten stärkern Eckbalken ruhen lässt. Das Verlegen solcher Balkenlagen ist indessen mit vielen Schwierigkeiten verknüpft, und da auch fast alle Balken nur auf Zapfen ruhen, kann dieselbe nicht empfohlen werden. Wünscht man sie dennoch anzuwenden, so wäre jedenfalls eine Sicherung der Wechsel durch Eisen, wie dies in Amerika üblich und in Fig. 86 gezeigt ist, rathsam.

Zur Ueberdeckung aller rechteckig gestalteten Räume von über 6,5—7^m Breite sind Hilfskonstruktionen erforderlich. Da aber auch schon innerhalb der Grenzen dieser Spannweite eine grosse Menge sehr starker und langer Hölzer, erforderlich ist, so wird es

oft vorzuziehen sein, die Balken aus schwächerem Holz der Längsrichtung des Raumes nach anzuordnen und sie in gewissen Abständen durch Unterzüge oder Träger zu unterstützen. Fig. 87 zeigt bei *a* einen Unterzug, bei *b* einen Träger, auch Ueberzug genannt; aus leicht erkennbaren Gründen wird in der Regel der Unterzug Anwendung finden. Der Raum, Fig. 88, hat Abmessungen von 7,5 zu 12,6 m; die Unterzüge tragen die Balken in Abständen von 3 m und letztere können daher aus sehr schwachem Holz gefertigt werden. Wenn durch die Unterzüge keine Unterbrechung der Deckenfläche herbeigeführt werden darf, kann man, wie in dem Profil und in Fig. 89 *a* in grösserem Maasstabe gezeigt ist, zur Aufaahme der Deckenschalung Rähmlinge in dieselbe einzapfen. Man bezeichnet diese Anordnung als doppelte englische Balkenlage. Sie hat den Nachtheil der vielfachen Verlochung der Unterzüge, welche vermieden wird, wenn man nach Art der französischen Balkenlage, Fig. 89 *b*, an die Unterzüge seitlich kleine Hölzer bolzt und Zwischentramen an-

Fig. 87.

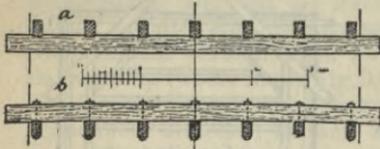


Fig. 89.

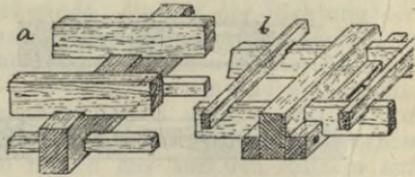


Fig. 88.

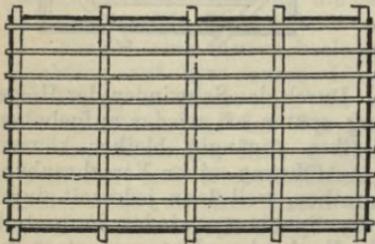
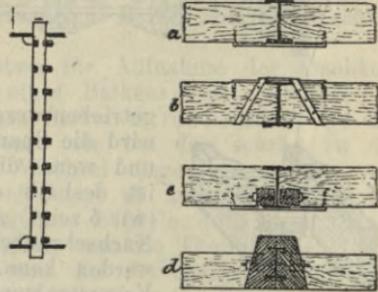


Fig. 90.



ordnet, welche unterwärts die Deckenschalung und oberhalb die, bei dieser Ausführung schwächer zu wählenden, Balken aufnimmt. Auch der Höhenverlust an der Konstruktion wird in diesem Fall ein geringerer sein. In Deutschland werden gegenwärtig statt der hölzernen gewöhnlich eiserne Unterzüge als Träger angewendet; die Balken liegen dann häufig zwischen den Trägern. Will man sich hierbei für die Befestigung nicht mit einer einfachen Klammer, Fig. 90 *a*, begnügen, so kann man die Balken, Fig. 90 *b*, mit einem oben überkreuzten eisernen Bande vernageln; oder man verbolzt nach Fig. 90 *c* kleine Lagerhölzer mit dem Träger, in welche die Balken eingekämmt werden. Die Anordnung, Fig. 90 *d* ist vielfach in Frankreich üblich, bietet aber keine, dem grösseren Arbeits- und Materialaufwand entsprechenden Vortheile.

Abweichend von den beschriebenen Balkenlagen in Wohnhäusern müssen solche in Speichern und Magazinen konstruirt werden, von denen aussergewöhnliche Lasten aufzunehmen sind. Die freien Längen

der (durch Rechnung zu bestimmenden) Balken nimmt man nicht über 3,5—4,5 m, indem man innerhalb dieser Abstände Unterzüge anordnet, welche durch Stiele unterstützt werden. Bei der Anordnung der Letzteren ist es unbedingt notwendig, durch alle Geschosse Hirnholz auf Hirnholz zu stellen. Am zweckmässigsten wird dies erreicht, wenn man die Stiele aus verdoppeltem Holze herstellt (Fig. 9, b u. c) und die Unterzüge mitten hindurch führt. Fig. 91 zeigt diese Anordnung im Grundriss. Die ersten beiden Balken liegen dicht an den Doppelstielen, und es erhalten zur Sicherung des Längensverbandes die Unterzüge Kopfbänder, Fig. 92. Macht die Theilung eine etwas vergrösserte Spannweite der Unterzüge erwünscht, so ermöglicht man dieselbe durch sogen. Sattelhölzer, Fig. 93. Eine mehrfache Verbolzung, sowie Unterstützung durch Kopfbänder oder Knaggen muss in beiden Fällen hinzu treten. Von der freien Länge des Unterzuges können für die Berechnung beiderseits etwa $\frac{2}{3}$ der Länge des Sattelholzes in Abzug gebracht werden. Sind die Holzstiele durch eiserne

Fig. 91.

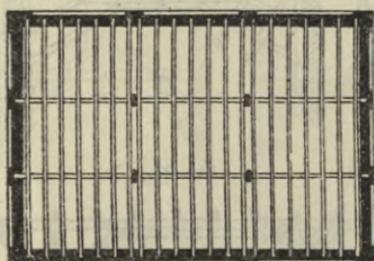


Fig. 93.

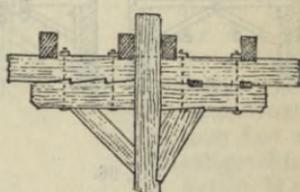


Fig. 92.

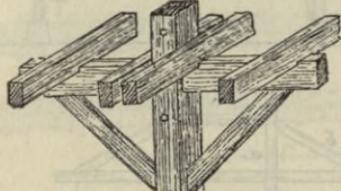
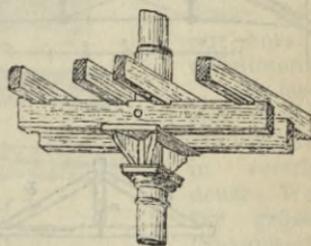


Fig. 94.



Säulen ersetzt, so führt man, wenn die Säulen dünn, letztere durch den Unterzug hindurch; die hierdurch bewirkte Schwächung des Unterzuges wird durch Anbringung seitlicher eiserner Schienen wieder aufgehoben. Besser ist es indess, und bei starken Säulen immer notwendig, einen doppelten Unterzug anzuwenden, Fig. 94. Die Hölzer ruhen dann beiderseits auf einer Tragplatte der Säule. Sollen auch die Unterzüge durch eiserne Träger ersetzt werden, so ist eine ähnliche Anordnung von Doppelträgern empfehlenswerth; die Balken werden einfach platt auf dieselben verlegt, und nur die jedesmaligen 2 Balken neben den Säulen von etwas grösserer Höhe genommen und 1,5 bis 2 cm eingekämmt.

IV. Tragkonstruktionen.

Für Räume deren Grösse noch erheblicher ist, als bisher voraus gesetzt wurde, sind, wenn dieselben mit Balken überdeckt werden sollen,

Hilfskonstruktionen erforderlich; als solche dienen vor allem die Sprenge- und Hängewerke.

Erstere bestehen, Fig. 95 a, in ihrer einfachsten Form aus zwei Streben, die die Mitte des Hauptbalkens und gleichzeitig einen daselbst angeordneten Querträger stützen, der auf etwa 4^m Länge den übrigen Balken Auflager gewährt. Bei grösseren Räumen wird, Fig. 95 b, in der Mitte ein Spannriegel eingefügt, und bei noch bedeutenderen Weiten kann man auch die Streben noch verdoppeln und mehrfach verdübelte Spannriegel verwenden, wie dies in derselben Figur bei c gezeigt ist. Infolge des starken Schubes, den eine solche Konstruktion auf die Mauern ausübt, kann sie im Hochbau nur selten Anwendung finden. Führt man das Sprengewerk indessen als Halbeisenkonstruktion aus, wie Fig. 96 zeigt, so ist dieser Uebelstand mittels der Zugstangen unschädlich gemacht, und es können

Fig. 95.

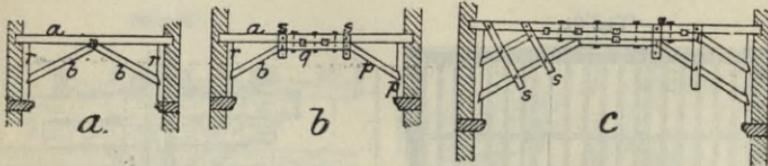


Fig. 96.

Fig. 97.

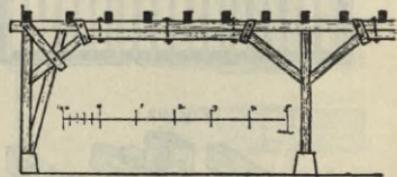
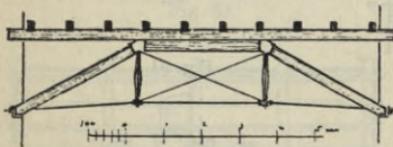
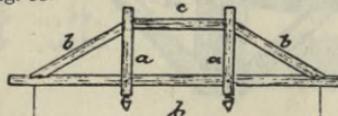
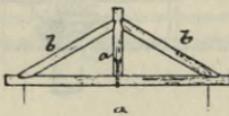


Fig. 98.



ohne Nachtheil Spannweiten bis zu 10—11^m damit überdeckt werden. Oft ist es auch, wie z. B. bei landwirthschaftlichen Bauten, möglich, durch steiler gestellte Streben den Schub auf den Sockel der Mauer zu übertragen, wonach ein Sprengewerk dann, wie Fig. 97 erkennen lässt, eine sehr rationelle Bauweise ergibt.

Weit grössere Bedeutung wird für den Hochbau aber immerhin den Hängewerken beigelegt werden müssen, welche dadurch entstehen, dass oberhalb eines an seinen Enden unterstützten Balkens zwei Streben b aufgerichtet sind, die mittels der Hängesäule a die Last der Balkenmitte nach den Auflagerenden so übertragen, dass nur der Tragebalken selbst die Zugwirkung aufzunehmen hat. Fig. 98 a und b zeigen das einfache und das doppelte Hängewerk. Das letztere enthält zwei Hängesäulen, zwischen denen noch der Spannriegel c der Konstruktion hinzutritt. Man kann auf diese Weise Räume von 8,5—11,5^m überdecken.

Im einzelnen lassen sich Hängewerke sehr verschieden gestalten, desgl. zum Schmuck ausbilden und auch, wie Fig. 99 zeigt, als zusammengesetzte Hänge- und Sprengwerke anordnen, sofern der Raum für die Konstruktionshöhe theils unter- und theils oberhalb des Tragbalkens in Anspruch genommen werden darf. In letzterem Falle nimmt der Hauptbalken die Gestalt einer doppelten Bohlenzange an, mit der die übrigen Hölzer durch starke Schraubenbolzen verbunden sind.

In wie mannichfaltiger Weise die Eisenverbindungen zwischen den Streben, Spannriegeln, Hängesäulen und Tragbalken angeordnet werden können, ist schon beim Abschnitt von den Verbänden erörtert und Fig. 30 bis 41 dargestellt. Weitere Anwendungsbeispiele von grösseren Hänge- und Sprengwerken sind im nächsten Abschnitt bei den Dachkonstruktionen zahlreich gegeben.

Falls der Raum weder unter noch über der zu schliessenden Balkendecke für die Konstruktion in Anspruch genommen werden kann, wird man heut zu Tage fast stets Trageinrichtungen aus Eisen

Fig. 99.

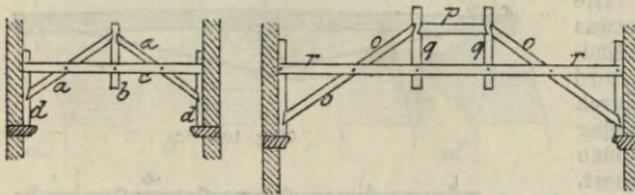
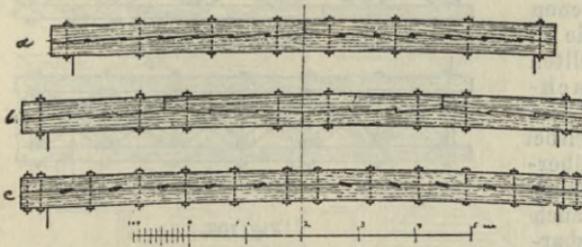


Fig. 100.



tragfähig machen. Fig. 100 stellt die durch Verdoppelung derselben gewonnenen verzahnten und verdübelten Träger dar. Erstere bestehen, *a* und *b*, aus 3 oder 5 Stücken, letztere, *c*, aus 2 Stücken. Die Verzahnungen können entweder genau zusammengeschnitten werden, wie bei *b*, oder werden mittels Verkeilung zusammen getrieben, wie bei *a* gezeigt ist. Die Trägerhöhe beträgt $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{12}$ der Spannweite und die Zahnhöhe $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{8}$ der Trägerhöhe. Ein Schnurschlag über die Spitzen der Zähne ergibt für das untere Holz in der Mitte 6 Theile, und an den Enden 5 Theile der ganzen Trägerhöhe. Die Zahnlänge soll nicht über 1 m betragen. Starke Bolzen halten beide Hölzer zwischen jedem 2. oder 3. Zahn zusammen, und es sind bis zu deren vollendeter Befestigung während der Zurichtung der Träger diese in der Mitte zu unterstützen und an den Enden zu belasten, so dass eine Sprengung von etwa $\frac{1}{60}$ der Trägerlänge entsteht. Die verdübelten Träger sind einfacher in der Bearbeitung, da in beide Hölzer nur gleichmässige schräge Ausschnitte gemacht zu werden brauchen. In diese werden Keile aus trockenem

zur Hilfe nehmen, sodass die in früherer Zeit hierfür gebräuchlichen Holzkonstruktionen fast nur noch geschichtlichen Werth besitzen. Dieselben sollen daher an dieser Stelle nur kurz erwähnt werden.

Es lassen sich zunächst die Unterzüge in verschiedener Weise für grössere Spannweiten

Eichenholz, und zwar zweckmässig so, dass Hirnholz gegen Hirnholz tritt, 17 bis 20 cm breit genau zugeschnitten, von jeder Seite eingetrieben. Verbolzung und Sprengung wie bei den verzahnten Trägern. Andere Hilfsmittel zur Ueberdeckung grösserer Räume bieten armirte Balken, Fig. 101. Die Bohlen bei *a* werden mit flacher Verzahnung angeblattet. Bei *b*, Fig. 101, sind Eisenstangen zwischen zwei aneinander gerückte Balken gelegt; bei *c* sind die Eisenstangen verdoppelt und zu jeder Seite des Balkens so angebracht, dass sie ein untergelegtes Holz umfassen. Auch wendet man wie bei *d* eine eiserne Druckstrebe an, und kann dann die Balkenenden zur Aufnahme der Stangen verbohren. Die Balken werden etwas gesprengt. Die Endverschraubung wird zweckmässig durch einen Eisenbeschlag oder einen kleinen Eisenschuh gesichert.

Grösserer Konstruktionshöhen als die bis jetzt beschriebenen Träger bedürfen die in Fig. 102 dargestellten Gitter- oder Fachwerkträger, die im Hochbaufast nur noch bei Ausführenden vorübergehender Art Anwendung finden und hier auch nur, weil sie die Nutzbarkeit einer grossen Anzahl kurzer Holzabschnitte gestatten. Die Anordnung Fig. 102b ist der bei *a* vorzuziehen, weil bei ersterer die jedesmalige Ueberblattung und dadurch herbeigeführte Schwächung der Gitterhölzer fortfällt und auch die Herstellung weniger Arbeit erfordert.

Endlich ist in Fig. 103 noch ein linsenförmiger und ein Fischbauchträger in Holzkonstruktion dargestellt. Ersterer wurde früher aus einem in der Mitte aufgetrennten Holz gewonnen, das an den Enden durch umgelegte eiserne Bänder vor dem Aufspalten gesichert war; heute setzt man auch diese Träger aus zwei einzelnen Holzstücken zusammen.

Fig. 101.

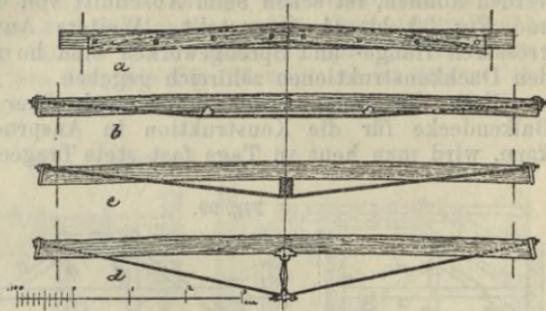


Fig. 102.

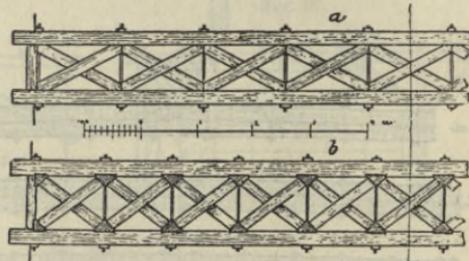
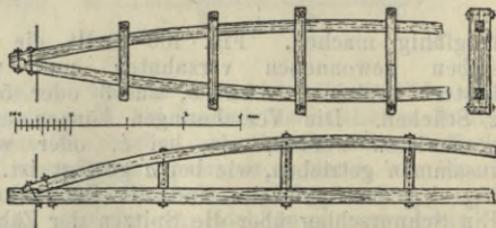


Fig. 103.



V. Dächer.

Dächer haben theils konstruktive, theils schönheitliche, theils gesundheitliche Anforderungen zu erfüllen. Form und Art der Dächer sind deshalb sehr mannichfaltig: Je nach der Neigung unterscheidet man flache und steile Dächer, und je nach der Form, Dächer mit geraden, gebrochenen, gebogenen oder anderweiten, durch besondere Grundrissbildung herbei geführten Gestaltungen der Dachflächen.

a. Satteldächer.

Die Hauptgruppe der Dächer bilden die Satteldächer, Fig. 104. Wenn die Trauflinie um die Giebelseiten herum geführt wird, Fig. 104b, so entsteht das abgewalmte Satteldach. Eine theilweise Abwalmung der Giebelfläche, wie bei *c* und *d* gezeigt ist, heisst Krüppelwalm. Die Bestimmung der zu wählenden Dachanordnung im Grundriss heisst Dachausmittlung. Dieselbe besteht für einen rechteckigen Grundriss

Fig. 104.

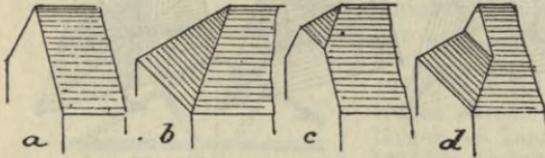
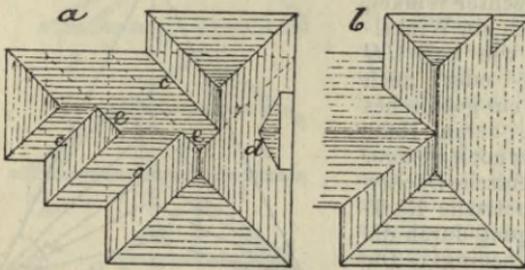


Fig. 105.



nur im Aufsuchen der Firstlinie, welche parallel den Trauflinien ist, und bei gleicher Neigung beider Dachflächen mit der Mittellinie zusammenfällt. Die Gratlinien für ein abgewalmtes Dach bestimmen sich unter derselben Voraussetzung als die Halbierungslinien der Winkel des Grundrisses. Hat das Gebäude aber Vor- und Rücksprünge, so tritt zwischen letzteren eine dritte Art von Schnittlinien, welche Kehllinien genannt werden. Fig. 105a zeigt bei *c* drei mal eine Kehle oder Wiederkehr. Die kleineren Kehlen *d* hinter Schornsteinen, Ecken usw. nennt man gewöhnlich Schottrinnen. Für die Ausmittlung verlängert man, wie die Abbildung punktiert andeutet, die Trauflinien derjenigen Flächen, welche sich schneiden, bis zur gegenüber liegenden Begrenzung und halbirt den dann entstehenden Winkel. Unterbricht ein kleines Stück Gratlinie den First — bei Verringerung der Gebäudetiefe — so entsteht eine Verfallung, wie bei *e* angegeben ist. Da dieselbe den Dachverband stört und gewöhnlich unschön aussieht, so ist ihre Vermeidung schon bei Gestaltung des Grundrisses vorzusehen. Oft erreicht man dies leicht durch Höherlegung eines Theils der Trauflinie und Abänderung der Dachneigung, wie in Abb. 105b gezeigt ist.

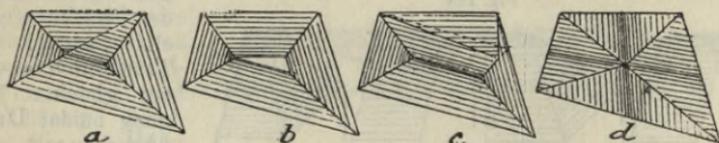
Ist der Grundriss schiefwinklig, so gilt bei der Ausmittlung die Regel, dass der First stets wagrecht bleiben muss, und man legt denselben deshalb parallel zu einer Front, etwa der Hauptfront. An

Die Bestimmung der zu wählenden Dachanordnung im Grundriss heisst Dachausmittlung. Dieselbe besteht für einen rechteckigen Grundriss nur im Aufsuchen der Firstlinie, welche parallel den Trauflinien ist, und bei gleicher Neigung beider Dachflächen mit der Mittellinie zusammenfällt. Die Gratlinien für ein abgewalmtes Dach bestimmen sich unter derselben Voraussetzung als die Halbierungslinien der Winkel des Grundrisses. Hat das Gebäude aber Vor- und Rücksprünge, so tritt zwischen letzteren eine dritte Art von Schnitt-

der Hinterseite entsteht alsdann eine windschiefe Dachfläche und die Gratlinien an den beiden Abwalmungen müssen krumme Linien werden. Diesen Uebelstand vermeidet man, indem man z. B. nach Fig. 106 a in die Hinterfläche eine Kehle einfügt, oder, wie bei *b*, am First ein Plateau zwischen die sich schneidenden Dachflächen legt. Eine ähnliche Lösung ist unter *c* angegeben. Ganz regelmässige Dachflächen erhält man, indem 4 verschiedene Dachneigungen angewendet und, wie bei *d* gezeigt ist, alle Fronten als Giebel ausgebildet werden. Oft können Schwierigkeiten, wie die hier in Rede stehenden auch durch Anwendung ganz flacher Dächer umgangen werden.

Nächst der Ausmittelung muss die geeignetste Dachneigung bestimmt werden. Dieselbe wird gewöhnlich unter Zugrundelegung der Form eines Satteldaches nach dem Verhältniss der Höhe zu der Grundlinie ausgedrückt. Man bezeichnet daher, Fig. 107, die Dächer mit der Höhe *CD* und *CE* als Viertel-, bezw. Drittdächer, weil

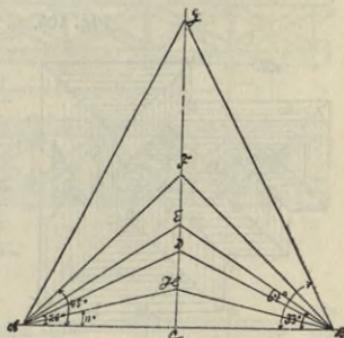
Fig. 106.



diese Höhen $\frac{1}{4}$, bezw. $\frac{1}{3}$ der Grundlinie *AB* betragen. Ist die Höhe *CF* gleich der halben Grundlinie, so entsteht am First ein rechter Winkel, und man nennt das Dach ein Winkel-dach. Ist die Höhe, wie bei *CG* gleich der Grundlinie oder noch grösser, so erhält man ein gothisches Dach. Flache Dächer, deren Höhe nur $\frac{1}{8}$, wie bei *CH*, oder noch weniger beträgt, nennt man italienische Dächer.

Ausser durch ästhetische Rücksichten ist die Dachneigung durch die Art des Deckmaterials bedingt. Die nachfolgende Tabelle ist etwa normgebend für die geringste (bezw. auch grösste) Neigung, welche die verschiedenen Deckmaterialien zulassen, und zugleich für die durch das Gewicht des Deckmaterials erfahrungsgemäss bestimmte Sparren-Entfernung. Dies Gewicht der Deckung ist einschliesslich des Gewichts der Schalung bezw. Lattung verstanden.

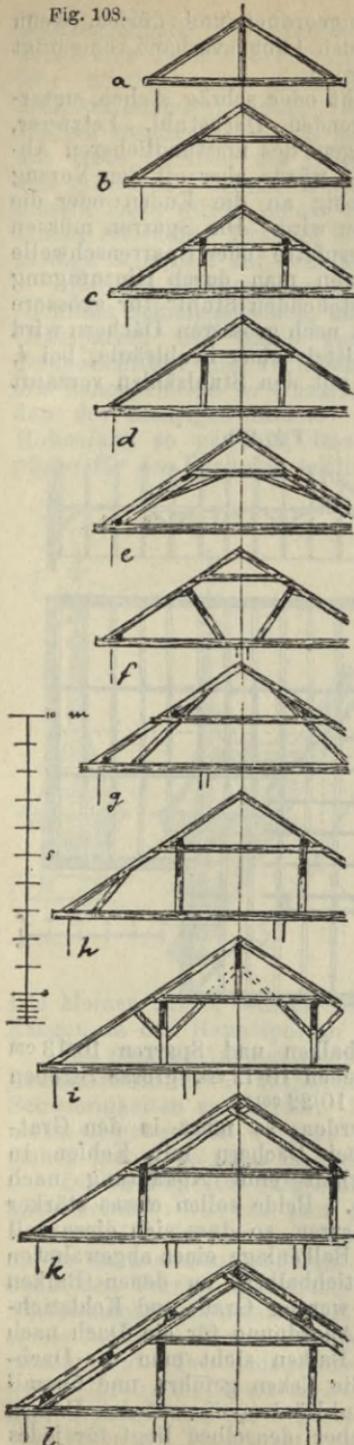
Fig. 107.



Es erfordern:

| | Höhen- verhältniss | Neigung (Rösche) | Sparren- entfernung | Gewicht/ für 1 qcm |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| Rohr- und Strohdächer | $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ | 45—53° | 2,25—2,40 m | 60—70 kg |
| Splissdächer | nicht unter $\frac{1}{2}$ | 45° | 1,10 m | 100 kg |
| Doppel- u. Pfannendächer | $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ | 33—45° | 0,90—0,95 m | 110—115 kg |
| Ritter- od. Kronendächer | $\frac{1}{3}$ | 33° | 0,85—0,90 m | 120—130 kg |
| Schieferdächer | $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ | 27—33° | 0,90—1,0 m | 60—70 kg |
| Pappdächer | $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{6}$ | 14—18° | 0,90—1,0 m | 30—32 kg |
| Zink- und Kupferdächer | $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{10}$ | 5—11° | 0,90—1,0 m | 35—40 kg |
| Asphaltdächer | nicht unter $\frac{1}{10}$ | 11° | 0,80—0,90 m | 32 kg |
| Holzzementdächer | $\frac{1}{25}$ — $\frac{1}{20}$ | 4—5° | 0,70—0,80 m | 200 kg |

Fig. 108.



«. Satteldächer mit geraden Dachflächen.

Die Konstruktion eines Daches ist, abgesehen von den unten zu erwähnenden Einschränkungen am einfachsten, wenn dasselbe unmittelbar auf eine entsprechend unterstützte Balkenlage gestellt wird. Die Balken müssen in diesem Fall nach der Sparrenlage eingetheilt sein, und jeder Sparren erhält in seinem Anfallspunkt eine Verzapfung in einen Balken. 2 gegenüberstehende Sparren bilden ein Sparrengebilde und erhalten am First einen Scherenzapfen oder werden zusammen geblattet (Fig. 18.) Fig. 108 zeigt dem entsprechende Konstruktionen für verschiedene Spannweiten. Es ward davon ausgegangen, dass Sparren von gewöhnlicher Stärke, 10/13 cm bis 12/16 cm, nicht weiter als 4—5 m frei tragen sollen. Sind die Sparren nicht länger so kann man das Dach ohne Hilfskonstruktionen richten und den Längenverband durch, auf der Innenseite diagonal angenagelte Latten herstellen. Besser ist es jedoch, Fig. 108a, eine Firstpfette anzurorden, welche in Abständen von etwa 5 m durch Stiele unterstützt ist, die, mit Kopfbändern versehen, einen Dreiecksverband herstellen. Werden die Sparren länger, so fügt man, Fig. 108 b, einen Kehlbalcken ein. Bei noch grösserer Spannweite werden sogen. Bindergespärre oder Lehrgebilde, besonders unterstützte Gebilde, die mittels Längenverband die übrigen Sparren tragen, nothwendig. Entweder unterstützen hierbei 2 Pfetten unmittelbar die Sparren, und der Binderverband wird durch eine Doppelzange hergestellt, Fig. 108 c; oder es erhält jedes Gebilde einen Kehlbalcken, welcher durch 2 Dachrähme getragen wird, wie dieselbe Figur bei d zeigt. In beiden Fällen wird die Last des Längsverbandes in den Bindern durch Pfosten oder Stuhlsäulen auf die Balken übertragen. Diese Balken heissen Binderbalken und sollen ungestossen durch die Tiefe des Gebäudes reichen. Die Bindergespärre

werden in Entfernungen von 4—5 m angeordnet und dürfen, wenn keine besondere Tragekonstruktion für den Längenverband eingefügt ist, nirgend weiter als 6,5 m gestellt werden.

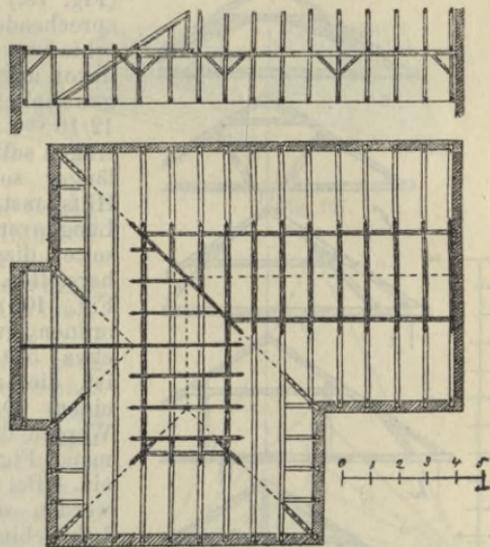
Je nachdem die Stuhlsäulen senkrecht oder schräg stehen, unterscheidet man den stehenden oder liegenden Dachstuhl. Letzterer, den die Fig. 108 e, f, g zeigen, wird wegen des umständlicheren Abbindens und Richtens selten angewendet, würde aber oft den Vorzug verdienen, da durch ihn die Last beliebig an die Enden oder die unterstützte Mitte der Balken übertragen wird. Die Sparren müssen bei dem liegenden Stuhl stets eine Fusspfette oder Sparrenschwelle erhalten. Bei wachsender Spannweite kann man durch Hinzufügung kleiner Streben, bei *h*, den „doppelten stehenden Stuhl“ für grössere Sparrenlängen ausreichend machen. Bei noch grösseren Dächern wird eine Firstpfette nothwendig, die man mittels einer Stuhlsäule, bei *i*, oder mittels zweier Parallelstreben, die mit den Stuhlsäulen verzapft sind, bei *k*, befestigt. Ein noch grösseres Dach zeigt Fig. 108 l; hier ruhen die Sparren auf 4 Pfetten, welche von besonders starken Binder-sparren getragen werden.

Weitere Zusammen-setzungen dieser Dächer, die sich auf sehr mannich-fache Weise ausführen lassen, ergeben sich zahl-reich aus den Beispielen der folgenden Dach-gruppen. Bei den Spann-weiten, bezw. Holzstärken derselben ist Schieferdach zugrunde gelegt.

Bezgl. der Holz-stärken für diese Dächer kann man im allge-meinen folgende als ge-nügend annehmen: Dach-balken 17/22 cm bis 19/25 cm, Stuhlsäulen 15/15 cm, Pfetten und Dachrähme 15/19 cm, Kehl-balken und Sparren 10/13 cm bis 12/16 cm, Kopfbänder und kleine Streben 10/12 cm, grosse Streben 15/19 cm, Doppelzangen 2 × 7/20 cm bis 10/22 cm.

Sollen diese Dächer abgewalmt werden, so muss in den Grat-linien ein Gratsparren liegen und bei Dächern mit Kehlen in diesen ein Kehlsparrn. Ersterer erhält eine Abkantung nach beiden Dachflächen, letzterer eine Rinne. Beide sollen etwas stärker genommen werden; als die übrigen Sparren, so dass sich diese voll dagegen schiften können (Fig. 21). Die Balkenlage eines abgewalmten Daches erhält an denjenigen Seiten Stichbalken, an denen Balken parallel zur Traufe liegen. Ausserdem werden Grat- und Kehl-stich-Balken eingefügt. Fig. 109 zeigt diese Anordnung für ein Dach nach dem Profil von Fig. 108 d. Ueber den Balken sieht man die Dach-rähme bei den Graten und Kehlen um die Ecken geführt, und überall so angeordnet, dass dieselben mittels Stuhlsäulen, die auf den Balken stehen, unterstützt werden können. Ueber denselben liegt für jedes

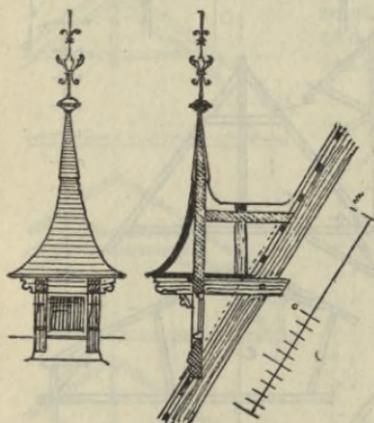
Fig. 109.



Sparrengebinde ein Kehlbalken. Bei den Abwalmungen werden auch hier immer Stichbalken, und zwar sowohl Gratstichbalken, wie (durchgehende) Kehlstichbalken erforderlich. Die Kehlbalken erhalten Schmiegezapfen. Die Hirnholzflächen, mit denen die Gratsparren zusammen treffen, heissen Schmiegeflächen; sie lehnen gegen das erste Gebinde des Hauptdaches, welches Anfallsgewinde heisst. Bei grösseren Dächern ist dasselbe gewöhnlich ein Lehrgebinde. In diesem Falle würde indess diese Anordnung überflüssig viele Stuhlsäulen erfordern. Deshalb ist der Anfallspunkt durch einen besondern kleinen Stiel, der auf dem Kehlbalken steht, gesichert.

Bei den Schiftsparren heissen die schräg angeschnittenen Flächen, ebenfalls Schmiegeflächen, und solche Schifter, die oben gegen einen Gratsparren und unten gegen einen Kehlparren geschifft sind, Doppelschifter. Bei Verfallungen ist es wünschenswerth, den Verband des hohen Daches so einzurichten, dass er ohne Unterbrechung auch den des niedrigen bildet. Fig. 109 zeigt deshalb die Kehlbalken-Höhenlage so gewählt, dass ein verlängerter Kehlbalken als Firstpfette für das Dach des seitlichen Vorbaues dient. Bei langen Dächern

Fig. 110.



ist es mitunter rathsam, den Verband bei solchen Vorbauten nicht durch ein Kehlparren-Gebinde zu unterbrechen, sondern lieber die Sparren des Hauptdaches bis zum Anfallspunkt hinunter zu führen. Man legt dann auf diese Sparren in der Richtung der Kehle ein nach der Schmiege zugehobeltes, starkes Brett und führt die Sparren des zweiten Daches selbständig unterstützt dagegen. Kleine Zwischendächer, hinter Schornsteinen und bei Erkern erhalten nie einen Kehlparren, sondern werden auf das, im übrigen ununterbrochen fortgehende Dach aufgefüttert.

Fig. 110 zeigt die Ausführung eines Erkers mit Helmspitze.

Die kleinen Stiele, welche das Erkerdach aufnehmen, werden durch Zangen an den Hauptsparren festgehalten.

Die Sparren-Auswechslungen, welche für Schornsteine, Dachluken, Einfälllichter usw., notwendig werden, sind in der Regel ohne Schwierigkeiten ausführbar. Die Grat- und Kehl-Sparren können aber nicht ausgewechselt werden; wenn sich also die Schornsteine nicht ziehen lassen, so muss man dieserhalb das Dach anders anordnen.

Die in Fig. 108 dargestellten Dachquerschnitte sind in dem Fall unzureichend, wo ein sehr grosser freier Bodenraum hergestellt werden soll. In diesem Falle sind die Dächer nicht allein sehr viel steiler anzunehmen, sondern es wird auch fast immer der liegende Stuhl den Vorzug verdienen, weil dieser die völlige Freihaltung des Mittelraumes gestattet. Fig. 111, a, b und c enthalten einige Beispiele für Dach-Konstruktionen, die hauptsächlich für Scheunen zweckmässig sind. Der bedeutende Schub der langen Sparren wird entweder durch eine Sparrenschwelle oder mittels eines besondern kleinen Strebebandes wie bei b gezeigt ist, abgefangen. Fehlt, wie bei b, eine besondere Firstbefestigung, so ist der Längenverband durch ein-

gekämte starke Diagonallatten, die innen auf jedem Gebinde genagelt sind, herzustellen. Bei sehr hohen Dächern muss oft noch ein zweiter Kehlbalcken angebracht werden, welcher dann Hahnenbalcken heisst. In Fig. 111 a und c ist derselbe durch Zangen mit Hängesäulen ersetzt. Derartige Dächer erfordern eine reichliche Anzahl Bolzen und übrigens sorgfältige Ausführung.

Die Holzstärken sind im allgemeinen wie oben bereits angegeben zu wählen; nur wird man bei Ziegeldeckung die Streben und Stuhlsäulen etwas stärker machen. Die Binder-Entfernung beträgt in der Regel 4—5 m.

Bei allen beschriebenen Dächern verursacht die Verzäpfung der Sparren mit den Balken einige Schwierigkeiten. Beim gewöhnlichen geraden Zapfen muss ein freies Balkenende von 10—15 cm Länge verbleiben. Hierdurch wird, Fig. 112 a, ein sogen. Aufschiebling nöthig, um das Dachwasser in die daran anzubringende Rinne führen zu können. Der Aufschiebling verursacht stets einen Knick in der Dachfläche, welcher Wassersack genannt wird, und leicht zu Undichtigkeiten Anlass giebt. Fig. 112 b zeigt zwar die Vermeidung des Aufschieblings durch Anbringung eines Unter-Schieblings, dessen Zapfen den Schuh aufnimmt, die Ausführung ist aber umständlich und theuer. Der einfache geächselte Zapfen, der bei c gezeigt ist, bietet dagegen geringe Sicherheit, so dass in den meisten Fällen eine Sparrenschwelle nöthig wird.

Fig. 111.

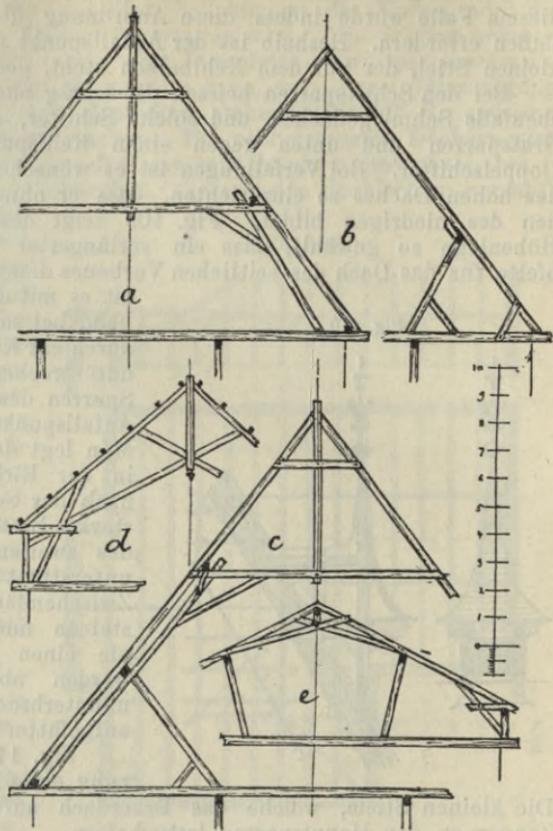
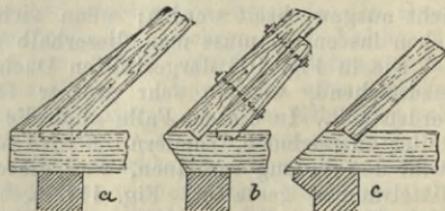
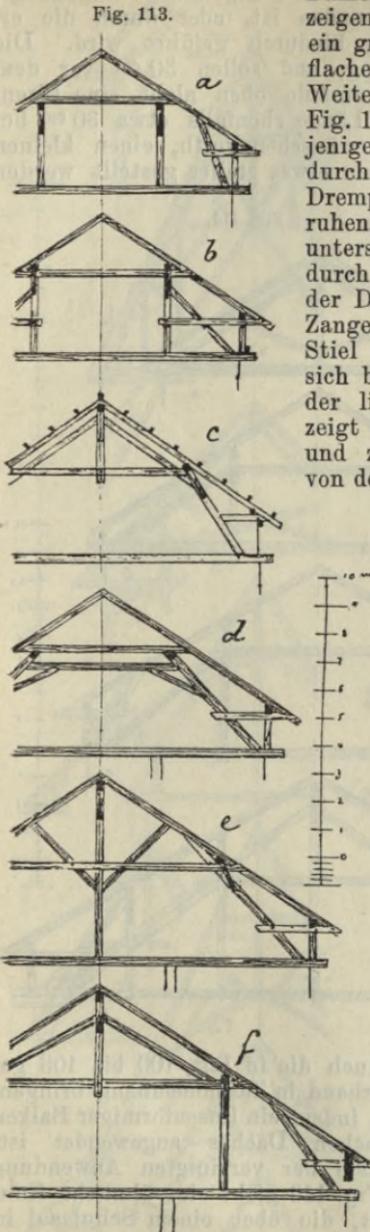


Fig. 112.



Diese Uebelstände sind vermeidbar, wenn man über den Balken eine Aufmauerung hoch führt, welche Kniestock oder Drempelwand genannt wird, und die Aufstellung des Daches unabhängig von der Balkenlage macht. Fig. 111 d und e zeigen, wie durch diese Anordnung zugleich ein grosser nutzbarer Bodenraum selbst bei flacher Dachneigung gewonnen werden kann. Weitere Beispiele für derartige Dächer giebt Fig. 113 a—f. Dieselben weichen von denjenigen nach Fig. 108 hauptsächlich dadurch ab, dass die Sparren oberhalb der Drempelwand auf einem Drempelrähm ruhen, welches mittels der Drempelstiele unterstützt ist. Der Sparrenschub wird durch die Drempelstrebe abgefangen, und der Dreieckverband des Ganzen durch eine Zange hergestellt, die, wo möglich, Strebe, Stiel und Sparren fasst. Im übrigen lässt sich bei diesen Dächern der stehende wie der liegende Stuhl anwenden. Fig. 113 c zeigt auch den doppelten liegenden Stuhl, und zugleich mit Fig. 111 d, abweichend von den übrigen Beispielen, ein Pfettendach.



Bei denselben werden Sparren nur in den Lehrgebänden nöthig, während die Pfetten die Schalung für das Deckmaterial unmittelbar aufnehmen. Für die Anordnung der Binder in diesen Dächern sind ebenfalls in Entfernungen von 4,5—5,5 m durchgehende Balken nothwendig, während die Balkenlage im übrigen ohne Einfluss auf den Dachverband ist. Kann auch für die Binder kein Balken angeordnet werden, so lassen sich die Stuhlsäulen auf Wechsel, oder auf Schwellstücke stellen. Der Verband für die Streben verlangt aber immer einen Stichbalken und bleibt unvollkommen, wenn letzterer nur als kurzes Stück quer auf die Balken gelegt ist.

Drempelstiele und Streben, sowie Drempelrähme werden gewöhnlich 12/15 cm stark ausgeführt; die Stärken der übrigen Hölzer sind dieselben, wie oben angegeben. Bietet ein grösserer Raum keine Unterstützung für die Balken, so muss das Dach eine Tragekonstruktion enthalten. Am einfachsten wählt man für dieselbe Anwendung des einfachen, doppelten und mehrfachen Hängewerks in Dachbindern. Der Binderbalken dient als Zugbalken oder Tramen (Tram), und darf durch das Dach-

ein Hängewerk. Fig. 114 zeigt die Anwendung des einfachen, doppelten und mehrfachen Hängewerks in Dachbindern. Der Binderbalken dient als Zugbalken oder Tramen (Tram), und darf durch das Dach-

werk ebenso wenig belastet werden, wie eine Belastung der Streben in ihrer freien Länge statthaft ist. Nur die Decke kann mittels angehängter und aufgelegter Querbalken an dem Tramen befestigt werden. Letzterer wird alle 5–6 m an den Hängesäulen aufgehängt, mit denen er durch Hängeisen verbunden ist, oder durch die er, wenn sie doppelt angewendet sind, hindurch geführt wird. Die Streben erhalten doppelte Versatzung, und sollen 30 cm vor dem Balkenende stehen. Erhält die Hängesäule oben nicht eine Eisenarmirung, so muss die frei bleibende Länge ebenfalls etwa 30 cm betragen. Bei flachen Dächern ist es wünschenswerth, einen kleinen Drempel anzuordnen, damit die Streben etwas steiler gestellt werden können. Anderenfalls muss

dem Schub durch Bolzen und eiserne Schuhe begegnet werden, da Zapfen und Versatzung nicht genügen würden. Werden die Sparren durch besondere kleine Streben unterstützt, wie in Fig. 114 c und d, so darf die Zange derselben nicht zugleich mit den Hängestreben verbolzt werden, da hierdurch die aufrecht zu erhaltende Durchbiegungsfähigkeit des Hängewerks beeinträchtigt und eine etwaige Bewegung zugleich auf das Dach übertragen wird. Die mittlere Abtheilung wird bei dem doppelten Hängewerk zu etwa 0,4 der ganzen Spannweite angenommen. Wenn letztere sehr gross ist, so kann man sie, wie bei d, durch verdübelte Sattelhölzer an beiden Seiten einschränken. Hierdurch wird zugleich erreicht, dass die Drucklinie der durch die Verdoppelung nach der Mitte zu verschobenen Streben noch innerhalb der Balkenhöhe das Mauerprofil erreicht, wie in Fig. 114 d gezeigt ist.

Statt des Hängewerks lassen sich auch die in Fig. 100 bis 103 gezeigten Anordnungen mit dem Dachverband in Zusammenhang bringen. Hierfür giebt Fig. 115 a ein Beispiel, indem ein linsenförmiger Balken zur Unterstützung eines sehr flachen Daches angewendet ist. Fig. 115 b, c und d geben Beispiele der vereinigten Anwendung von Eisen und Holz (Hängewerke); Fig. 116 giebt eine ähnliche Konstruktion von besonderer Zierlichkeit, die über einem Schulsaal in Paris ausgeführt ist. (Encyclop. d'archit. 1876, S. 397). Bezüglich der einfachen Eisenverbände, die zur Ausführung solcher Dächer dienen, sei auf Fig. 29 bis 41 zurück verwiesen.

Soll ein Raum ganz ohne Balkenlage überdacht werden, so ist ein

Fig. 114.

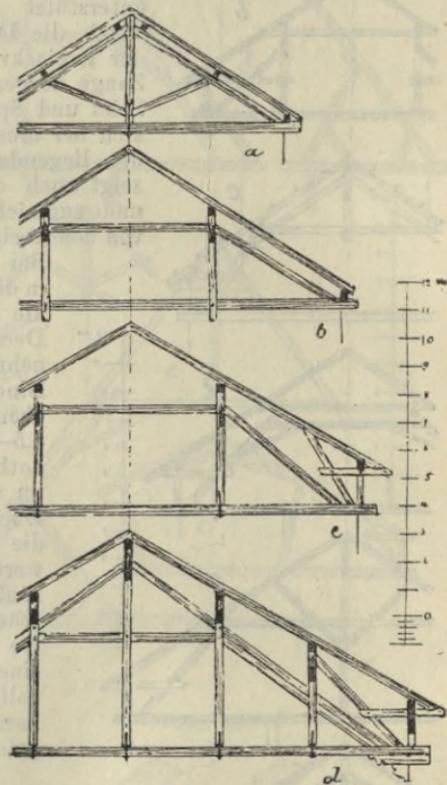
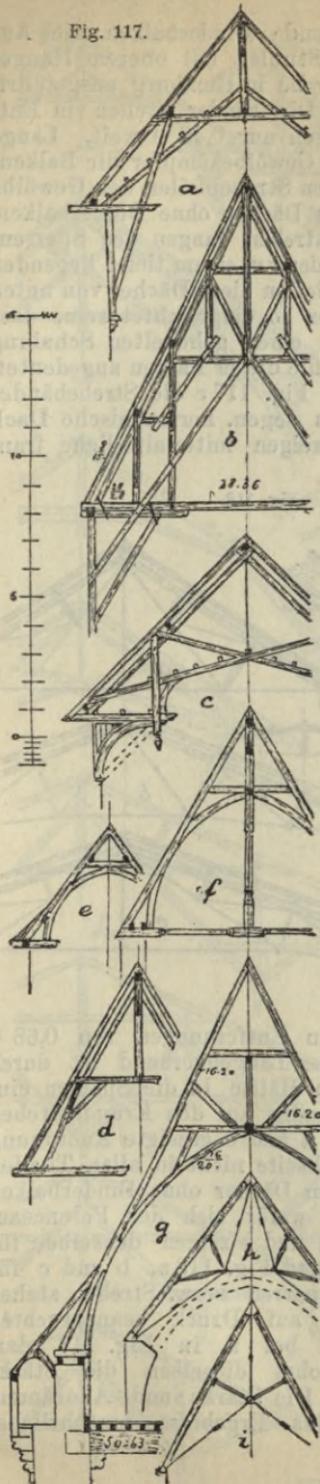


Fig. 117.



frei tragendes Dach zu wählen. Es kann entweder wie bei grossen Sälen, Schuppen usw. von unten sichtbar bleiben oder es wird, wie bei Kirchen, über Gewölben ausgeführt. Für die Konstruktion ist in beiden Fällen die Bestimmung darüber maassgebend: ob in der Höhe der Traufe ein durchgehender Binderbalken angeordnet werden kann oder nicht. In letzterem Falle ist es

Fig. 115.

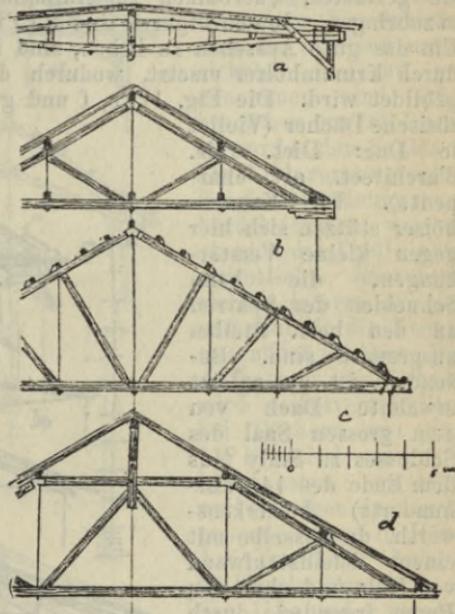
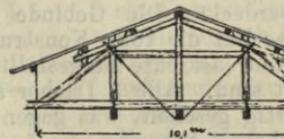


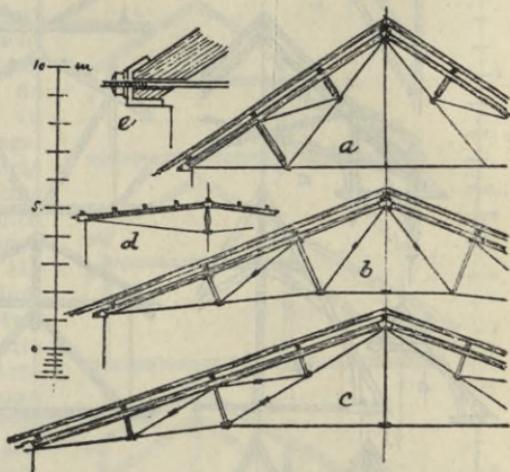
Fig. 116.



die Hauptaufgabe, die Konstruktion so einzurichten, dass trotzdem kein wesentlicher Schub auf die Mauern ausgeübt wird. Wegen der zahlreichen Lösungen, welche diese Aufgabe zulässt und wegen Mannichfaltigkeit ihrer künstlerischen Durchbildung bieten diese Dächer das meiste Interesse. Fig. 117 giebt einige Beispiele für Kirchen- und Saaldächer. Bei den Konstruk-

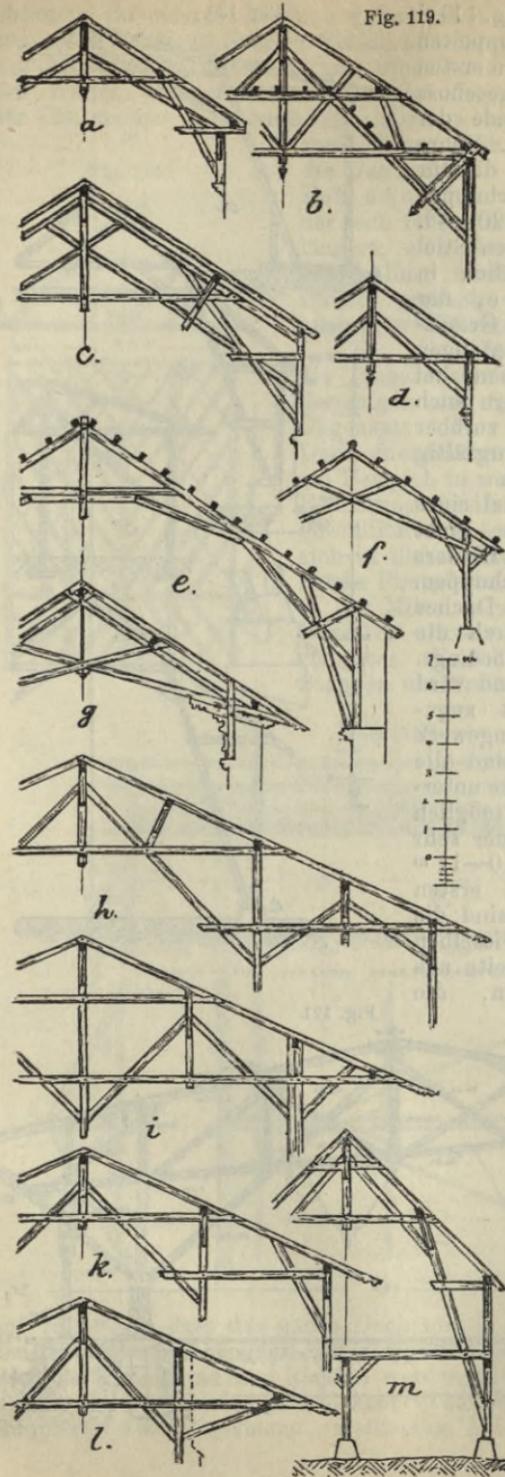
tionen *b* und *d* gestattet der durchgehende Binderbalken die Anwendung des stehenden, bezw. liegenden Stuhles mit oberem Hängewerk. Ersteres Dach, über der Nikolaikirche in Hamburg ausgeführt, zeigt einen sehr grossen Holzaufwand. Die Binder stehen in Entfernungen von 6 m und die Sparren liegen nur 0,46 m weit. Lange Sprengestriben unterstützen oberhalb der Gewölbekämpfer die Balken; der Schub derselben wird durch die grossen Strebepfeiler der Gewölbe aufgenommen. — Fig. 117 a und c zeigen Dächer ohne Binderbalken. Zangen in halber Dachhöhe oder Kreuzstreben fangen den Sparrenschub ab, der ausserdem durch Strebebänder zu einem tiefer liegenden Punkt der Mauer hinab geführt wird. — Sollen diese Dächer von unten sichtbar bleiben, so muss die Konstruktion so eingerichtet sein, dass sie gestattet, Querbalken zur Aufnahme einer gehobelten Schalung anzubringen. In den Figuren sind die Profile dieser Balken angedeutet. Um das gute Aussehen zu heben, sind in Fig. 117 c die Strebebänder durch Krummhölzer ersetzt, wodurch das sogen. normannische Dach gebildet wird. Die Fig. 117 e, f und g zeigen mittelalterliche französische Dächer (Viollet le Duc: Dict. rais. d'architect., art. charpente). Die Krummhölzer stützen sich hier gegen kleine Verstärkungen, die beim Schneiden der Sparren an den betr. Stellen ausgespart sind. Besonders ist das zuletzt erwähnte Dach von dem grossen Saal des Schlosses zu Sully (aus dem Ende des 14. Jahrhunderts) bemerkenswerth, da dasselbe mit einem Kleinstaufwand von Holz und ohne den Raum irgendwie durch den Verband zu beengen, den 11,5 m breiten

Fig. 118.



Saal überdeckt. Die Gebinde stehen in Entfernungen von 0,68 m und jedes hat die volle Konstruktion; der Längenverband ist durch grosse Andreaskreuze hergestellt, die zur Hälfte in die Sparren eingekämmt sind. Alle 3 Dächer sind inwendig auf den Krummstreben gewölbartig geschalt, was gegen die bei a und c gezeigte Anordnung den Nachtheil hat, dass die äussere Dachseite nicht in allen Theilen zugänglich bleibt. — In neuerer Zeit werden Dächer ohne Binderbalken häufig in Eisenkonstruktion hergestellt, wofür sich der Polonceau-Binder besonders gut eignet. Fig. 107 h und i zeigen denselben für verschiedene Spannweiten mit steilen und Fig. 118 a, b und c für solche mit flacheren Neigungen. Die Sparren bezw. Streben stehen hier in einem eisernen Schuh. Die auf Druck beanspruchten Konstruktionstheile können auch, wie bei a in Fig. 118 dargestellt ist, aus Holz bestehen, wobei dieselben die Stärke leichter Tragepfosten erhalten müssen. Die Stärke und Anordnung der Eisentheile im Einzelnen wird das Ergebniss ausführlicher Berechnung sein müssen.

Fig. 119.



Für leichtere Gebäude und Schuppen bietet sich in dem sog. Knotensystem eine zweckmässige Konstruktionsart. Durch Zangen und Streben werden viele kleine Dreiecke gebildet, und sämtliche Holzüberschneidungen durch starke Schraubenbolzen gesichert. Fig. 119 zeigt eine Anzahl derartiger Konstruktionen, die alle von unten sichtbar bleibend angenommen sind; eine besondere innere Decke ist nur bei dem Saaldach Fig. 119b voraus gesetzt. Bei der Anordnung muss berücksichtigt werden, ob sich die Theile ohne eigentliche Rüstungen richten lassen, da sich anderenfalls die Kosten wesentlich erhöhen. Die Aufhebung des Schubs wird selbstverständlich bei Dächern wie Fig. 119 b und d am vollkommensten erreicht, weil dieselben eine durchgehende Zange in Höhe der Trauflinie haben; bei Konstruktionen nach Fig. 119 e und g müssen die Mauern entsprechend verstärkt werden. Ist eine Unterstützung durch Stiele möglich, Fig. 119 h, i und k, so ist nur unbedeutender Schub vorhanden, und eine Verdoppelung der Tragepfosten, wie solche bei i gezeigt ist, wird nur dann nothwendig, wenn sie besondere Lasten wie z. B. Wellenleitungen aufzunehmen haben. Bei l ist ein Schuppendach mit sehr grossem Ueberstande dargestellt; die äussere Pfette wird durch ein liegendes

Sprengwerk getragen. Fig. 119 m zeigt eine Anordnung des doppelten liegenden Stuhls, wobei die ersten Streben durch das Untergeschoss hindurch bis an das Ende der Stiele hinab geführt sind. Mehrere ähnliche Konstruktionen, die für Nothscheunen und Feldschuppen bewährt sind, zeigt Fig. 120 a—d. Beim letzten Beispiel ruhen Stiel und Strebe gemeinschaftlich in einem eisernen Schuh, e, der mittels Zapfen in einem Granitblock festgesetzt ist. Verzapfungen und Verbolzungen müssen bei allen freitragenden Dächern auch bei Ausführung für vorübergehende Zwecke sehr sorgfältig und genau gearbeitet sein.

Als besonderes Beispiel eines sehr grossen Schuppens giebt Fig. 121 das Profil eines Binders der Hamburger Kaischuppen. Die ungleiche Höhe des Daches zu beiden Seiten ist durch die Aufstellung von Krähen bedingt. Der grosse Dach-Ueberstand wird nur durch ein punktirt angezeichnetes, liegendes Sprengwerk aufgenommen; ebenfalls sind alle Pfetten durch Sprengwerke unterstützt. Hierdurch ist es möglich geworden, die Binder in der sehr grossen Entfernung von 10—11 m anzuordnen. Unter der ersten Schicht des Fundaments sind die Tragpfosten verankert. Dieselben bestehen an der Vorderseite aus verdoppelten Holzpfosten, die

Fig. 120.

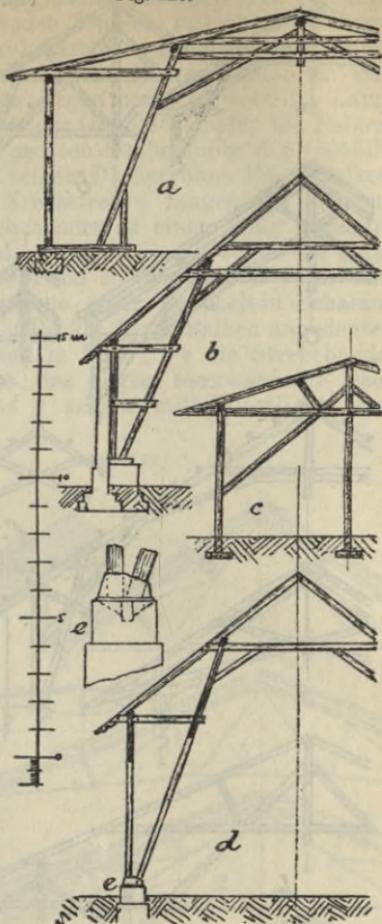
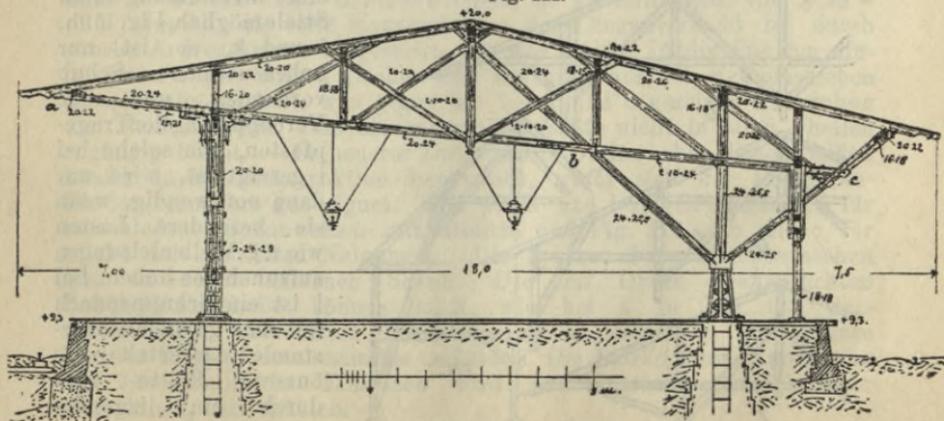
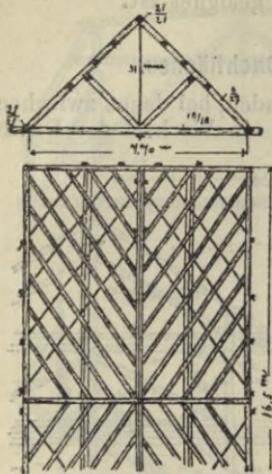


Fig. 121.



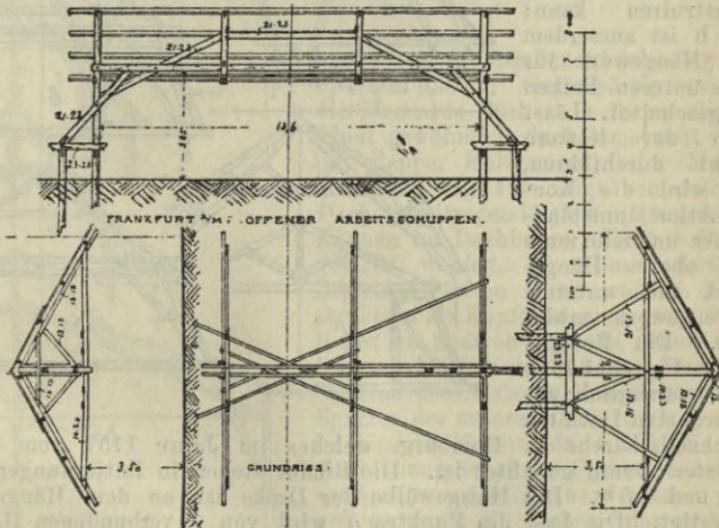
unten in ein eisernes Gerippe gefasst sind und an der hinteren Seite aus einer niedrigen eisernen Stütze aus Gitterwerk. Zur Uebertragung der bedeutenden Schubwirkung sind vorn 2 grössere Knaggen-Knie aus krumm gewachsenem Eichenholz eingedübelt und verbolzt. An der Hinterseite dient demselben Zwecke der zweite Pfosten, welcher zugleich zur Aufnahme der Verschalung für die Gebäudewand nöthig ist. Das grosse Holz *abc* ist in dem Theil *ab* ein Balken, der sich in *bc* als starke Doppelzange verlängert, eine Konstruktion, die besondere Empfehlung verdient. Das Richten dieser Dächer geschah ohne Rüstung und ohne aussergewöhnlichen Arbeitsaufwand.

Fig. 122.



Bei allen diesen Dächern ordnet sich die Tragekonstruktion des Längsverbandes derjenigen des Querverbandes unter. Im Gegensatz hierzu giebt Fig. 122 in dem Dach eines Giesserei-Gebäudes in Winterthur ein Beispiel, in welchem erstere vorwiegende Bedeutung besitzt. Die Sparren, welche gewöhnlich eine tote Last bilden, spannen sich in diesem Fall diagonal zwischen eine starke Firstpfette und eine Fusspfette, sowie in der Mitte gegen ein Mittelgebinde und bewirken mittels einer entgegengesetzt gerichteten Verschraubung durch eiserne Stangen ein Freitragen des Längsverbandes

| Fig. 123.



auf 16,5 m, so dass das ganze Dach nur in den Eckpunkten *a*, *b* und den diesen entsprechenden, auf der jenseitigen Hälfte unterstützt ist. Die Ausführung und das Richten werden zweifelsohne Schwierigkeiten haben. — Ein Dach, in welchem ebenfalls dem Längsverband die Haupt-Bedeutung zukommt, stellt Fig. 123 dar. Dieses Dach ruht

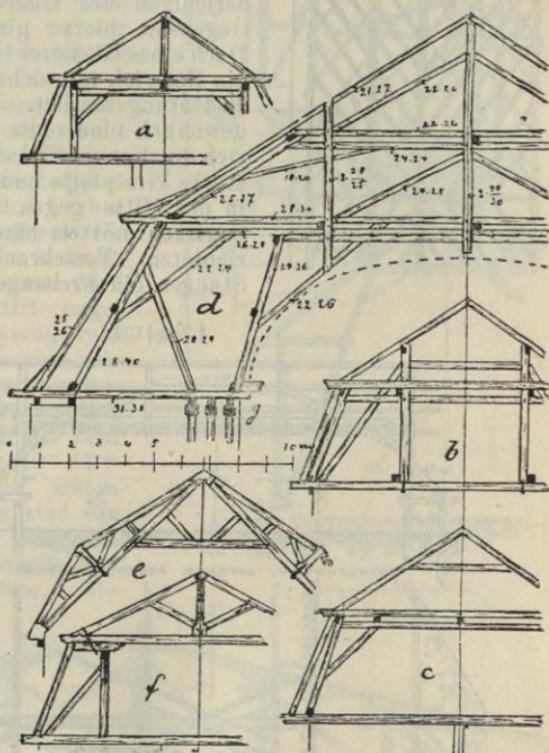
wie der Längenschnitt und Querschnitt rechts zeigen, auf 4 an jeder Seite eingerammten Pfählen. Die Mitte wird durch den Längsverband freitragend erhalten. Die Hänge-Konstruktion des Letzteren zeigt der Längenschnitt; die langen platt liegenden Zangenhölzer, welche einer Drehung der Querbinder entgegen wirken, sind dagegen aus dem Grundriss ersichtlich. Die Konstruktion behindert nirgend die Handhabung von langen Hölzern u. dergl., so dass sie besonders für den Zweck eines Langholz- oder Zimmerschuppens geeignet ist.

β. Satteldächer mit gebrochenen Dachflächen.

Hierunter werden diejenigen Dächer verstanden, bei denen zwischen Traufe und First ein Punkt liegt, in welchem ein Wechsel der Dachneigung stattfindet. Zunächst kommt das sogen. Mansarde-Dach (nach seinem Erfinder, Ende des 17. Jahrhunderts, so benannt) in Betracht.

Bei demselben folgt auf einen unteren steilen Theil eine obere flache Dachfläche. Fig. 124 a, b, c zeigen, wie man diese Dächer sowohl mit stehendem, wie mit liegendem Stuhl konstruiren kann; bei b ist ausserdem ein Hängewerk für den unteren Balken eingeschaltet. Lässt sich der letztere nicht durchführen, so wird die Konstruktion umständlicher und man muss ein oberes Hängewerk mit unterem Sprengewerk verbinden. Ein Beispiel giebt Fig. 124 d in dem vorzüglich angeordneten Dach der

Fig. 124.



Michaelis-Kirche in Hamburg, welches im Jahre 1757 vom Baumeister Sonnin gerichtet ist. Die Binder stehen in Entfernungen von 3,5 und 4,5 m. Das Holzgewölbe der Decke ist an dem Hängewerk befestigt. Die Last des Punktes *g* wird von 3 verbundenen Hänge- und Sprengwerken aufgenommen, welche über dem Querschiff der Kirche stehen. — Fig. 124 e zeigt ein englisches Mansarde-Dach, bei welchem die Mansarde durch ein Hängewerk hervorgebracht wird, welches oberhalb des geraden Sparrens, als eine Armirung desselben, angeordnet ist. Theoretisch wird hier der Schub durch den gut befestigten wagrechten Spannriegel aufgenommen; doch muss die Ausführung

bei nicht sehr starken Mauern bedenklich erscheinen. Fig. 124f zeigt ein Dach mit Hängewerk in dem oberen Theil. Die Anordnung ist nicht empfehlenswerth, da der Längsverband nur durch 2 Pfetten und die Diagonalverstrebung zwischen den Hängesäulen aufrecht erhalten wird, und ein Hängewerk in jedem Gebinde angeordnet werden

Fig. 125.

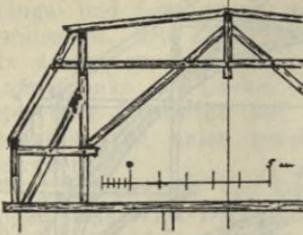


Fig. 126.

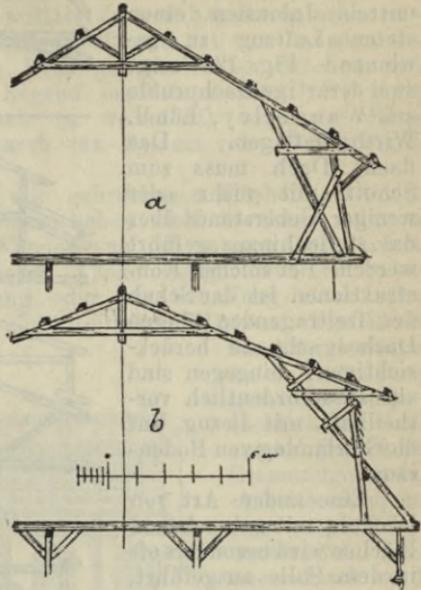
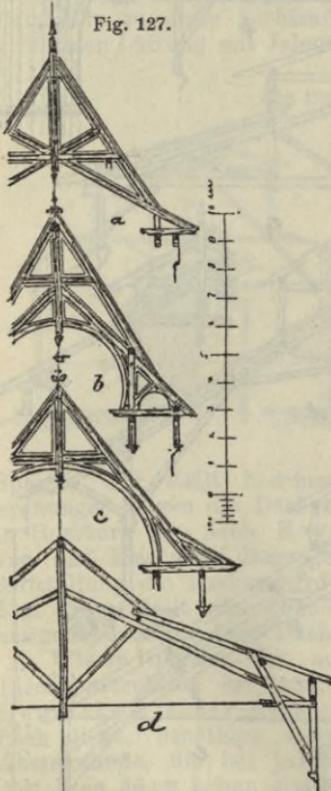


Fig. 127.



muss, weil die Streben gleichzeitig als Sparren dienen. Gegenwärtig werden die Mansarde-Dächer in ihrem oberen Theil gewöhnlich flach konstruirt und mit Pappe, Holzzement, oder Metall gedeckt. Fig. 125 zeigt ein solches Dach freitragend mit Hängewerk. Können im Dachboden alle 5 m Stiele gestellt werden, so nehmen darüber liegende Pfetten ohne weitere Konstruktion als Kopfbänder, die sehr flach liegenden Sparren auf. In jedem Fall legt man bei dem oberen flachen Dach die Sparren des letzteren lieber neben die Sparren des unteren Daches, als gerade in dieselbe Flucht, da einestheils die Aufklauung der steilen Sparren dann zuverlässiger ausgeführt werden kann, und anderentheils die flachen Sparren über

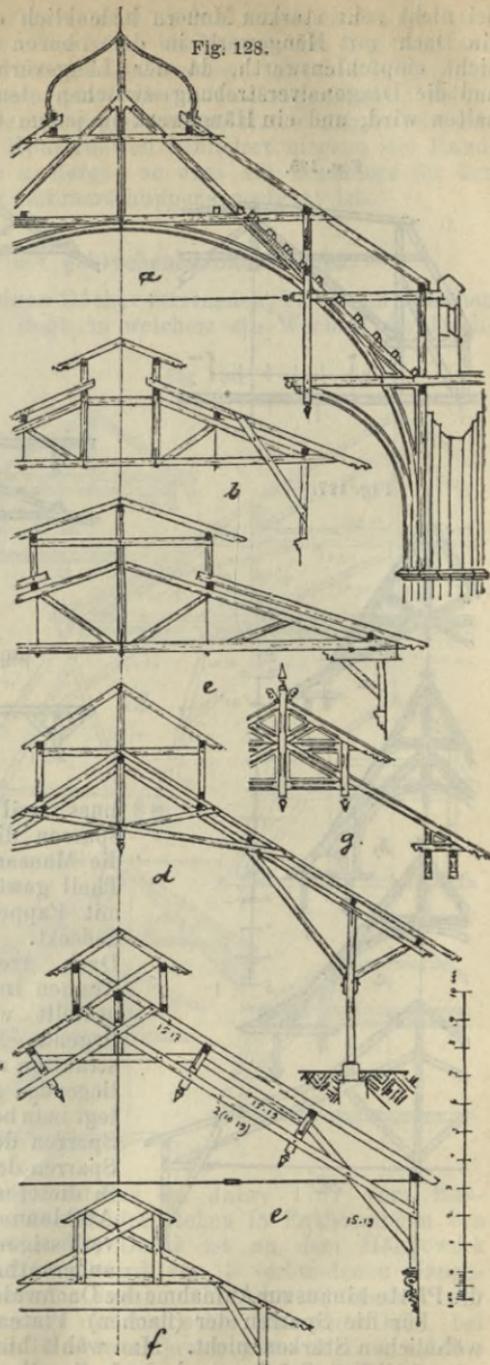
die Pfette hinaus zur Aufnahme des Dachwulstes verlängert werden können.

Für die Sparren der (flachen) Plateau-Dächer genügen die gewöhnlichen Stärken nicht. Man wählt hierfür Halbhölzer von 10/20 cm oder 12/12 cm Stärke, und darf dieselben auch nicht über 1 m auseinander legen, da sonst die Schalung sich beim Begehen des Daches durchbiegen, und Undichtigkeiten entstehen lassen würde.

Eine Dachform, die den Mansarde-Dächern ähnlich sieht, wird häufig bei landwirtschaftlichen Gebäuden beliebt, wofür ein unterer steiler Dachtheil erwünscht ist, um mittels Jalousien einen steten Luftzug zu gewinnen. Fig. 126 zeigt zwei derartige Dachprofile aus Wanderley, Ländl. Wirtschaftsgeb. Das flache Dach muss zum Schutz mit mehr oder weniger Ueberstand über das steile hinaus geführt werden. Bei solchen Konstruktionen ist der Schub des freitragenden oberen Daches sehr zu berücksichtigen; hingegen sind sie ausserordentlich vorthellhaft mit Bezug auf die Gewinnung von Bodenraum.

Eine andere Art von Dächern mit gebrochenen Flächen wird besonders oft in dem Falle ausgeführt, dass ein Gebäude ein steiles Dach mit Giebelausbildung erhalten soll, ohne dass man deshalb den First zu der durch die Breite des Gebäudes eigentlich geforderten Höhe hinauf ziehen will. Man ordnet dann den unteren Theil des Daches flach an und hebt nur den oberen in der gewollten steileren Dachneigung heraus. Fig. 127 a, b und c zeigen einige hierfür gebräuchliche Anordnungen.

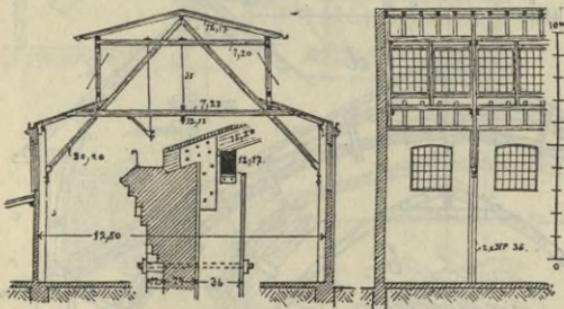
Soll auf dem First eines Gebäudes eine Laterne angebracht werden, so wird in der Regel auch hierfür ein besonderes Dach notwendig werden, da die Glasdeckung eine steilere Neigung fordert als die meisten Deckmaterialien. Bei der einfachsten Ausführungsweise begnügt man sich mit einer



einfachen steileren Stellung des Daches am First, wie Fig. 127 d zeigt. Diese Anordnung hat aber den Mangel, dass sich der stumpfwinklige Anschluss beider Dachflächen oft nicht ausreichend dichten lässt. Bei wichtigen Ausführungen wird deshalb die Aufsetzung einer eisernen Laterne vorgezogen, der man eine geschwungene Form geben kann. Fig. 128 a zeigt als Beispiel das Saaldach der Flora zu Charlottenburg von Stier. Dieses grosse Dach besteht im übrigen aus einem Hänge- und Sprengwerk, welches mittels Zangen 3 mal wagrecht verbunden ist. Die Zange in der Höhe der Traufe ist von innen nicht als solche zu erkennen, da die Decke oberhalb der Streben den Anfallpunkt des Daches tiefer liegend erscheinen lässt. Bei vorwiegender Rücksicht auf Schmuck (s. weiterhin) wird die Konstruktion von unten gesehen durch ein System von Bohlenbögen getragen.

Die letzte Art von Dächern mit gebrochenen Flächen sind die sogen. Basilika-Dächer. Dieselben heben sich in ihrem oberen Theil mit 2 kleinen senkrechten Wänden aus den unteren Dachflächen heraus, und bieten innerhalb dieser Wände Gelegenheit, entweder gleichfalls zu einer Lichtzuführung oder zur Schaffung einer sehr wirksamen Lüftung mit Jalousien oder stellbaren Klappen. Fig. 128 b

Fig. 129.



bis g zeigt einige betr. Anordnungen, die hauptsächlich für Lazareth-Baracken, Giessereigebäude, Arbeitsschuppen usw. empfehlenswerth sind. Das obere Dach wird entweder mittels eines verlängerten Stiels mit Firstpfette getragen, oder man verlängert die

Sparren und stellt hierdurch eine Verstrebung her; letztere Anordnungen zeigen die Dächer e und f. Ersteres über einer Reithalle in Hamburg vom Arch. Heyn ausgeführt, giebt zugleich ein Beispiel von der Einfügung liegender Hängewerke unter den Sparren. Die Aufstellung des Daches wird bei dieser Anordnung etwas mühsamer. Fig. 128 g stellt eine Giebelausbildung dar, zu deren verschiedenen Lösungen diese Dächer vorzugsweise Gelegenheit geben.

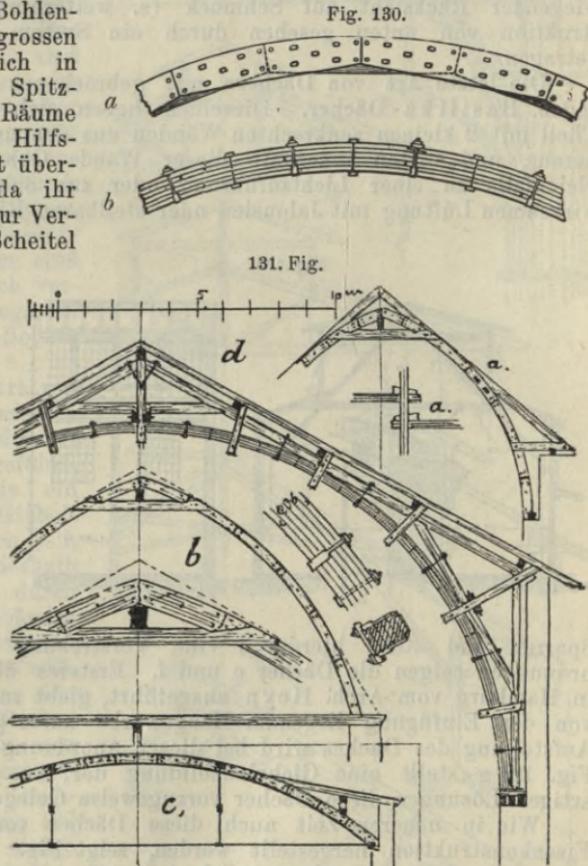
Wie in neuerer Zeit auch diese Dächer vorwiegend in Holz-Eisenkonstruktion hergestellt werden, zeigt Fig. 129 an einer von Hennicke & Gooss erbauten Schmiede. Trotzdem die Traufhöhe 7 m hoch liegt, benöthigt dieses Bauwerk doch nur 1 Stein starker Aussenwände, die bei jedem Dachbinder mit doppelt neben einander gestellten 36 cm hohen eisernen Trägern verbolzt sind. Diese Träger nehmen mittels angenieteteter eiserner Schuhe die 9 m langen Streben auf, die die Oberlichtwände und die Firstpfette tragen. Zangen, die an den mit den genannten Trägern fest verbolzten Sparren angreifen, schaffen den Querverband und gewähren zugleich eine hinreichend feste Unterstützung für die Wellenleitung. Die Holzstärken können der Abbildung entnommen werden.

γ. Satteldächer aus Bohlenbögen.

Eine besondere Konstruktion bilden die von Phil. de l'Orme († 1570) erfundenen Bohlenbögen, nebst denjenigen, welche Emy 1825 zuerst bekannt machte. Erstere bestehen, Fig. 130 a, aus ausgeschnittenen Bohlenstücken, in Längen von etwa 1,5 m, die in mehrfachen Lagen mit versetzten Fugen durch Holznägel verbunden werden. Die Emy'sche Anordnung zeigt die Bohlen flach über einander liegend auf Schablonen zu der gewünschten Form gebogen, und, Fig. 130 b, abwechselnd mittels umgelegter eiserner Bänder und durchgebohrter Bolzen verbunden.

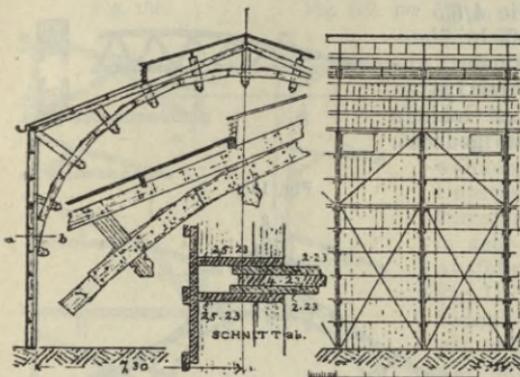
Die erstere Art der Bohlenbögen bietet den grossen Vortheil, dass sich in Halbkreis- oder Spitzbogenform grössere Räume ohne jede weitere Hilfskonstruktion damit überspannen lassen, da ihr Schub gering ist; zur Verbindung ist am Scheitel eine Firstpfette erforderlich, die auf einer Bohlenzange ruht; Fig. 131 a u. b zeigen die Anordnung (bei Fig. 131 a ist eine Auffütterung zur Erlangung gerader Dachflächen dargestellt). Zur Verbindung der einzelnen Bohlenbögen fügt man gewöhnlich in der Mitte noch eine Verkeilung mit durchgelochten Lattstücken ein, wie in derselben Figur in einem Längenschnitt gezeigt ist. Werden

Bohlenbögen in Stichbogen-Form verwendet, so ist eine untere Verankerung nicht zu umgehen, wie Fig. 131 e an dem Dach des Malersaales im Wiener Hofopernhaus erkennen lässt. Die Stärke der Bohlenbögen richtet sich nach der Spannweite. Man nimmt gewöhnlich an: für 7—11 m 2 Bohlen à 4 cm stark; für 11—12 m 2 Bohlen à 5 cm stark; für 12 bis 14 m 3 Bohlen à 4 cm stark usw. Die Breite soll nicht unter 15 cm betragen und ist bei grösseren Spannweiten ebenfalls zu vermehren. Fig. 132 zeigt Profil und Längenschnitt der besonders zierlichen Halle der Londoner Fischerei-Ausstellung von 1883. Die Brettstücke für die Bogensparren sind hierbei der einfacheren Aus-



führung wegen gar nicht rund geschnitten, sondern haben nur den Schmiegenschnitt erhalten, den der Bogenhalbmesser erforderlich macht. 4 Bretter und eine Bohle bilden den Binderkörper, dessen 2 äussere Bretter in ihrem oberen Theil die Stiele zur Aufnahme der geraden Wand ersetzen, während die 3 mittleren die eigentlichen Bohlen sparren bilden. Die Dachsparren bestehen aus 2 Brettern, die mittels besonderer Zungenstücke der Bohlenbogen mit einem offenen Mittelraum von 4 cm verbolzt sind. Im Längenschnitt sind wagrecht die Bretter zur Annagelung der Wandschalung gezeigt; sie

Fig. 132.



ruhen auf seitwärts vernagelten Brettabschnitten, und werden gegen Durchbiegung durch die darüber genagelten Diagonallatten versteift.

Weniger zweckmässig und anwendungsfähig haben sich die Emy'schen Bohlenbögen erwiesen. Fig. 131 d zeigt zwar, bis zu welcher noch bedeutenderen Spannweite dieselben verwendbar sind;

indessen ist die Ausführung unverhältnissmässig kostspielig und das Biegen der Bohlen auf Schablonen sehr umständlich.

Neuerdings ist indessen das System dennoch wieder in Aufnahme gekommen. Speziell hat man Verbindungen desselben mit dem zuerst beschriebenen ausge-

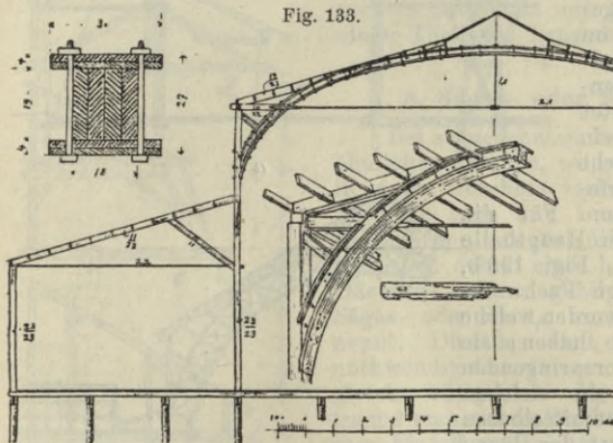
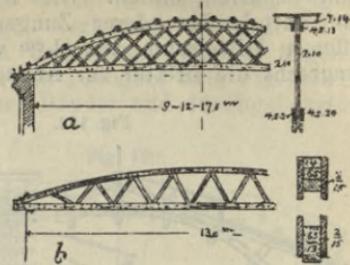


Fig. 133.

führt und einen gelungenen Versuch dieser Art zeigt Fig. 133 a an dem Dach der Hofräume der französischen Abtheilung der Wiener Ausstellung von 1873. Es wurde aus verbolzten Bohlen ein Bohlenbogen nach de l'Orme's System hergestellt und indem man diesen als Lehre benutzte, mit Leichtigkeit eine doppelte Brettlage nach dem Emy'schen System auf Ober- und Unterseite hinzu gefügt. So entstand ein I-förmiger Querschnitt von grosser Steifigkeit auch gegen seitlichen Schub; die Spannweite war 18 m. Zwischen den Bogenbindern ist das gerade Dach einfach mit hochkantig gestellten Brettern (als Pfetten) konstruirt.

Für Gebäude vorübergehenden Zweckes, Fabrikshuppen usw., ergibt die Bogenform oft die billigsten Dächer. Man stellt sie dann aus einfach vernagelten Brettern oder Dachlatten her. Fig. 134 a zeigt ein bei der Nordd. Jute-Spinnerei und Weberei bei Hamburg in mehreren Spannweiten ausgeführtes Dach aus 2 cm starken Brettern. Die Schalung ruht auf Pfetten und die Binder stehen in Entfernungen von 3 bzw. 4 m. Fig. 134 b zeigt das Drei-Lattendach des Zimmermeisters Schwager in Berlin. Die $4/6,5$ cm starken Latten sind einfach übereinander genagelt; in kurzen Abschnitten dienen ebensolche Latten für die Aussteifung. Jedes Gebinde ist hierbei als Lehrgebände gedacht.

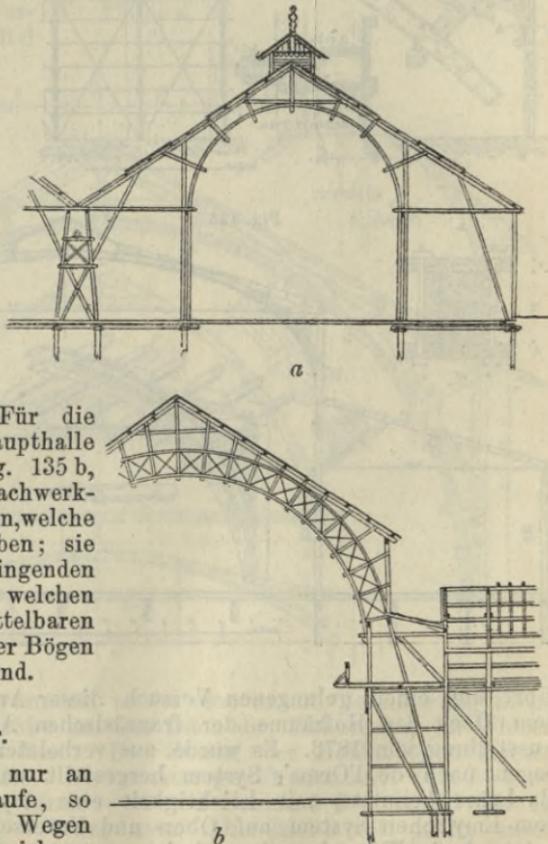
Fig. 134.



Zwei anderweite Beispiele von Bogen-dächern bieten die Maschinenhalle und die Haupthalle der Nordischen Ausstellung des Jahres 1888 zu Kopenhagen, Fig. 135 a und b. Das Dach der Maschinenhalle, 25 m weit gespannt, zeigt im 12,5 m weiten Mitteltheil einen Bohlenbogen und bietet auch im übrigen ein Beispiel einer recht geschickt entworfenen Konstruktion.

Für die Ueberdachung der Haupthalle von 30 m Weite, Fig. 135 b, sind bogenförmige Fachwerkträger verwendet worden, welche etwa 1,5 m Höhe haben; sie ruhen auf vorspringenden Wandausbauten, in welchen zur möglichst unmittelbaren Aufnahme der Last der Bögen Streben angeordnet sind.

Fig. 135.



b. Pultdächer.

Erhält ein Dach nur an einer Seite eine Traufe, so heisst es Pultdach. Wegen der einseitigen Kraftwirkung ist es besonders gegen Schub zu konstruieren. Pultdächer kommen ebenfalls mit geraden und mit gebrochenen Dachflächen vor; für sie ist besonders der liegende Stuhl sehr geeignet. Fig. 136 zeigt einige

entsprechende Konstruktionen. Bei *a* und *b* übertragen die liegenden Stuhlsäulen den Druck ganz an die Enden der Balken; man wird indess gewöhnlich die Stuhlsäule wie bei *c* eindrücken müssen, um einen Durchgang frei zu lassen; bei *d* ist die Einfügung eines einfachen Hängewerks gezeigt. Grössere Konstruktionen wird man nach den bei den Satteldächern gegebenen Beispielen leicht zusammenstellen können. Ein Mansarden-Pultdach zeigt Fig. 136 *e*; ein solches mit Einfügung einer geraden Wand ist bei *f* dargestellt; letzteres findet zuweilen für Gewächshäuser Anwendung. Für ganz flache Pultdächer gilt dasselbe, was auf Seite 299 ff. über Plateaudächer gesagt ist. Die Konstruktion braucht dann nur in Pfetten und Stielen mit Kopfbändern zu bestehen; doch ist stets auf grössere Sparrenstärke bedacht zu nehmen.

Fig. 136.

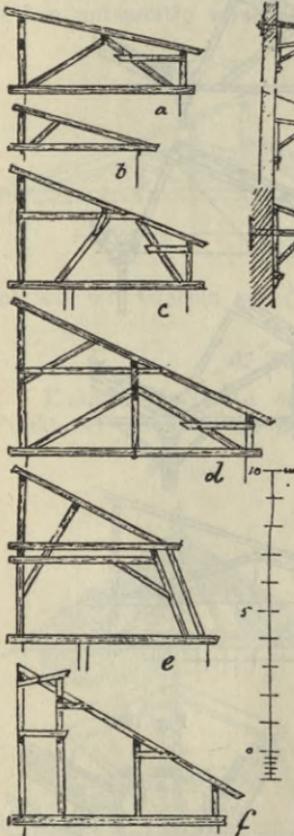
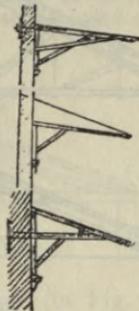


Fig. 137.



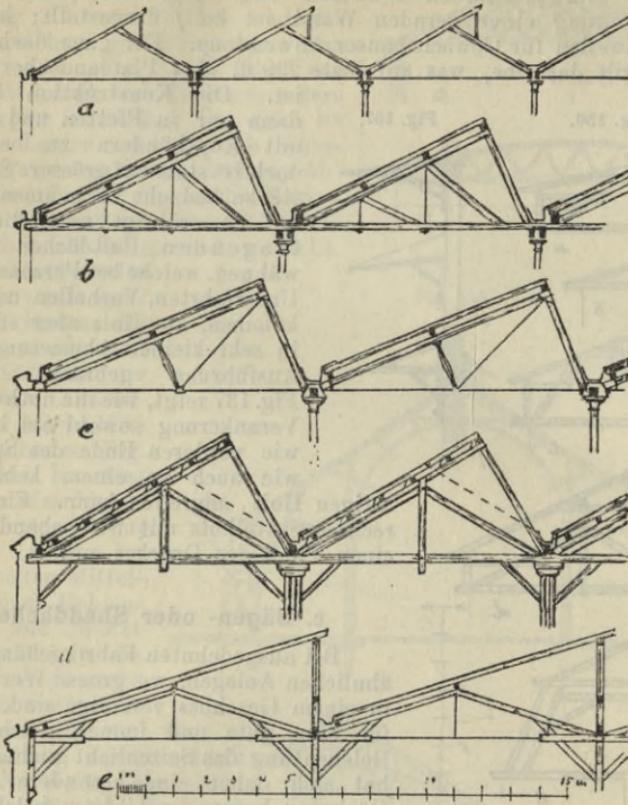
Es erübrigt noch die freitragenden Pultdächer zu erwähnen, welche bei Perronanlagen, Unterfahrten, Vorhallen usw. vorkommen, aus Holz aber stets nur in sehr kleinen Abmessungen zur Ausführung gebracht werden. Fig. 137 zeigt, wie die nothwendige Verankerung sowohl am hinteren wie vorderen Ende des Sparrens, wie auch an einem kehlbalkenartigen Holz angreifen kann. Ein senkrechtiges Sattelholz mit Strebeband nimmt einen Theil des Druckes auf.

c. Sägen- oder Sheddächer.

Bei ausgedehnten Fabrikgebäuden und ähnlichen Anlagen, wo grosse Werkstätten in einem Geschoss vereinigt sind, genügt für eine gute und immer gleichmässige Beleuchtung das Seitenlicht nicht, und es hat sich daher eine besondere Art von Dächern heraus gebildet, welche man Sägen- oder Shed-, auch Parallel-Dächer nennt. Dieselben sind, indem sie nur den nothwendigsten Raum umschliessen, zugleich billiger in der Herstellung als irgend eine andere Dachform. Die Flächen zum Einfall des Lichts müssen, um zerstreutes Licht zu erhalten, nach Norden gekehrt werden. Ihre Grösse ist auf mindestens $\frac{1}{6}$ der Grundfläche des zu erleuchtenden Raumes anzunehmen. Der beste Neigungswinkel hat sich für die Lichtflächen im allgemeinen zu $60-70^\circ$ heraus gestellt. Da die andere Dachfläche eine Neigung von $20-30^\circ$ erhalten wird, so kann man gewöhnlich am First einen rechten Winkel erzielen. Fig. 138 zeigt verschiedene Ausführungen von Sheddächern. Die ältere bei *a* dargestellte wird, weil sie leicht zu Undichtigkeiten Anlass giebt, kaum noch angewendet. Ausserdem ist auch die Axentheilung für die meisten Arbeitsbetriebe zu klein. Fig. 138 *b*, *c* und *d* zeigen die gebräuchlichsten Konstruktionen,

entweder nur in Holz, oder in Holz mit Eisen. Im Längenverband werden die Säulen in Abständen von 5—6 m gestellt. Die durch Wellenleitungen usw. hervor gebrachte zitternde Bewegung ist sehr zu berücksichtigen. Sind die Dächer zu lang, um das

Fig. 138.



Regenwasser nach den Enden hin sicher abzuführen, so leitet man dasselbe in die mit Leitungsanschluss zu versehenen eisernen Säulen, oder führt es, wie bei d, in Blechröhen ab, die zwischen den verdoppelten Holzstielen Platz finden. Wegen der Reinigung der Glasflächen ist es stets nothwendig, die Rinnen begehbar, und von hinreichender Breite zu machen. Fig. 139 giebt eine Einzeldarstellung des Anfallpunktes für das Dach Fig. 138c. Im Fall man gusseiserne Rinnen von der Länge der Säulenabstände verwendet, kann ein Holz, wie es zur Unterstützung der Blechrinne erforderlich ist, fortbleiben. Bei grösseren Spannweiten als 9—10 m werden diese Dächer nur noch in Eisenkonstruktion hergestellt.

Fig. 139.

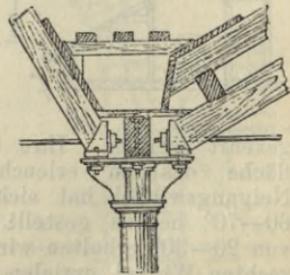
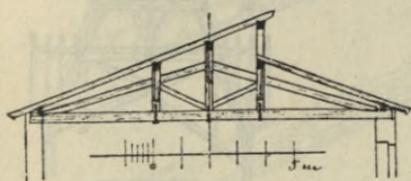


Fig. 138e zeigt ein Dach mit senkrechten Lichtflächen. Diese Anordnung ist mitunter dadurch begründet, dass nicht die ganze Fläche für Glas ausgenutzt zu werden braucht, und man den unteren Theil oder einige Felder in ganzer Höhe mit Fachwerk zu schliessen wünscht. Die Anordnung bringt indess mehre kleine Uebelstände mit sich. Beträgt die Breite des ganzen Raumes nicht über 10—15 m, so bietet sich in dem sogen. modifizirten Sheddach, Fig. 140, eine vielfach empfehlenswerthe Anordnung. Die nördliche Hälfte des Raumes wird mittels Seitenlicht, und nur die südliche Hälfte mittels Oberlicht erleuchtet. Das Licht im Raum ist also nicht einheitlich; doch ist andererseits eine Mittelrinne entbehrlich.

Bei der Ausführung von Sheddächern ist zu beachten, dass dieselben unterseitig verschalt und zur Warmhaltung des Raumes auch fast immer mit einer Zwischendecke zwischen der zweiseitigen Dachschalung versehen werden müssen.

Fig. 140



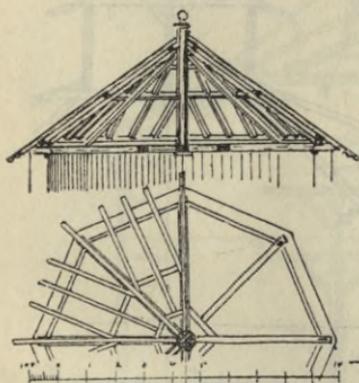
Will man an den Fronten der Shedbauten die immerhin unschöne Form der Dächer vermeiden, so lässt man die Lichtfläche erst ein paar Meter hinter der Front beginnen, und bildet

letztere mit Giebeln aus (in Fig. 138d punktirt angedeutet).

d. Zelt- und Thurmdächer.

Endigen die Grate eines allseitig abgewalmten Daches in einen Punkt, so entsteht ein Zelt Dach. Der Grundriss kann hierbei ein Quadrat, Rechteck, Vieleck oder Kreis sein; in letzterem Falle entsteht ein Kegeldach. Giebt man

Fig. 141.



einem Zelt Dach durch Auffütterung mit willkürlich gekrümmten runden Hölzern eine geschweifte Gestalt, so nennt man das Dach ein Haubendach. Der Verband der Zelt dächer ist demjenigen der Satteldächer ähnlich; nur dass die Binder hier unter den Graten stehen und statt des Längenverbandes ein Verband gegen die Möglichkeit einer Drehung ausgeführt werden muss. Zelt dächer erhalten im allgemeinen so viel Grate, wie der Grundriss Ecken hat, und es muss bei grösserer Anzahl der Ecken besonders darauf

geachtet werden, dass bei mehrfachen Ueberschneidungen kein Holz mehr als um $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ geschwächt wird. Fig. 141 stellt ein einfaches Zelt Dach mit Hängewerk dar. Der Grundriss zeigt links, wie von 4 Ecken aus die Binder überschritten sind, und von 4 anderen Ecken aus durch Wechsel aufgenommen werden. Auch bei kleineren Zelt dächern ist die mittlere Ueberschneidung der Balken durch eine Hängesäule zu sichern. Ein Zelt Dach ohne durchgehenden Balken in der Höhe der Traufe zeigt Fig. 142 von der Taufkapelle der Nikolai-Kirche in Hamburg entnommen. Alle 8 Doppelzangen durchkreuzen

sich hier, was durch wechselweise Höhersetzung des unteren Angriffspunktes erreicht ist, ohne grössere Ueberschneidung als die halbe Holzstärke. Oberhalb der Zangen befinden sich 8 Spannriegel unter den Hauptstreben, auf denen die 8 Firstpfetten für die Giebelfronten ruhen. Der Punkt, an dem die Mittelüberschneidung stattfindet, ist an einer Hängesäule aufgehängt.

Grössere Zeltdächer kommen bei landwirtschaftlichen Bauten vor, wo es hauptsächlich die Vielecks-Scheunen sind, die Gelegenheit zur Ausbildung eines besonderen Konstruktions-Systems gegeben haben. Fig. 143 a (Wanderley, ländl. Wirthschaftsgeb.) zeigt ein Beispiel hierfür. Das grosse Dach

Fig. 143.

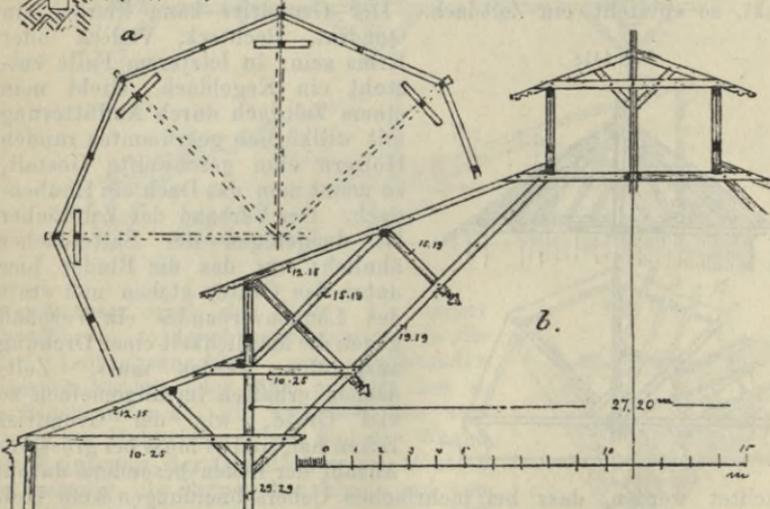
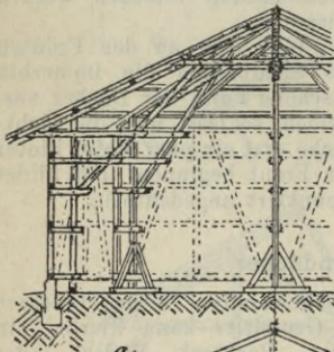
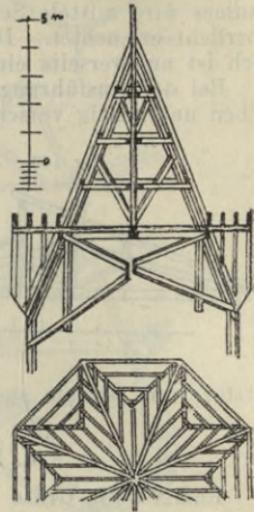


Fig. 142.



wird in jeder Ecke von einer Hauptstuhlsäule aufgenommen, welche zusammen mit dem Eckstiel der Fachwerkwand durch Verstrebung eine Art von aufrechtem Gitterbalken bildet, der dem Schub Widerstand leistet. Man wählt die Seitenlängen gewöhnlich nicht grösser als 6 m, damit die Pfetten sich noch frei tragen können. Noch grössere Dächer sind für Zirkus- und ähnliche Gebäude erforderlich. Fig. 143 b zeigt einen Binder von dem Zeltdach des Zirkus Renz in

Hamburg (Arch. Heyn), der im Grundriss 12 eckig ist. Für noch grössere Dächer gestaltet man am zweckmässigsten die Sparren als Gitterträger. Fig. 144 zeigt das Profil einer derartigen Ausführung. Die im Grundriss dargestellten liegenden Andreaskreuze sind nothwendig, um einer Drehung entgegen zu wirken.

Fig. 144.

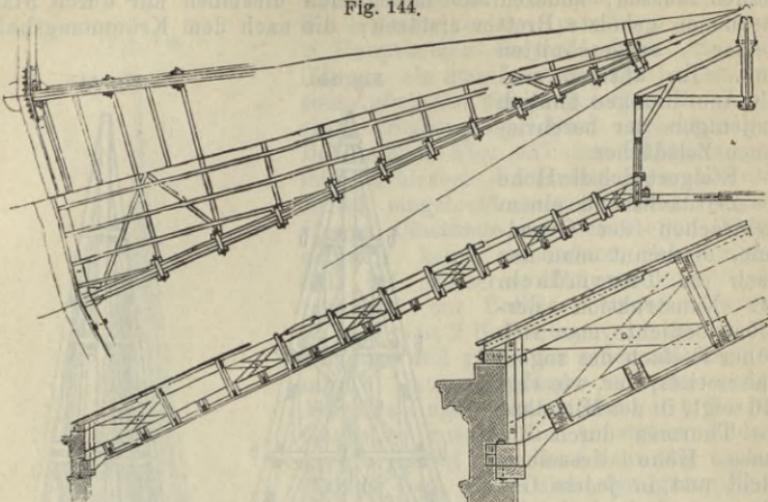
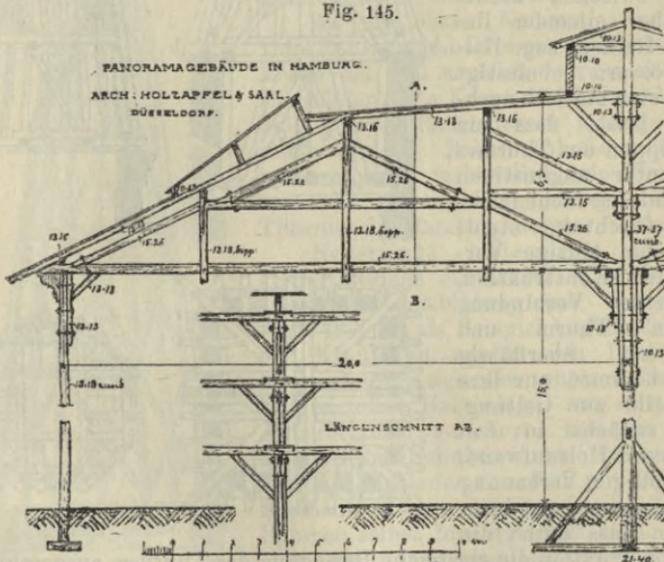


Fig. 145.



Abweichend von diesen Beispielen haben in neuerer Zeit die grossen Panoramen-Bauten Gelegenheit zur Herstellung sehr weit gespannter Zeldächer gegeben, bei denen eine Mittelunterstützung angebracht werden darf. Fig. 145 stellt den Querschnitt eines Panorama-Gebäudes in Hamburg von 40 m Durchmesser dar. Der Mittelstiel, am Zopfende 37/37 cm stark, nimmt auf angebolzten Hölzern

alle 20 Binder auf, die als Hängewerke konstruirt sind. Ein Theil des Längenschnittes mit dem Verband der 3, über einander liegenden Pfetten und den Spannbalken zwischen den verdoppelten Hängesäulen ist beigefügt.

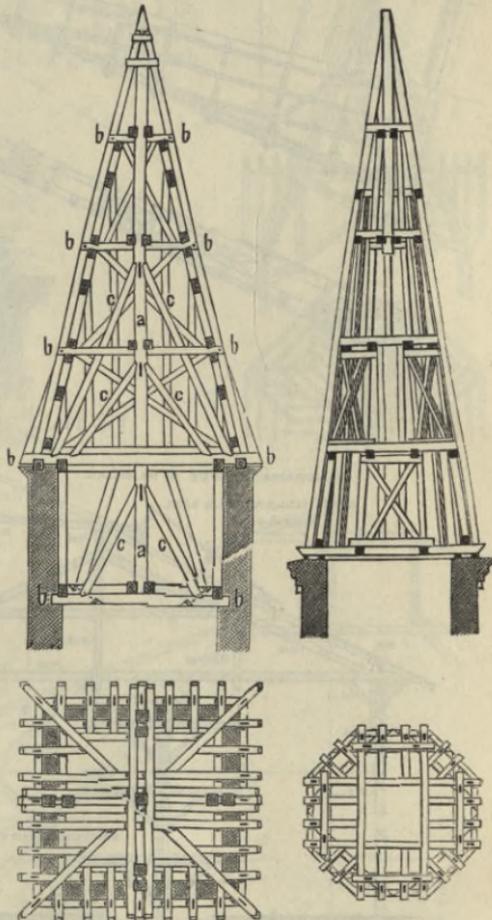
Bezgl. der Konstruktion von Kegeldächern ist nur hinzu zu fügen, dass die Pfetten aus krummen oder gebogenen Hölzern beschafft werden müssen; anderenfalls lassen sich dieselben nur durch 3fach zusammen gebolzte Bretter ersetzen, die nach dem Krümmungshalbmesser ausgeschnitten sind. Im übrigen sind alle Anordnungen ähnlich denjenigen der beschriebenen Zeltdächer.

Steigert sich die Höhe des Zeltdaches zu einem Mehrfachen der Grundlinie, so nennt man das Dach ein Thurmdach. Zur Konstruktion derselben bediente man sich früher vielfach des sogen. Kaiserstiels, der, wie Fig. 146 zeigt, in der Mittelaxe des Thurmes durch die ganze Höhe desselben reicht und in jedem Geschoss zwischen kreuzweis über einander liegenden Balken, sog. Balkenschlössern befestigt ist. Da sich statisch nachweisen lässt, dass ein Ueberkippen des Thurmes auch unter ungünstigen Verhältnissen nicht leicht zu befürchten steht, so ist der einzige Vortheil der Konstruktion, die feste Verbindung zwischen Thurm und Mauerwerk, überflüssig und es kommen nur ihre Nachtheile zur Geltung, welche zunächst in dem sehr grossen Holzaufwand, in der völligen Verbauung des Innenraumes und darin bestehen dass durch die feste Konstruktion die elastische Bewegung des Thurmes ausgeschlossen ist, die ihn gegen starken Wind widerstandsfähig macht, so dass durch den verlängerten Kaiserstiel ruckweise die Zerstörung des unteren Mauerwerks herbei geführt werden muss.

Bei besseren Thurmkonstruktionen wird daher alle Vorsicht nur darauf verwendet, auf dem abgeglichenen Mauerwerk einen unverschiebbaren Schwellenkranz fest zu legen, und mittels liegender Andreas-kreuze einer etwaigen Drehung entgegen zu wirken. Balkenlagen in

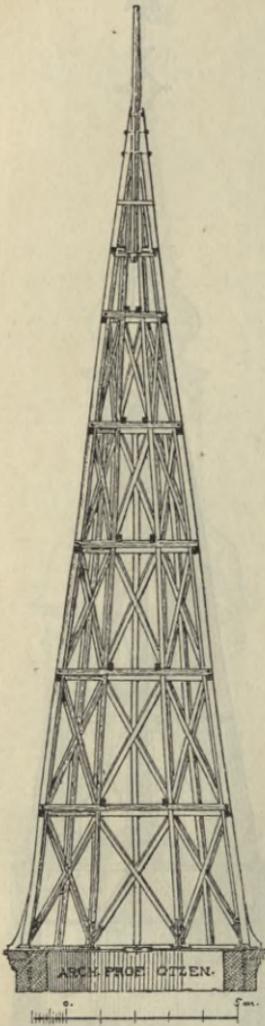
Fig. 146.

Fig. 147.



Höhen von 4—5 m theilen dann die einzelnen Thurmgeschosse, während nur in dem obersten Theil zur Aufnahme der langen Schmiegeflächen der Gratsparren ein kurzer Kaiserstiel eingefügt wird. Fig. 147 zeigt diese Anordnung. Die Schwellen müssen auf das vorzüglichste vom Mauerwerk isolirt und dem Luftzug zugänglich gemacht werden, da sie im Fall sie anfaulen, nur mit erheblichen Schwierigkeiten ersetzt werden können. Auf den Schwellen ruht die erste Balkenlage; man kann ebensowohl 2 Hauptbalken diagonal durch die Mitte führen, als man letztere frei halten kann zum Aufwinden von Gegenständen, oder für einen Treppengang. Dann ergibt sich die Balkenlage, Fig. 147 im Grundriss. Es müssen hierbei die Gratsparren allerdings schief eingelocht werden; doch liegt in diesem Umstande bei der steilen Thurmneigung keine besondere Schwierigkeit. Soll bei grösseren Thürmen das Ueberschneiden der Balken vermieden werden, so legt man 2 Balkenlagen kreuzweise über einander und giebt der einen am Ende verzahnte Unterschieblinge und der anderen Aufschieblinge. Indem man jetzt für jedes Geschoss zuerst die geneigten Andreas-kreuze richtet und, und dann die nächsten Balken legt, lässt sich der ganze Thurm ohne weiteres Gerüst richten.

Fig. 148.



An den oberen Kaiserstiel müssen so viele Seiten gehobelt werden, wie der Thurm Ecken hat und an ihm werden die langen Eisenfedern von Kreuz und Fahne befestigt. Sein unteres Ende sichert man gewöhnlich mittels eines Balkenschlosses; doch ist letzteres auch entbehrlich, wie Fig. 158 an der sehr schlanken Spitze des Michaelis-Thurmes in Hamburg zeigt.

Neuerdings bieten die Holz-Eisenkonstruktionen ein Mittel zu noch namhaft einfacherer Ausbildung von Thurmhelmen. Fig. 148 zeigt als Beispiel hierfür den Thurm der Kirche zu Apolda von Prof. Otzen. Hier ist die Lage des unteren Schwellenkranzes ohne Balkenlage, nur mittels eines Ankersternes gesichert; für die Sparren sind eiserne Schuhe vorgesehen und starke Laschen verbinden dieselben mit den unteren Streben. Indem letztere in die Ebene der Sparren selbst hineingerückt sind, gestaltet sich der Innenraum nochmals wesentlich freier. Sie finden ihre Angriffspunkte zwischen den in regelmässigen Abständen

zur Aussteifung der Gratsparren wagrecht eingefügten Hölzern, welche ihrerseits wieder die Balkenlagen aufnehmen. Hierdurch ist es zugleich ermöglicht, die langen Sparren aus einzelnen Stücken Hirnholz auf Hirnholz über einander zu verblatten, ohne dass Langholz die Stossflächen trennt.

Bei dem in Fig. 149 vorgestellten Thurm der Reformationskirche in Wiesbaden, ist Otzen noch einen Schritt weiter gegangen. Die Holzverstrebrungen sind gänzlich fortgeblieben und durch Eisenstangen ersetzt, zu deren Angriffspunkten eiserne Lappen dienen, die an grosse mit den Sparren verbolzte Blechplatten genietet sind. In diesen Blechplatten ruhen gleichzeitig, ebenfalls nur auf eisernen Bolzen, die Balkenlagen des Thurmes.

Im unteren Theil zeigt die Abbildung, wie nur die Hälfte der Sparren auf der Mauer selbst aufruht. Die andere Hälfte findet ihren Stützpunkt in eisernen Schuhen oberhalb der Giebel-sparren. Zur Aussteifung sind die letzteren kurz darunter mit einem Pfettenkranz verbolzt. — Ebenso bemerkenswerth ist die obere Endigung der Helmspitze, die besonders schlank auslaufen sollte, was in Holzkonstruktion schwierig gewesen wäre. Otzen hat deshalb ein konisches 6 m langes, aus Eisenblechplatten vernietetes Rohr herstellen lassen, an dieses ist ein Eisenkranz genietet, gegen den die Thurmsparren stumpf auslaufen. Der Knopf ruht auf dem oberen Ende des Rohres und das 5 m hohe Kreuz ist mittels eines Gegengewichtes an doppelt so langer Stange so ausbalancirt, dass es dem Winddruck bis zu gewissem Grade elastisch nachgeben kann.

Die hiermit beschriebenen Thurm-konstruktionen lassen sich prinzipiell ebenso wie für pyramidenförmige Helme auch für Thürme in Barockformen zur Anwendung bringen, indem die gewünschten Krümmungen der äusseren Erscheinung durch Bohlsparren hervorgebracht werden, die man mittels Zangen auf den im übrigen durchgehenden Gratsparren befestigt. Fig. 150 zeigt als Beispiel die Konstruktion des Dreifaltigkeits-Thurmes in Hamburg, 1743 erbaut von Arch. Prey. Derselbe hat einen hohen Unterbau mit senkrechten Wänden, Kuppeldach, innerhalb dessen Höhe die Pfosten der darüber befindlichen, offenen Durchsicht ihre Verstrebrung finden und eine Helmspitze mit Bohlenauffütterung. Ein anderes Beispiel eines solchen Thurmes, bei dem u. a. auch eine Gallerie ausgekragt ist, giebt Fig. 151 von einem in Altona ausgeführten Privat-hause.

Bei kleineren derartigen Thürmen, wie sich solche häufig aus Mansardendächern heraus heben, ergiebt sich die Konstruktion fast unmittelbar aus der äusseren Erscheinung, wie dies die Beispiele

Fig. 149.

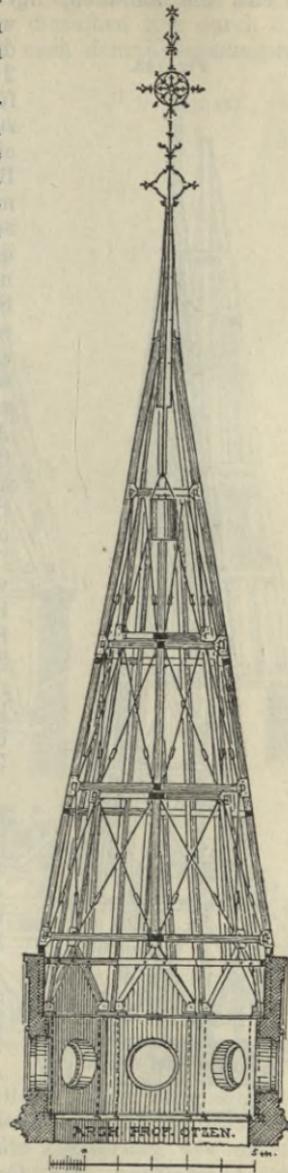


Fig. 152 und 153 leicht erkennen lassen. Da der Innenraum solcher kleinen Thürmchen gewöhnlich gar nicht zugänglich gemacht zu werden pflegt, so kann man die Tragepfosten bis auf die untere Balkenlage hinabführen, durch die Sparren selbst oder durch Kopfbänder gehörig verstreben und die übrigen Theile durch Zangen sichern.

Soll das Thürmchen sich aus dem First eines Daches erheben, so lässt man es mittels Schwellen auf einer Kehlbalkenlage ruhen, auf welcher es des weitern mittels Zangen oder Strebebändern befestigt werden muss, Fig. 154 giebt den in dieser Weise ange-

Fig. 150.

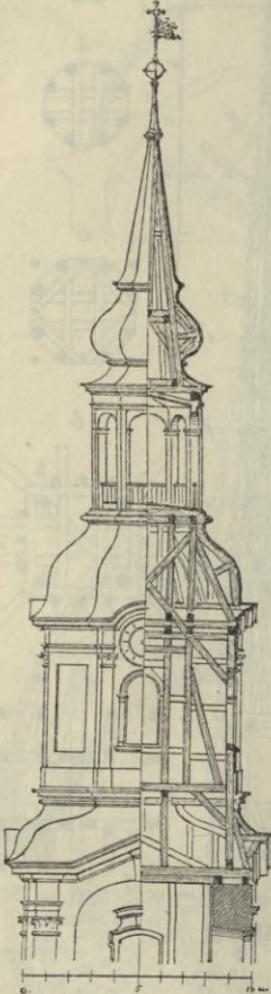
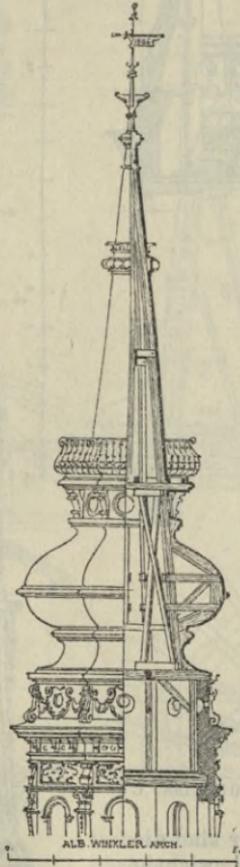


Fig. 151.



ordneten kleinen Thurm eines Stallgebäudes. Grössere Dachweiten erfordern naturgemäss sehr vorsichtige Konstruktion und ihre Verstreben führt man gern bis auf die Hauptbalkenlage hinunter. Es ist aber auch bereits versucht, sie mittels eiserner Schuhe unmittelbar auf den Sparren des Daches ruhen zu lassen, wie dies in Fig. 155 an dem von Prof. Vollmer erbauten sehr schlanken Thurm der Eilbecker

Kirche bei Hamburg gezeigt ist. Den unteren Theil dieses Thurmes bilden 2 entsprechend stärkere, strebenartig bis über den First verlängerte

Sparrengebände, bei denen aber berücksichtigt werden muss, dass sie nicht in einer senkrechten Ebene,

sondern, der Thurmneigung folgend, schräg gestellt werden müssen. Die durchgehende fest eingeschlossene Firstpfette giebt Sicherheit gegen Längenschiebung. Zur Aufnahme der Thurmsparren sind an die Tragesparren und ihre unteren Streben eiserne Schuhe verbolzt. Auch nach der Längensrichtung des Daches müssen die Thurmsparren mittels Streben gefasst werden, deren Angriffspunkte aber derartig zu versetzen sind, dass keine Ueberschneidungen entstehen. Zur

Erläuterung der Grundrisse sei noch hinzugefügt, dass die in der Fig. b verlängerten Gratbalken kleine Eckthürmchen tragen, deren

Fig. 152.

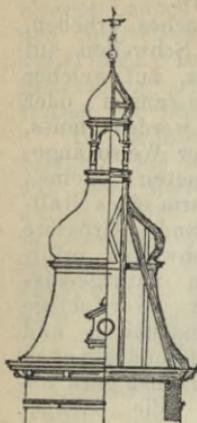


Fig. 153.



Fig. 155.

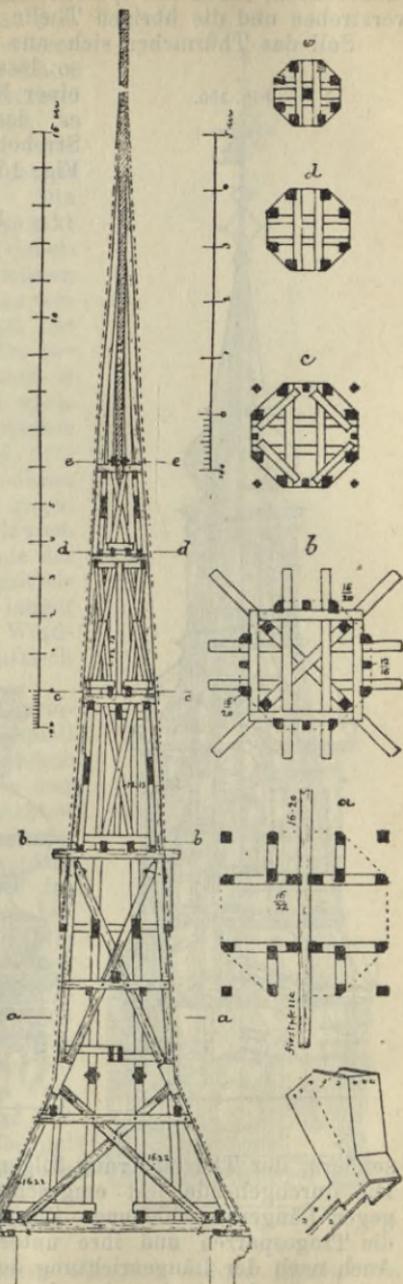
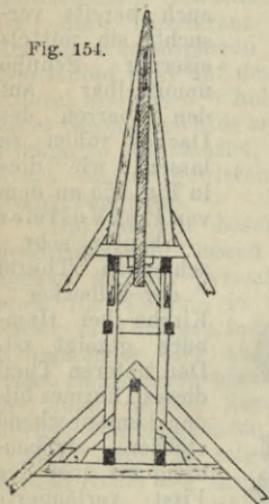


Fig. 154.



Helmspitzen im Grundriss c angedeutet sind.

Für Thurmdächer sind die Holzstärken weniger wichtig als Genauigkeit beim Abbinden, da sonst das Richten der langen sich ungemein spitz verschneidenden Hölzer unmöglich wird. Die langen Schmiegeflächen der Gratsparren können am oberen Ende besser mit einem aufgetriebenen eisernen Ring, als mittels Nagelung zusammengebracht werden.

e. Kuppeldächer.

Kuppeldächer lassen sich über denselben Grundrissformen errichten, wie Zeltedächer. Die Grate einer Kuppel über polygonalem Grundriss nennt man Rippen. Am einfachsten lassen sich Kuppeln aus

Fig. 156.

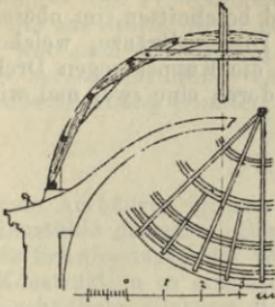


Fig. 158.

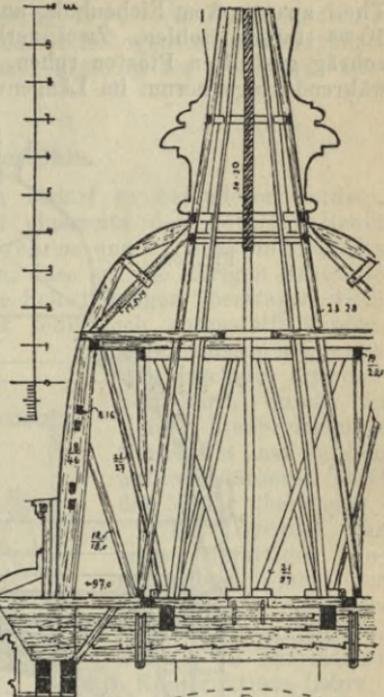
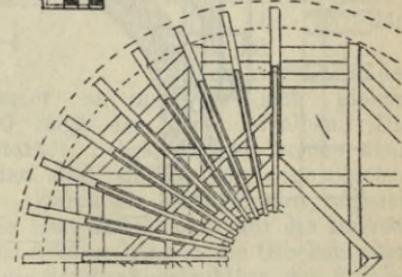
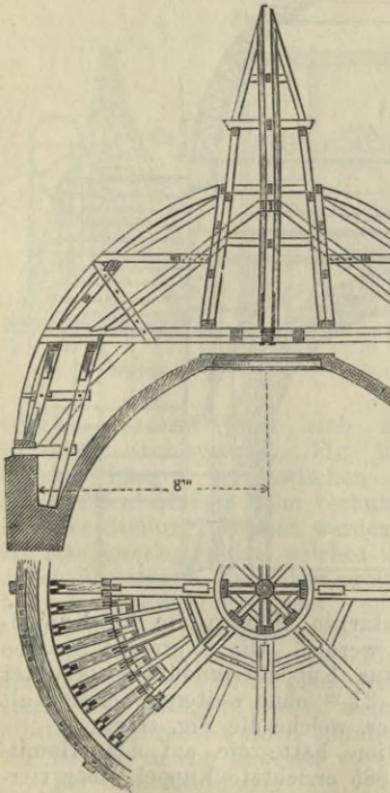


Fig. 157.

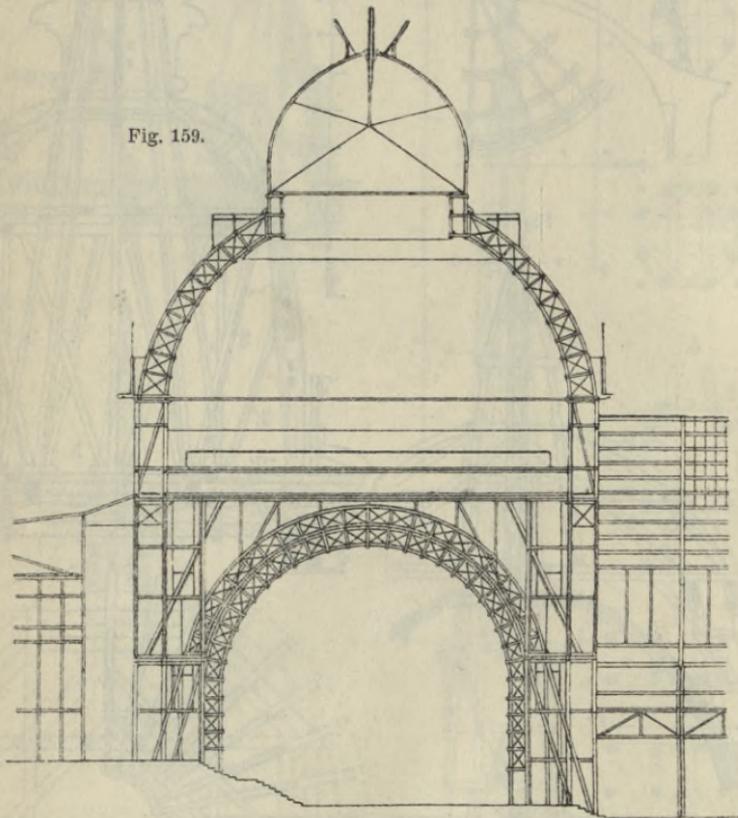


Bohlensparren konstruieren. Sie bedürfen dann ebenso wenig, wie die Bohlendächer, einer besonderen Mittelunterstützung. Bei Fig. 156 sind die Sparren unten auf einer rings herum laufenden Schwelle verkämmt. Die sehr bedeutende

Spannweite, welche sich auf diese Weise überdecken lässt, zeigt die katholische Kirche in Darmstadt von Moller (Breyman, II. Th., Bl. 56), die nahezu 33 m Durchmesser hat.

Soll die Kuppel eine schwere Laterne tragen, so muss sie immer ein Hängewerk erhalten. Fig. 157 zeigt eine derartige Kuppel. Die Konstruktion enthält unten Sprenggestreben, da in Traufhöhe keine Balkenlage gelegt werden konnte. Die Sparren bestehen aus Krümmhölzern. Fig. 158 zeigt die 97 m über Geländehöhe errichtete Kuppel, des Michaelis-Thurmes in Hamburg, welche auf 8 freistehenden Säulen auf mehrfach verzahnten Trägern ruht. Die Sparren sind im unteren Theil aus starkem Eichenholz, aussen rund beschnitten, im oberen aus 10 cm starken Bohlen. Zwei verkämmt Diagonalkränze, welche auf schräg gestellten Pfosten ruhen, sichern die Kuppel gegen Drehung, während rings herum im Längenverband durch eine zwei mal wieder-

Fig. 159.



olte Zwischenkeilung von $\frac{8}{16}$ cm starken Hölzern die 32 Kuppel-sparren in ihrer Stellung erhalten werden. Die 8 grossen Sparren der oberen Thurmspitze sind bis zur Kuppel-Grundfläche hinunter geführt, und haben die Länge von 21 m ohne weiteren Verband als die zwischengezapften kleineren Hölzer, welche die Fig. zeigt.

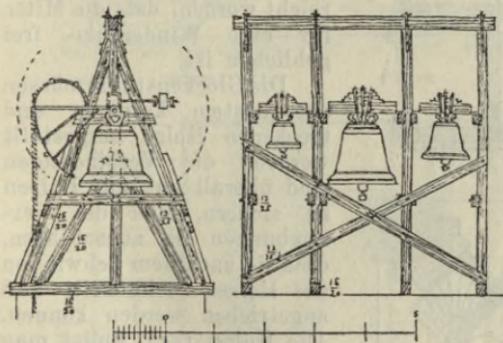
Eine sehr rationelle Konstruktion hatte die auf dem Hauptgebäude der Görlitzer Ausstellung 1885 errichtete Kuppel, über vier-eckigem Grundriss mit leichter Abstumpfung der Ecken ausgeführt; die Spannweite betrug 14 m und die Höhe bis zum Scheitel 26 m; ein kleines Zeltdach bildete die Spitze. Näheres über diese Ausführung siehe in Deutsche Bauzeitung 1885, S. 428.

Auf welche Art auch Fachwerkträger zu Kuppelkonstruktionen nutzbar gemacht werden können, zeigt Fig. 159 an einem Durchschnitt der Kuppel des Hauptgebäudes der Kopenhagener Ausstellung von 1888. Die Spannweite dieser Kuppel belief sich auf 26,5 m. Sie ruhte oberhalb der gleichfalls als Fachwerkträger konstruirten Hallenbögen auf einem 6^{cm} hohen Tambour und trug eine in Eisen ausgeführte Spitzkuppel von 11 m Durchmesser und 8 m Höhe. Die Gesamthöhe bis zur Spitze dieser Laterne betrug 43 m. Wie die Figur ferner zeigt, war auch der Eingang mit einem Gitterbogenträger überspannt. Dieser besass eine Höhe von 2,5 m und hatte in der Mitte eine aussteifende Säumung erhalten.

VI. Glockenstühle.

Zum Aufhängen grosser Glocken bedarf es besonderer Gerüste, Glockenstühle genannt. Sie müssen einerseits den nöthigen Raum für die Schwingungen der Glocke gewähren und es muss andererseits ihre Konstruktion so eingerichtet sein, dass auf die übrigen Bauteile keine schädliche Wirkung durch diese Schwingungen übertragen wird. Sie dürfen daher in Thürmen nicht sehr hoch aufgestellt werden,

Fig. 160.



bezw. müssen sie, wenn dies durchaus erforderlich wird, durch ein tiefer hinabreichendes Gerüst die Last auf den unteren stärkeren Theil der Mauer übertragen.

Ein Beispiel für einen derartigen Gerüstaufbau giebt der Glockenstuhl der Thomaskirche in Leipzig, welcher in Breymann's Konstruktions-Lehre II. Th. Bl. 97 dargestellt ist.

Zum Aufhängen der Glocken bedient man sich zweier an und für sich gleichwerthiger Stuhlsysteme. Fig. 160 zeigt das eine derselben. Die Glocken hängen hier zwischen starken Schrägstielen, welche oben durch einen starken Holm verbunden sind, und durch lange Streben in ihrer Stellung erhalten werden. Durch die Streben wird zugleich ein Hängewerk gebildet, welches die Last der Glocken auf die Balkenenden überträgt. Nach dem zweiten System hängen die Glocken oberhalb des wagrechten Holmes, und die Strebenkonstruktion des Stuhles nimmt die Längsrichtung ein.

Ein Beispiel hierfür zeigt Fig. 161 an dem kleinen Glockenstuhl der Eilbecker Kirche zu Hamburg. Die Hauptstreben sind hier durch starke Bohlenzangen ersetzt, welche mit Vortheil an allen drei Stuhlpfosten angebracht werden konnten, während die Stellung der letzteren für Streben zu eng gewesen wäre.

Bei der Anordnung der Glocken ist es stets wünschenswerth, dieselben in nur einem Geschoss unterzubringen. Bei einer grösseren Anzahl von Glocken ist dies freilich nicht mehr möglich, hierzu sei auf den vorzüglichen alten Glockenstuhl des Freiburger Münsters für 13 Glocken, (Deutsche Bauzeitung 1881, S. 505) verwiesen. Oft aber

hängt die Ausführbarkeit nur von der geschickten Disposition ab. Ein Beispiel hierfür giebt Fig. 162 in dem Grundriss des Glocken-

Fig. 161.

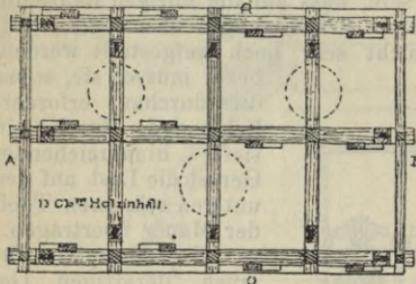
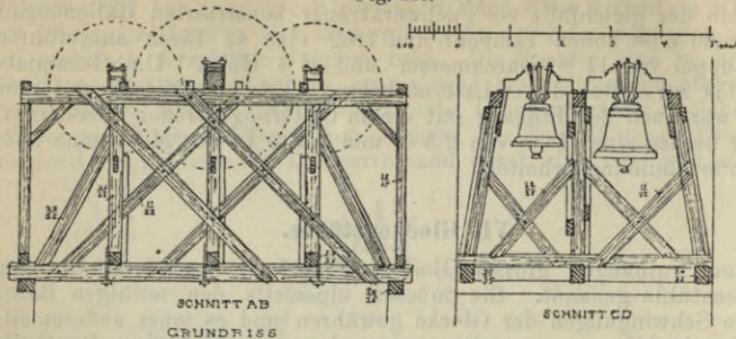
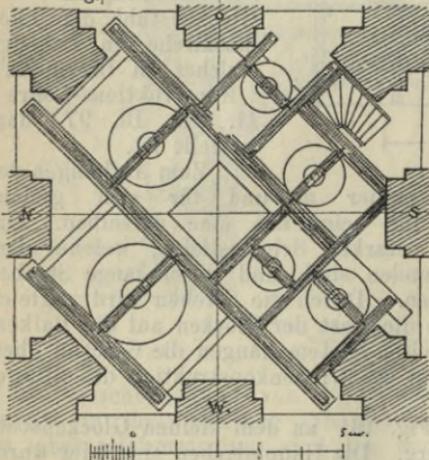


Fig. 162.



stuhls der Nikolai-Kirche zu Hamburg, welche 5 Glocken von sehr beträchtlicher Grösse hat: es ist hier sogar erreicht worden, dass die Mitte für eine Windenluke frei geblieben ist.

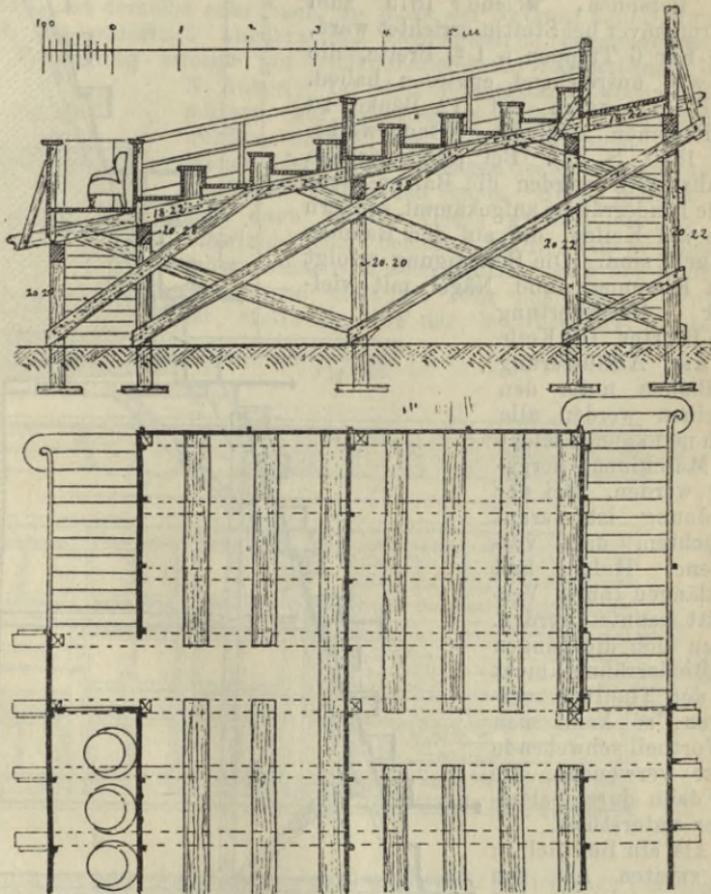
Die Glockenstühle müssen aus bestem kernigen und trockenen Holze hergestellt werden; die Verbindungen sind überall gut mit Bolzen zu sichern, und die Verstrebrungen so auszuführen, dass sie nach dem Schwinden des Holzes nachgekeilt und angetrieben werden können. Die Holzstärken findet man in der Regel ziemlich gross gewählt; doch ist ein aussergewöhnlicher Aufwand keineswegs immer geboten. Die Stärken in Fig. 160 beziehen sich auf Eichenholz-Ausführung; der Glockenstuhl, Fig. 161, ist ganz aus Kiefernholz, derjenige, Fig. 162 wiederum aus Eichenholz hergestellt.

VII. Tribünen-Konstruktionen.

Tribünen werden entweder für ein Schauspiel errichtet, für das ein Ueberblick über ein grosses freies Feld gewonnen werden muss, oder es soll nur eine kleine Arena übersehen werden. Zu ersteren gehören hauptsächlich die Renn-Tribünen, zu letzteren die Zirkus-Tribünen. Für die erstere Art von Tribünen begnügt man sich in

Deutschland gewöhnlich mit einer Steigung von $\frac{1}{5}$, was etwa $11\frac{1}{4}^{\circ}$ ausmacht, während man die Höhe für die zweite Art auf das Doppelte, $22\frac{1}{2}^{\circ}$ steigert. In Frankreich dagegen ist auch für Renn-Tribünen eine erheblich steilere Steigung üblich und die neuen Renn-Tribünen von Chantilly (Arch. Daumelt, Rev. Gén. de l'arch. 1883 Taf. 51—54) weisen eine Steigung von $\frac{1}{2}$ oder von $26\frac{1}{2}^{\circ}$ auf. — Fig. 163 stellt eine kleine provisorische Tribüne der ersten Art dar. Die Hauptsache bei der Aufstellung ist, die Konstruktion so einzurichten,

Fig. 163.



dass Knarren der Belagbretter, oder Wackeln der Geländer, Durchbiegen der Sitzbretter usw. vermieden wird. Die Brüstungen sind deshalb bei jedem Balken abgeschwertet und die Sitzbänke vorn und hinten zugenagelt, damit nirgend Federn entstehen kann, welches die Aengstlichkeit des Publikums erregen möchte. Lehnen werden bei provisorischen Tribünen lieber fortgelassen. Das Platzbedürfniss stellt sich bei bequemem Verhältniss auf 55—60 cm Sitzbreite, 32—35 cm Bankbreite und 60—65 cm Breite des Ganges. Die Breite einer Sitzreihe beträgt deshalb rd. 1 m. Die erste Sitzreihe

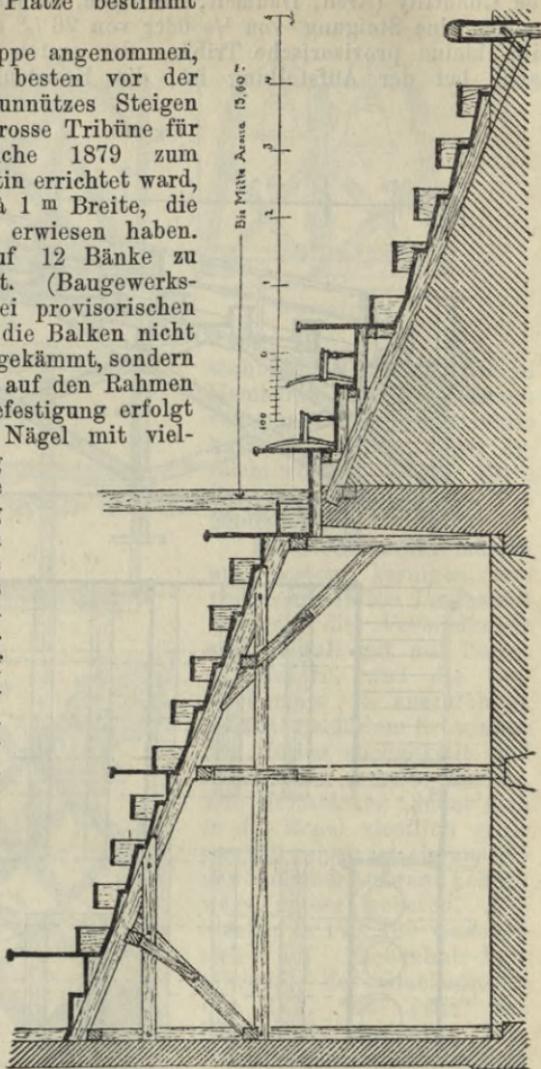
wird bei ebenem Gelände 2 m hoch angeordnet. Der Fussboden der Gänge wird schräg gelegt, um Treppenabsätze zu vermeiden. An Treppen genügt eine für je 500 Personen, sofern die Anordnung nicht durch Trennung in verschiedene Plätze bestimmt wird.

Wird nur eine Treppe angenommen, so liegt dieselbe am besten vor der ersten Sitzreihe, um unnützes Steigen zu vermeiden. Eine grosse Tribüne für 6000 Personen, welche 1879 zum Kaisermanöver bei Stettin errichtet ward, hatte nur 6 Treppen à 1 m Breite, die sich als ausreichend erwiesen haben. Die Plätze waren auf 12 Bänke zu 700 Personen vertheilt. (Baugewerksblatt 1880, S. 89). Bei provisorischen Ausführungen werden die Balken nicht auf die Binderrähme aufgekämmt, sondern ruhen auf Keilen, die auf den Rahmen vernagelt sind. Die Befestigung erfolgt durch Klammern und Nägel mit vielfacher Abschwertung durch Bretter. Die Keile für die Auffütterung der Balken unter den Sitzreihen werden alle gleich und können leicht auf Maschinen hergestellt werden. Bei der Anordnung ist darauf zu achten, dass vorhandene Holz- und Brettlängen ohne Verschnitt benutzt werden. Lassen sich die Längen der Binderrähme nicht mit der Theilung vereinigen, so kann man mit Vortheil schwebende Stösse verwenden, die man dann durch Sattelhölzer unterstützt.

Als ein Beispiel zu der zweiten Art von Tribünen stellt Fig. 164 diejenige des Zirkus Renz in Hamburg dar.

Die steilere Steigung ($22\frac{1}{2}^{\circ}$) derselben ward bereits erwähnt; die Konstruktion ist im übrigen aus der Skizze erkennbar.

Fig. 164.



VIII. Schwimmende Konstruktionen.

Schwimmkonstruktionen kommen bei Hochbauten fast nur dann vor, wenn es sich darum handelt, Baulichkeiten im Wasser so zu errichten, dass sie jederzeit leicht entfernt, oder nach einer anderen

Stelle geschafft werden können. Wenn letztere Bedingung nicht vorliegt, so wird man bei einigermaassen gleichbleibendem Wasserstande der Festlegung des Schwimmkörpers an eingerammten Pfählen in der Regel den Vorzug geben. Diese Anordnung ist auch dann noch die bessere, wenn die Ortsveränderung nur selten notwendig wird. Bei kleinen Schwimmkörpern, wie z. B. Häuschen für Schwimmvögel, wenn jene beständig schwimmend erhalten werden, genügen 4 zusammen geblattete Balken von 20/30 cm Stärke, wie Fig. 165 zeigt. Bei wachsender Grösse fügt man in der Mitte 2 leere, gut gedichtete Tonnen hinzu, legt eine Bohlenabdeckung und stellt auf diese den Aufbau. Ist derselbe sehr hoch, so muss der Neigung zum Schwanken durch ein unterhalb angebrachtes Gegengewicht begegnet werden. Die Festlegung erfolgt bei gleichbleibendem Wasserstande durch 3 Anker. Ist der Wasserstand wechselnd, so müssen zur Festlegung Pfähle eingeschlagen werden, sofern die Bewegung nicht an einer Mauer oder einem sonstigen festen Gegenstand an Laufeisen stattfinden kann. Ueber letztere lässt man dann eiserne Oesen greifen, die an dem Schwimmkörper befestigt sind. Einen grösseren Schwimmbaum, dessen Auftrieb sich bei Gedränge und Sturm stets als sehr ausreichend erwiesen hat, stellt Fig. 166 dar; er dient seit 15 Jahren

Fig. 165.

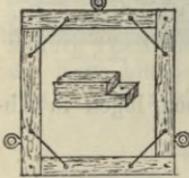
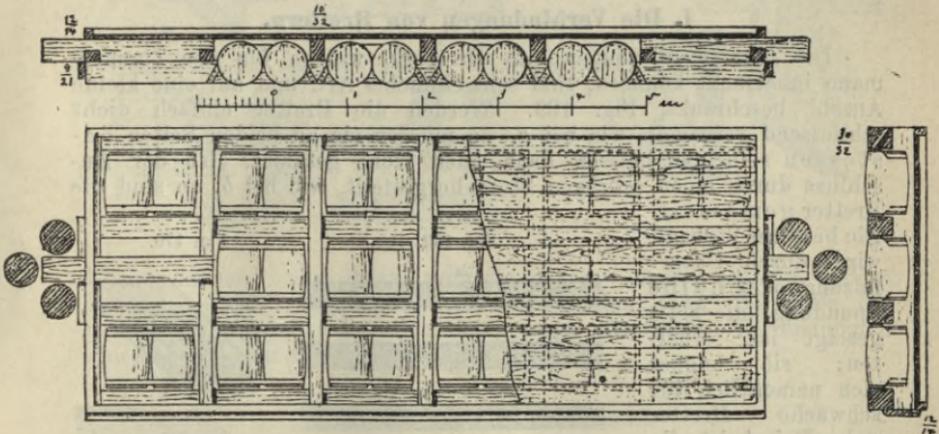


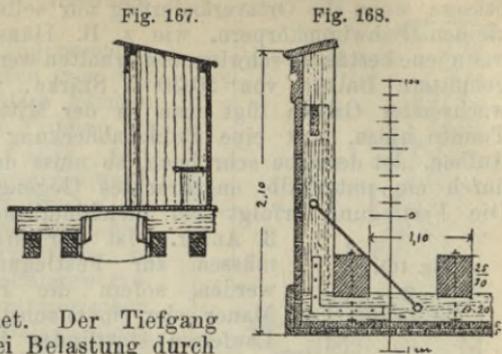
Fig. 166.



als Anlegesteg auf der Elbe und schwimmt auf 32 gedichteten Petroleum-Fässern, welche mit Bandeisen an den Balken befestigt sind, ohne selbst einen Nagel zu erhalten. Dem Wasserwechsel folgt der Schwimmbaum mittels Führung an 6 eingerammten Pfählen.

Bei Badehäuschen, die auf einem „Schwimmschlägel“ errichtet werden sollen, unterstützt man letzteren ebenfalls sehr vortheilhaft durch eingeschaltete Petroleumfässer, wie Fig. 167 zeigt. Bei neuen Anlagen, von einigem Umfang werden indessen statt der Tonnen mit Holzkonstruktion stets eiserne Kästen mit Zellenabtheilung vorgezogen, da durch diese das Undichtwerden einzelner Kammern mit grösserer Sicherheit unschädlich gemacht wird und sie auch längere Dauer haben. Wenn die Länge und Breite des Schwimmkörpers erheblich

gesteigert werden soll, sind Sprengwerke einzufügen, um dem Auftrieb des Bodens genügend entgegen zu wirken. Man gestaltet die Schwimmkörper alsdann lieber in Prahmform. Fig. 168 zeigt als Beispiel ein Profil der Seitenwand des schwimmenden Zirkus Lent von Siebert (Zeitschr. d. bayer. Archit.- und Ingen.-V. 1871, S. 52) der eine Länge von 66 m bei einer Breite von 21 m und einer grössten Höhe des Aufbaues von 9,9 m hatte. Die Tragfähigkeit war bei einer denkbaren Einsenkung von 1 m auf 1260 tons berechnet. Der Tiefgang betrug in Wirklichkeit bei Belastung durch die besetzten Ställe und 1600 Personen nur 0,38 m. Die 15/20 cm starken unteren Bodenrippen lagen in Abständen von 50 cm.



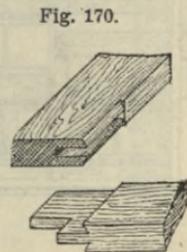
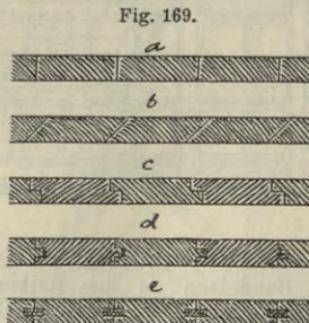
C. Konstruktionen aus Brettern.

I. Die Verbindungen von Brettern.

Die Zusammenfügungen von Brettern, welche für den Zimmermann inbetracht kommen, sind sehr einfacher Art, und auf eine kleine Anzahl beschränkt, Fig. 169. Werden die Bretter einfach dicht schliessend vernagelt, wie bei *a*, so müssen sie an beiden Seiten be-
stossen sein, und heissen dann auch wohl gesäumt. Ist der Anschluss durch einen schrägen Stoss hergestellt, wie bei *b*, so sind die Bretter gemessert.

Ein besserer Verband wird durch Ueberfaltung oder halbe Spundung, die bei *c* gezeigt ist, erhalten; sie eignet sich namentlich für schwache Bretter gut. Bei *d* ist die ganze Spundung dargestellt, welche überall da angewendet wird, wo es auf einen dichten

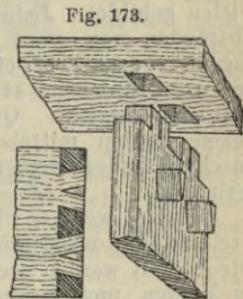
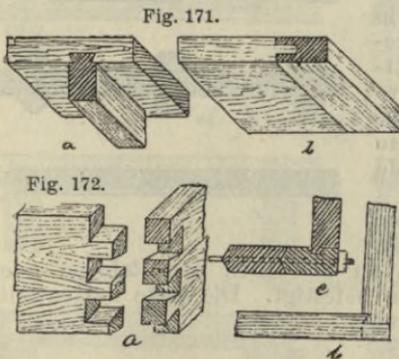
Zusammenschluss der Bretter ankommt. Den Nachtheil derselben, dass etwa 10% Material verloren gehen, würde die letzte bei *e* gezeigte Verbindung, die Federung vermeiden; jedoch macht das Ausschneiden und Einsetzen der Federn, die aus Hirnholz gefertigt sein sollen, ziemlich viel Arbeit, daher dieselben, ausser bei Stabfussboden, fast nur bei sehr starken Hölzern angewendet wird. Man hat auch versucht, Federn aus Bandeisen zu gebrauchen, in welchem Fall für die Nuth ein einfacher Sägeschnitt genügt.



Verzapfung der Bretter wird vom Zimmermann selten ausgeführt. Fig. 170 stellt den einfachen Blattzapfen für die Ecke einer Luke oder Thür dar; er wird in der Regel verleimt.

Breitere Bretter, oder mehr derselben neben einander liegend erhalten zum Schutz gegen Werfen oder zur Befestigung oft eingeschobene Leisten oder Hirnleisten, Fig. 171 a und b.

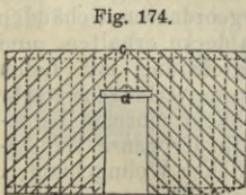
Das Verzinken Fig. 172 a ergibt eine Verbindung von Brettern der Höhe nach; das eine Brett erhält schräg geschnittene, das andere schwalbenschwanzförmige Zapfen. Zusammenschieben oder Trennen ist daher nur nach einer Richtung möglich. Die Verbindung kommt für den Zimmermann hauptsächlich nur bei Treppenwangen und bei wasserdichten Kästen vor. Für letztere zeigt Fig. 172 b die inwendige schräg geschnittene Ueberfaltung, die innerhalb der Verzinkung ausgeführt werden muss, wenn jener Zweck erreicht werden soll. Der Boden eines solchen Kastens wird am besten aus Brettern hergestellt, die „auf Schweinsrücken“ zusammengebolzt sind. Sie müssen wie bei c gezeigt ist, durchbohrt und in Abständen von etwa 1 m mit Eisenankern zusammen gehalten werden. Soll das eine der Bretter über die Ecke hinaus gehen, so lässt sich die Verzinkung nur mit Hilfe von Keilen ausführen. Fig. 173 zeigt die schwalbenschwanzförmigen



Löcher in dem einen Brett, und die geraden Zapfen an dem andern. Letztere erhalten einen Sägenschnitt, in den dann die Keile eingeschlagen werden. Der Grundriss zeigt die fertige Verbindung in einem Durchschnitt dicht oberhalb derselben.

II. Bretter-(Brett-)Wände.

Bretter-, bzw. Lattenwände werden unten und oben an den Balken, oder an einer aufgenagelten Latte Fig. 174 a, b, und c befestigt, und dienen nur zur Trennung innerer Räume. Sollen sie verputzt werden, so stellt man sie aus 3 cm starken, doppelt vernagelten Brettern her, welche getrennt, d. h. aufgespalten und gesperrt genagelt werden müssen, wobei man der zweiten Brettlage schräge Richtung giebt. Kleinere Oeffnungen brauchen nur ausgeschnitten zu werden, grössere erhalten einen Einfassungsrahmen. Zuweilen nagelt man die Bretter auch auf ab-



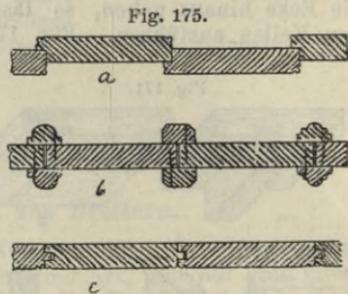
gebundene Fachwerk-Konstruktionen oder Latten; doch trägt der

dann verbleibende Hohlraum einigermaassen zur Feuergefährlichkeit bei und es ist einer Ausmauerung mit porösen Steinen in der Regel der Vorzug zu geben.

Soll die Bretterwand unverputzt bleiben, so genügt es für Boden- und untergeordnete Räume gesäumte, rauhe, 25 mm starke Bretter senkrecht neben einander zu nageln. Je nach der Höhe können dieselben durch ein aufgenageltes Querbrett verriegelt werden. Bei weiter gehenden Ansprüchen müssen die Bretter mindestens 3 cm stark und gehobelt sein, und der Fugenschluss wird nach Fig. 175 durch Einfaltung, Deckleisten oder Zusammenspundung hergestellt. Deckleisten dürfen stets nur auf einer Seite vernagelt sein. Bei grosser Höhe stellt man auf je 1,5—2 m einen Stiel und schaltet nach Bedarf in ähnlichen Abständen Querriegel ein. Die Bretter werden dann mit beiderseitigen Anschlussleisten zwischen den Stielen und Riegeln inmitten der Holzstärke derselben befestigt.

Eine besondere Ausführungsweise von Wänden aus Brettern ist für die Silo-Abtheilungen in Getreidespeichern gebräuchlich. Diese Wände werden, je nach der Schütthöhe des Getreides, aus 10, 12, oder 16 cm breiten und 2,5 cm starken, senkrecht platt neben einander gestellten Dielen gebildet. Jede Diele wird in Abständen von etwa 0,5—0,6 m genagelt, sodass sich eine der Brettbreite entsprechende starke, massive Holzwand ergibt. Querwände und Ecken werden mittels wechselweise durchgreifender Bretter beider Wände verbunden.

Etwas weniger Holz als die Bretterwände erfordern Lattenwände. Die Latten werden stets senkrecht an Schwellen und Rahmen oder an oberen und unteren Querlatten befestigt. Die beste Lattenweite ist gewöhnlich gleich der Lattenbreite.



III. Zwischendecken.

Zwischen Fussboden und Deckenschalung liegt die Zwischendecke, welche zur Zurückhaltung etwa eingedrungenen Wassers, zur Schall-dämpfung und zur Erhaltung der Wärme dient.

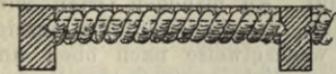
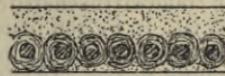
Das am meisten geeignete natürliche Material für Zwischendecken ist der Lehm; bei ländlichen Gebäuden und einfachen Ausführungen wird derselbe ausschliesslich angewendet. Wickelt man ihn mit Stroh um Schlotstangen oder sog. Staakhölzer, die 4—6 cm stark sind, und zwischen die Balken gefügt werden, so entsteht der Windelboden, dessen verschiedene Anordnungen Fig. 176 a, b und c zeigen. Man wendet diese Zwischendecken fast nur in untergeordneten Gebäuden an, die keinen Holz-Fussboden und keine Schaldecke erhalten, und fügt in diesem Fall eine obere und untere Abgleichung mit Lehm hinzu. Die Decken werden hierdurch sehr schwer, verlangen starke Balken und haben den Uebelstand, dass sich leicht einzelne Lehmtheile ablösen und herab fallen. Es wird deshalb der ganze Windelboden fast gar nicht, der halbe mitunter bei ländlichen Wohngebäuden, und nur der gestreckte häufig, und zwar über Viehställen angewendet. Wenn man die Staakhölzer stärker nimmt, können die Balkenabstände vergrössert werden. Die Stösse werden wechselweise angeordnet. Die

Decke ist ziemlich dicht und feuersicher. Weniger

Fig. 176.



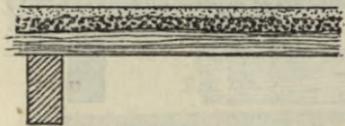
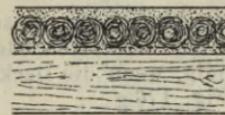
a. GANZER WINDELBODEN.



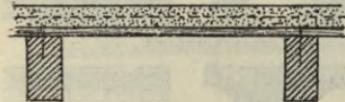
b. HALBER WINDELBODEN.



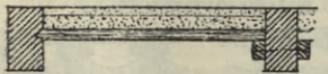
c. GESTRECKTER WINDELBODEN.



d. STAAKDECKE.



e. STÜLPDECKE.



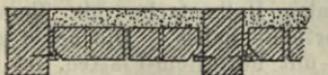
f. EINSCHUBDECKE.



g. DOFP. EINSCHUBDECKE.



h. BLINDBODEN M. LEHM.



i. NEUWIEDER TUFFSTEINDECKE.



dicht ist die Staakdecke, Fig. 176 d; sie bietet jedoch den Vortheil, dass die Balkenabstände gross genommen werden können, indem die zu den Staaken dienenden Rundhölzer von etwa 20 cm Stärke sich bis 2 m weit frei tragen. Man breitet über dieselben eine Lage Stroh aus, und gleicht den Boden etwa 7 cm hoch mit einer

Lehmschüttung ab, welche, gut festgestampft, den Fussboden ersetzt. Ein Gleiches geschieht bei der Stülpedecke, Fig. 176 e, welche vermöge der über einander geschobenen oberen Balkenschalung aus 3—3,5 cm starken Brettern einen besseren Abschluss gewährt und bei der man dem Lehm mehr Halt verschaffen kann, indem oben schwalbenschwanzförmige Lat-

ten zwischen die Bretter genagelt werden. Die Vortheile der Stülpedecke

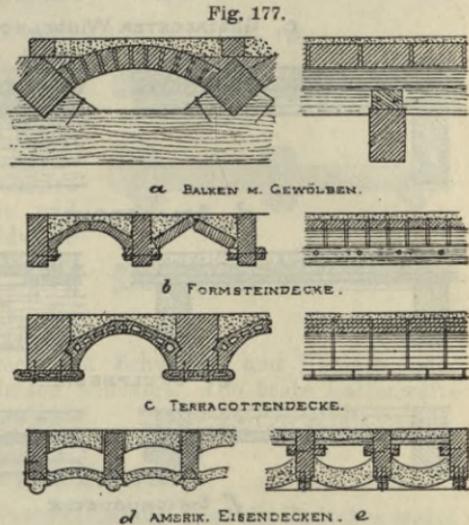
entsprechen indess nicht dem erheblich grösseren Holzaufwand und dieselbe wird deshalb nur selten angewendet. Fig. 176 f zeigt die Einschubdecke, welche für landwirthschaftliche Bauten, wie für Wohnhäuser gleich gut geeignet ist. In Falzen in der halben Balkenhöhe, oder, besser, auf angenagelten Latten liegen die Einschub Bretter, zu denen gewöhnlich Schwarten Verwendung finden. Die Dichtung wird durch Lehmverstrich hergestellt, welcher indessen trocken muss, bevor die Ueberschüttung zur Herstellung des Lehmestrichs erfolgt. An manchen Orten wird die vorherige Dichtung umgangen, indem, wie in Fig. 176 f gezeigt ist, die Schwarten mit der Kernseite wechselweise nach oben und unten gelegt werden. Auch kann man sich gemesselter Bretter (Fig. 169 b) bedienen, deren Fugen (wie in Mühlen üblich) mit Mörtel gefüllt werden.

Eine Verdoppelung des Einschubs wird zur Verdeckung der Unregelmässigkeit der Schwarten oder einer etwa vorhandenen Kreuzstaakung nothwendig, wenn die Decke unten sichtbar bleiben soll und lässt sich, wie Fig. 176 g zeigt, leicht durch untergelegte Schalbretter erreichen.

Für bessere Wohnhäuser wird in Städten statt der Einschubdecke gespundeter Blindboden mit Lehmbeschüttung zwischen Lattenlagern, Fig. 176 h, angewendet, da sich hierbei eine vorzügliche Steifigkeit erzielen lässt. Diese Anordnung bietet zugleich den Vortheil, dass bei geringen Ungleichheiten der Balkenoberfläche nicht der Fussboden selbst, sondern nur die Lager unterkeilt zu werden brauchen. Letztere werden sorgfältig mit gehobelter Oberfläche in Abständen von 0,65—0,75 m verlegt, und bieten daher

dem Fussboden stets ein volles Auflager. Am Rhein, wo enge Lage der Balken üblich ist, bedient man sich statt des Einschubs der Ausrollung der Balkenfache mit Tuffsteinen, Fig. 176 i; die Abgleichung wird mit Lehm usw. hergestellt.

Bei Stallgebäuden scheint es oft erwünscht, trotz der Verwendung von Holzbalken einen sehr dichten Deckenabschluss zu erreichen. Dies hat zu mancherlei Versuchen, bezw. zur Auswölbung der Balkenfache geführt. Fig. 177 a, b und c geben einige derartige Beispiele. Der Uebelstand bleibt immer der, dass die verbrennlichen Balken bei einem Brandfall die Wölbung gefährden. Höchstens möchte die in Belgien übliche Aussetzung der schmalen Balkenfache mit Ziegeln, die bei b gezeigt ist, einige Vortheile haben. Die bei c gezeigte völlige Umkleidung der Balken mit Formstein-Platten, ist zu theuer und umständlich. In neuerer Zeit haben sich daher sehr vortheilhafterweise zwei Decken-Füllmittel eingebürgert, welche frei von gesundheitlichen Gefahren sind, die Mack'schen Gipsdielen und die sogen. Spreudielen, Hohlkörper in Plattenform, bestehend aus



Spreu usw. mit Gips als Bindemittel. Ebenso günstig erweisen sich die sogen. Korksteine, die indess verhältnissmässig theuer sind.

Auch anstelle von Lehm als Füllmittel sind mancherlei andere Stoffe versucht worden. Reiner Quarzsand ist dem Lehm für diesen Zweck, abgesehen von der etwas erschwerten Dichtung, mindestens gleichwerthig. Grössere Feuersicherheit lässt sich durch eine Betonschüttung erreichen; hierfür ist jedoch eine Unterlage von Dachpappe auf dem Einschub nothwendig, damit die Feuchtigkeit des frischen Betons sich nicht dem Holz mittheilt. Durch die Zwischenfügung von Dachpappe erreicht man aber ausserdem auch einen guten Abschluss gegen Hellhörigkeit in Wohnhäusern. Weniger günstig erscheint die Ausfüllung der Balkenfache mit Bauschutt, weil man hierdurch leicht Ungeziefer und feuchte kleine Holzspähne, sowie

Fig. 178.

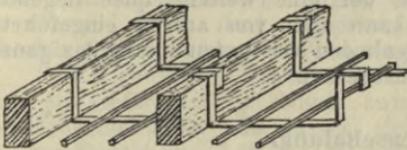
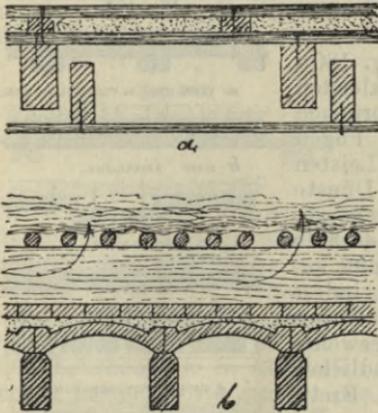


Fig. 179.



oder fäulnissfähige Stoffe, oder sogar Krankheitskeime einschleppt. Schlackenwolle hat den Mangel, dass die ungemein feinen und kleinen Glastheilchen mehr oder weniger leicht durch Decke und Fussboden dringen, und als Staub für die Athmungsorgane sehr schädlich werden können. Auch muss dieselbe vor Nässe-Zutritt bewahrt bleiben, weil dieser bei einem Gehalt der Schlacke an Schwefel zu übelriechenden Gasbildungen Anlass giebt. Ferner sind Asche, Moostorf usw. empfohlen und verwendet worden; besonders Moostorf kann, wie nachgewiesen ist, zur Verbreitung des Hausschwamms selbst in dem Falle dienen, dass eine Tränkung desselben mit Kalkmilch stattgefunden hat.

In Amerika, wo im allgemeinen die Zwischendecken ganz fehlen, und zur Warmhaltung in allen Zimmern schwere Teppiche oder Decken gelegt werden, hat man bei wichtigen Ausführungen Eisenblech-Zwischendecken anzuwenden versucht. Fig. 177 d und e zeigen dergleichen Anordnungen; erstere mit oberer und unterer, letztere nur mit unterer Blechumkleidung der Balken und mit darüber befindlicher Aufschüttung von Asche oder ähnlichem Material. Auch diese Zwischendecken sind indessen zu theuer, als dass sie sich für eine allgemeinere Anwendung empfehlen liessen. Wesentlich einfacher dürfte es sein, die unter Vermeidung alles weiteren Holzes hergestellten sogen. Pariser Zwischendecken zur Ausführung zu bringen. Bei diesen werden, wie Fig. 178 zeigt, Hakeneisen auf die Balken gehängt, welche ihrerseits schwache Quadrateisen aufnehmen; alsdann wird auf einer Schalung eine Ausfüllung der Balkenfächer mit einer 7—10 cm starken Gipschicht ausgeführt, die zugleich Decke und Zwischendecke bildet.

Weitere Vorschläge bezüglich der endgiltig noch nicht gelösten

Frage des besten Ersatzes der bisherigen Einschubdecken siehe in einem weiterhin folgenden Abschnitt und u. a. in Deutsch. Bauzeitg. 1894, S. 547.

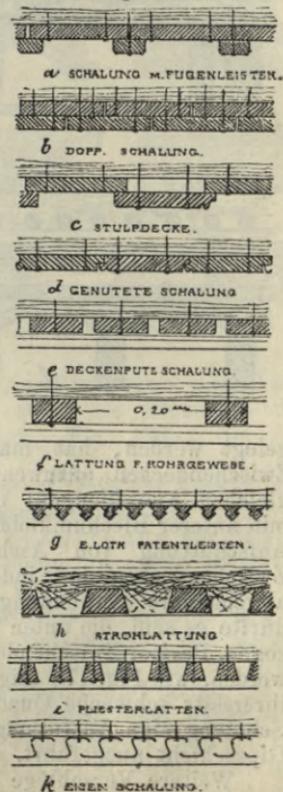
Grössere Schalldichtigkeit der Decke erzielt man durch blosses Zwischenlegen von starkem Papier event. in mehreren Lagen. Ueberdeckung der einzelnen Stücke und guter Anschluss an die Wände ist hierbei, wie bei der Staakung überhaupt, sehr zu beachten. Soll ausser dem Geräusch aber auch die Bewegung des oberen Fussbodens mit Sicherheit von der Decke abgehalten werden, so dass auch bei Tanzböden oder anderen, heftigem Auftreten ausgesetzten Räumen keine Erschütterungen auf die untere Hälfte der Decken übertragen werden, so muss eine zweite besondere Balkenlage zur Aufnahme der Decke eingefügt werden, Fig. 179 a. Die Anwendung eines Blindbodens statt des Einschubs wird hierbei stets nöthig sein. Eine ähnliche Decken-Isolirung für landwirthschaftliche Gebäude zeigt Fig. 179 b. Die Balken sind hier mit einer Formsteindecke geschlossen, über die ein Estrich gebreitet ist, der eine weitere, quer liegende Balkenlage aufnimmt. Hiernach kann sich von aussen eingeführte frische Luft durch den Schlotstangenboden von unten aus in das ganze auf der Decke liegende Heulager ausbreiten.

IV. Deckenschalung.

Wenn die Balken, bezw. die Zwischendecke unterhalb nicht sichtbar bleiben sollen, so wird Deckenschalung nothwendig, die gewöhnlich aus 2—3 cm starken Brettern gefertigt ist. Am einfachsten ist es, dieselbe nach Fig. 180 a aus gesäumten Brettern mit Deckleisten herzustellen. Je nach den Ansprüchen findet Hobelung und Deckung der Fugen mit mehr oder weniger profilirten Leisten statt. Bei Ställen werden hierdurch Dünste nur unvollkommen von den Balken abgehalten und man hat für dieselben deshalb die bei b gezeigte doppelte Schalung angewendet. Der Erfolg entspricht indess dem Material-Aufwande nicht. Sparsamer ist die Stülpedecke, c, welche in gewöhnlichen Wohnhäusern einen freundlichen Anblick gewährt, zumal wenn die Brettanten mit Profilen versehen werden. Bei weiter gehenden Ansprüchen bedient man sich der genutheten Schalung, Fig. 180 d, durch welche einer Decke leicht ein sehr reiches Ansehen gegeben werden kann, indem man die Bretter in mehreren Richtungen wechseln lässt. Für dieselbe wird astreies Holz verwendet; die Bretter werden fein gehobelt und erhalten an den Kanten Kehlstösse.

Soll die Decke verputzt werden, so müssen die Schalbretter, Fig. 180 e, schmal aufgespalten und 1,5—2 cm auseinander genagelt werden. Bei Anwendung von einfachen oder doppelten Rohrgeweben, ist statt der Schalung nur Lattung in Abständen von 20 cm erforderlich,

Fig. 180.



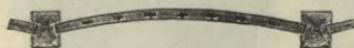
f der Figur. Für Wohnhäuser zeigen die Fig. 180 g, h und i noch 3 andere Ersatzmittel der Schalung mittels Leisten, bezw. Latten. Erstere Anordnung von Latten mit oberer Strohschüttung, an der der Mörtel haftet, ist in München üblich; unter die Latten selbst wird Putz in so dünner Schicht gebracht, dass derselbe sich ohne weiteres hält. Vortheilhafter ist jedoch, zweckmässig profilirte und mit Draht zu einem sogen. Gewebe vereinigte Leisten unmittelbar unter die Balken zu nageln; die sogen. Pliesterlatten erfordern sehr viel Material und gewähren mit ihrer breiten Unterfläche dem Putz doch nur einen unvollkommenen Halt.

Fig. 180k stellt noch den amerikanischen Ersatz der Deckenschalung durch gebogenes Eisenblech dar, dessen Vorzüge jedoch nicht die unseres Rohrgewebes und Leistengeflechtes erreichen. Auch verwendet man dort, wie ebenfalls in Holland, zum Halten des Putzes spliessartige Spähne, von einigen Millimetern Dicke, die an den nahe zusammengerückten Balken ebenfalls ohne Schalung befestigt werden und durch ihre ungleichmässige, rauhe Oberfläche und die überhängenden Enden den Putz tragen.

Sollen gewölbte Decken aus Holz hergestellt werden, so bringt man am einfachsten Lehrbögen zwischen die Balken und nagelt die Schalung auf diese. Es lassen sich freilich auch nach Fig. 181 gefederte Bretter von 5 cm Stärke freitragend zusammen fügen; doch ist die Ausführung schwierig, ohne dass sie konstruktiven Werth hat.

Ausschalungen für grössere Gesimse, sowie für Querträger in Kassetten-Decken, die sichtbar bleiben sollen, werden aus sorg- hergestell, deren Befestigung mit

Fig. 181.



Bankeisen bezw. eisernen Winkeln geschieht. Bei Kassetten-Decken erhalten oft auch die Balken selbst noch eine Bretter-Umkleidung. Sollen diese Decken verputzt werden, so fertigte man früher ebenfalls Kästen, an welchen die Berohrung befestigt wurde. Das Holz dieser Kästen läuft indess gewöhnlich entgegen gesetzt zu dem der Deckenschalung, und wenn Risse im Putz durch das ungleiche Quellen und Zusammenziehen der Hölzer vermieden werden sollen, so ist vorherige Umkleidung mit Asphalt-Papier oder Dachpappe dringend zu empfehlen. Besser ist es, die Kästen zu vermeiden und für Gesimse Lehrknaggen in Abständen von rd. 20 cm, und für Kassetten-Decken Lattengerüste anzubringen, welche dann der Befestigung von Rohrgeweben Platz bieten.

Endlich erübrigt es noch die Holzschalung auf massiven Beton-Decken zu erwähnen, wie solche in Veranden und unter den Stein-Fussböden von Küchen und Baderäumen zur Herstellung guter Stuckdecken stets wünschenswerth wird. Man pflegte früher zur Befestigung dieser Deckenschalungen geschrägte Latten in den Beton einzubetten, wie dies in Fig. 183d gezeigt ist. Neuerdings aber hat es sich als viel praktischer erwiesen, nur Klötze einzubetten; an diese werden später Latten genagelt, die auf bequeme Art die Anbringung der Deckenschalung ermöglichen. Auch an Trägerwellblech können in ähnlicher Weise leicht Latten zur Aufnahme der Deckenschalung befestigt werden, wie dies in Fig. 183f gezeigt ist.

V. Fussböden.

a. Dielenfussboden.

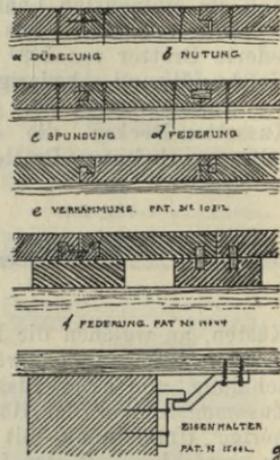
Fussböden verlangen die grösste Sorgfalt, bezüglich der Auswahl des Holzes. Bei guten Fussböden werden möglichst gleich breite, je nach den Ansprüchen mehr oder weniger astfreie Dielen erforderlich, die so verlegt sein sollen, dass sie sich nicht werfen, keine klaffenden Fugen und bei der Benutzung keine überspännigen Stellen entstehen lassen. Diesen Anforderungen vermögen nur schmal aufgetrennte, mit der Kernseite nach unten verlegte Bretter von höchstens 15 cm Breite zu entsprechen. Die Stärke der Fussböden beträgt gewöhnlich 3—3,5 cm. Stärkere Bretter, bezw. Bohlen verwendet man nur in Speichern und stark belasteten Lagerräumen. Die Ausführung bietet in diesem Falle keinen bemerkenswerthen Unterschied, doch sei erwähnt, dass es sich zur Gewinnung grösstmöglicher Feuersicherheit als ein vorzügliches Mittel bewährt hat, zwei unmittelbar auf einander genagelte Bohlen-Fussböden zu verlegen.

In Deutschland kommt hauptsächlich heimisches Kiefernholz in Betracht; denn die mitunter ihrer Billigkeit wegen ebenfalls verarbeiteten schwedischen Dielen haben fast immer den Fehler, dass sie zu weich sind. Der Fussboden aus denselben verschleisst daher nicht nur schneller, sondern nimmt auch bei jeder Reinigung eine bedeutend grössere Wassermenge auf, welche gefährlich werden kann. Von wesentlicher Bedeutung für die Haltbarkeit des Fussbodens ist es, dass die Zwischendecke vor dem Verlegen völlig ausgetrocknet sei. Sind auch die Mauern noch feucht, oder soll besondere Vorsicht obwalten, so nagelt man vor das Hirnholz der Dielen kleine Brettstückchen. Wenn keine Zwischendecken vorhanden sind, so ist es stets rathsam, wenigstens einen Bindboden aus rauhen Brettern unter dem Fussboden zu verlegen.

Bei der einfachsten Ausführung von Fussböden sind die Dielen nur gesäumt und bestrichen, Fig. 182 a. Damit sich dann nicht ein einzelnes Brett beim Begehen biegen könne, wird in Abständen von etwa 1 m eine Verdübelung mit Drahtstiften vorgenommen. Dies bringt den Nachtheil mit sich, dass die Herausnahme und Auswechslung eines Brettes mit grosser Mühe verbunden ist. Die bei *b* gezeigte Nuthung bezw. halbe Spundung kommt selten vor, da die Dielen gewöhnlich stark genug für die Spundung (*c*) sein werden. Auch die bei *d* gezeigte Federung wird nur ausnahmsweise ausgeführt, da sie zu theuer ist. In allen diesen Fällen geschieht das Verlegen der Fussböden, indem die Bretter durch eine davor eingeschlagene eiserne Kramme mittels Keilung scharf zusammen getrieben werden. Jedes Brett erhält sodann eine zweimalige Nagelung auf jedem Balken oder Lager und es sollen die Nägel 3 mal so lang sein, als die Dielen stark sind.

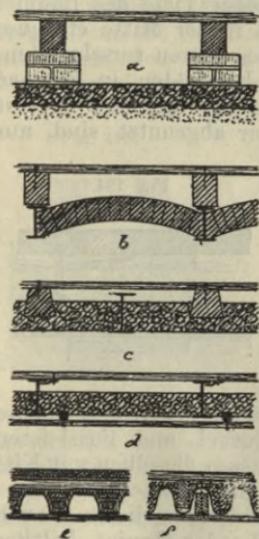
Da auch bei Verwendung guter trockener Bretter und trotz des Zusammentreibens oft die Erfahrung gemacht wird, dass durch nachträgliches Schwinden derselben doch wieder Fugen entstehen, so

Fig. 182.



hat man versucht, einen Fussboden zu konstruiren, der späteres Zusammentreiben gestattet, ohne dass man ihn aufnimmt. Fig. 182 e und f zeigen hierfür zunächst die Verkämmung und die Einfügung von Kammfedern. Der ganze Boden soll lose auf den Balken liegen, so dass, wenn er schwindet, eine Fuge nur bei den Fussleisten entstehen kann, wo sie sich leicht dichten lässt. Das Ergebniss ist jedoch kein vollkommenes. Die unbefestigten Bretter werfen sich leicht und die Mitte liegt dann nicht mehr fest auf. Auch behindern schwere Möbel, sowie die meistens nicht auf besondere Unterlagen, unabhängig vom Fussboden, gesetzten Oefen die Bewegungsfreiheit solches Fussbodens immer noch wesentlich. Um den sich hieraus ergebenden Uebelständen vorzubeugen, wurde ferner eine Verleimung des ganzen Fussbodens versucht; doch ist solche aus mehrfachen Gründen zu widerrathen. Mit grösserem Vortheil bedient man sich der bei *g* gezeigten Eisenhalter. Dieselben werden vor dem Verlegen an den

Fig. 183.



Balkenseiten unter den Dielen festgeschraubt, fassen unter entsprechende, an die Balken genagelte Halter und ermöglichen auf diese Weise ein späteres Zusammentreiben des Fussbodens mit dem Brechisen. In etwas verbesserter Form sind diese Halter von R. Scharf in Bernburg unter Gebrauchsmusterschutz No. 15878 gestellt, worüber auf die Mittheilung in Deutsch. Bauzeitg. 1893, S. 459, verwiesen wird.

Falls keine Balkenlage zur Aufnahme des Fussbodens vorhanden ist, müssen zur Befestigung desselben Lagerhölzer eingebracht werden. Man bediente sich für dieselben früher gewöhnlich des Eichenholzes; heute kommt jedoch mit beinahe demselben Erfolg auch Kiefernholz in Anwendung, sofern es vorher nur allseitig gut mit Carbolineum getränkt ist. Die Stärke der Lagerhölzer beträgt $\frac{7}{10}$ — $\frac{12}{15}$ cm. Sie werden hohl verlegt und durch kleine Mauerpfeiler so oft unterstützt, wie die gewählte Holzstärke es erfordert. An den Enden verkeilt man die Lager gegen die Mauer, so dass sie fest liegen. Für

Kellerräume hat es sich als eine gute Konstruktion erwiesen, unter dem Fussboden eine Betonschicht mit Abgleichung durch Zementestrich herzustellen, Fig. 183 a. Der entstehende Hohlraum wird mit dem warmen Zuge einer Ofenfeuerung oder mittels kleiner Roste mit der Aussenluft verbunden. Sollen die Lager ohne Pfeiler unmittelbar auf dem Beton liegen, so isolirt man sie durch einen untergelegten Streifen Dachpappe. Man hat auch versucht, in diesem Fall als Lager Dachlatten zu verwenden; doch ist diese Ausführungsweise nur in untergeordneten Fällen zulässig.

Ueber Gewölben mit starkem Pfeil oder von grosser Spannweite werden ebenfalls Pfeiler nothwendig, die man unmittelbar auf die Hintermauerung oder den Bogen selbst stellt; indessen können bei nicht zu grosser Länge die Lager auch in eine Sandaufschüttung gebettet werden. Bei Gewölben zwischen eisernen Trägern legt man die Lager gern auf letztere, Fig. 183 b. Die Entfernung der Lager wird zu etwa 0,6—0,8 m genommen. Müssen die Lager gestossen werden,

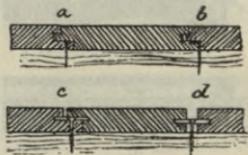
so geschieht dies gewöhnlich mittels der geraden Verblattung. Die Auffüllung des ganzen Raumes über den Gewölben bis unter den Fussboden ist nicht überall beliebt, obgleich der Hohlraum leicht ein Schlupfwinkel für Ungeziefer wird. In Hamburg wird dieser Raum z. B. immer leer gelassen, oft aber dadurch auf ein Kleinstmaass verringert, dass man statt der Gewölbe eine ebene Betonschüttung anordnet und die im Querschnitt trapezförmigen Lager bis zur halben Tiefe einbettet, Fig. 183c. Die bereits erwähnte Befestigungsweise mit Patent-Eisenhaltern macht, Fig. 183d, die Lager ganz entbehrlich; dieselbe ist empfehlenswerth, wo die eisernen Träger für den Fussboden enge genug liegen. In beiden Fällen erhält man sehr geringe Konstruktionshöhe. Eine besondere Befestigung erfordert der Fussboden endlich noch bei Verwendung von Trägerwellblech. Fig. 183e und f zeigen hierfür Ausführungsweisen. Bei der ersteren ruht er auf Lagern in Asphalt; bei der zweiten wird er auf verkeilten Latten befestigt.

Die Richtung der Fussbodendielen wird gern so gewählt, dass sie normal zur Fensterwand laufen. Bei zu grosser Tiefe des Raumes müssen die Bretter gestossen werden; dazu wird in der Mitte ein quer liegendes Brett angeordnet gegen welches sich alle anderen verschneiden; man nennt den Belag dann Friesboden. Für Fussböden in Räumen mit sehr starkem Verkehr ist letzterer für die Richtung der Bretter entscheidend, damit man, wenn die Mittelbretter abgenutzt sind, nur diese zu ersetzen braucht. Diese Bedingung ist hauptsächlich bei Korridoren zu beachten, welche daher meistens Fries-Fussböden erhalten.

Sind die Bretter eines auf gewöhnliche Art verlegten Dielenfussbodens zusammengetrocknet, so ist es zur Beseitigung der entstandenen Fugen das Zweckmässigste, die Nagelung durchzutiefen und den Fussboden nach gehörigem Zusammentreiben neu zu befestigen. Sind nur einzelne Fugen entstanden, die ohne diese umständliche Arbeit, welche immer das Losmachen der Thürbekleidungs-Sockel und Fussleisten nothwendig macht, beseitigt werden sollen, so müssen dieselben mit Kitt gedichtet werden. Mit gutem Erfolg kann zur Herstellung eines solchen ein Gemisch aus feinem Sand und Tischlerleim dienen; auch lassen sich einzelne Fugen mit Werg in Oel oder Firniss haltbar dichten.

Sollen Fussböden so eingerichtet werden, dass sie mit Leichtigkeit aufnehmbar und anderweitig neu verlegbar sind, so empfehlen sich die Befestigungsweisen nach Fig. 184. Bei *a* und *b* sind die Dielen auf einer einseitig breiteren Spundung entweder mit Nägeln oder, besser, mit Haken befestigt. Da der breitere Spund indessen sehr viel Holz kostet, so ist Einlage von Eisenfedern und Befestigung mit Holzschrauben, wie bei Fig. *c* und *d*, vorzuziehen. Am sparsamsten ist letztere Anordnung, welche für Ausstellungsgebäude usw. empfehlenswerth ist, sowie für Räume, die nicht gerade zum Tanzen benutzt werden sollen.

Fig. 184.



b. Bandparkett-Fussboden.

Verwendet man statt der langen Bretter kleine Riemen von etwa 1 m Länge und 10 cm Breite, so entsteht der Bandparkett-, oder Wiener Stab-Fussboden. Die Enden der Riemen werden entweder

wechselseitig zusammen gestossen, wie bei *a* Fig. 185, oder sie erhalten gerade Schnittfuge wie bei *b*. Der Anschluss an die Wand wird durch Friesbretter vermittelt. Die Riemen erhalten entweder Spundung, oder, wie bei diesem Boden meistens vorgezogen wird, Eichenholz-Einsatzfedern. Die Nagelung erfolgt schräg in die Nuth. Die Riemen müssen auf beiden Enden aufliegen. Liegen die Balken hierfür zu weit, so müssen feste Zwischenlager angeordnet werden, oder man verlegt den Boden auf Unterlagbrettern, die quer über die Balken in kürzeren Abständen genagelt sind. Wird jedes Brett anstatt der Nagelung mit 2 vertieften Schrauben versehen, so nennt man den Boden auch Schiffsfussboden.

Eine andere Ausführungsweise, die zuerst in dem Haupt-Telegraphenamts in Berlin angewendet worden. zeigt Fig. 186 a. Die Riemen sind hier mit einer Verfalzung normal zwischen Friesbrettern befestigt, die mit 2 gleichen Falzen auf jedem Lagerholz festgeschraubt werden. Hierbei ist die Auswechslung einzelner Bretter, sowie das Zusammentreiben derselben auf die einfachste Weise möglich gemacht.

In weiterer Ausbildung des gleichen Grundgedankens ist der sogen. Deutsche Fussboden von Hetzer in Weimar, D. R.-P. No. 63 018, entstanden, den die Fig. 187 und 188 zeigen und der ausser der Möglichkeit jederzeitigen Zusammentreibens den weiteren, wesentlichen

Vortheil bietet, dass, wie besonders Fig. 188 a erkennen lässt, mittels hohler Lager die Möglichkeit allseitigen Luftzutritts gewahrt wird. Die Luft kann dann, wie Fig. 188 b zeigt, in verschiedenster Weise entweder durch die Fussleisten oder durch besondere

Fig. 185.

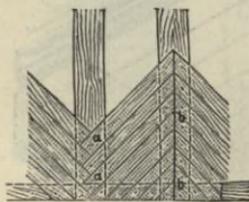
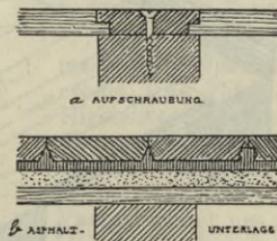


Fig. 186.



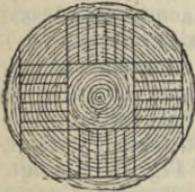
Mauerkanäle mit der Aussenluft in Verbindung gebracht werden, so dass ihr steter Wechsel gesichert ist.

Für Krankenhäuser, Kasernen, Schulen und Wohnzimmer in Kellergeschossen usw. ist vielfach die Verlegung von Bandparkett in Asphalt oder vielmehr eigentlich in einem Gemisch von Steinkohlentheer, Pech und ungereinigter Karbolsäure (siehe Deutsch. Bauzeitg. 1892, S. 116) ausgeführt worden, sei es unmittelbar auf einer Beton-Unterlage, einem Flachpflaster aus Ziegeln, oder, wie Fig. 186 b zeigt, über einer Zwischendecke. Die Riemen erhalten Abschrägung oder einen Falz. Der Asphalt führt einen hermetischen Abschluss von dem unteren Raum herbei und macht das Eindringen von Nässe in die Fugen, sowie das Einnisten von Ungeziefer in denselben und in der Zwischendecke unmöglich. Für das gute Gelingen ist es wichtig, dass die Stäbchen nicht allzu sehr ausgetrocknet sind, weil sie sonst unter dem Einfluss der Feuchtigkeit der Zimmerluft leicht quellen und sich dann werfen, da für eine Ausdehnung in der Fussboden-Ebene der Raum fehlt.

Man verwendet zum Bandparkett gewöhnlich Eichenholz, jedoch sind auch mit mehr oder minder gutem Erfolg Versuche mit Kiefern- und Edeltannen-Holz gemacht. Jede Nadelholzdiele zeigt indess schon ohne jegliche Abnutzung nach einiger Zeit Zusammenschrumpfen der Frühjahrszone des Jahresringes und Hervortreten der harten

Rippen der Herbstschichten. Infolge dessen ist die Abnutzung des ganzen Brettes niemals eine gleichmässige und der bei Verwendung eines Riemenbodens besonders angestrebte Vortheil einer dauernd glatten Fläche geht verloren. Auch das allerdings feinringige und harzreiche Pitchpine-Holz zeigt diesen Fehler, wenn gleich in geringerem Maasse, als unsere einheimischen Nadelhölzer. Weit besser aber bewährt sich gut präparirtes Buchenholz, wenn dasselbe, wie in Fig. 189 angegeben geschnitten und entweder nach dem Friedrichsruher Verfahren (Deutsch. Bauztg. 1889, S. 203) oder

Fig. 189.



nach der Amendt'schen Weise, D.R.-P.No.52164, imprägnirt ist. Ganz besonders in Räumen mit starkem Verkehr haben sich diese Buchenholz-Fussböden ausserordentlich gut bewährt und verdienen empfohlen zu werden. Auch die in Fig. 187 und 188 dargestellten Deutschen Fussböden sind besonders für Ausführung in Buchenholz gedacht, wobei indess zu erwähnen ist, dass die Friesbretter jedes mal nur 1 cm stark mit Buchenholz furnürt werden. — Näheres über Ausführung und Halt

Fig. 187.

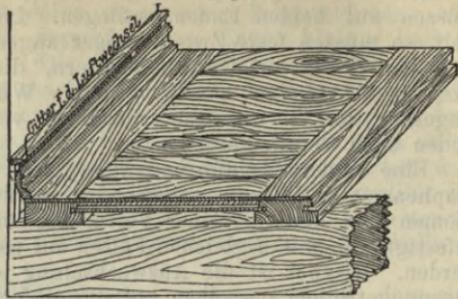


Fig. 188 a.

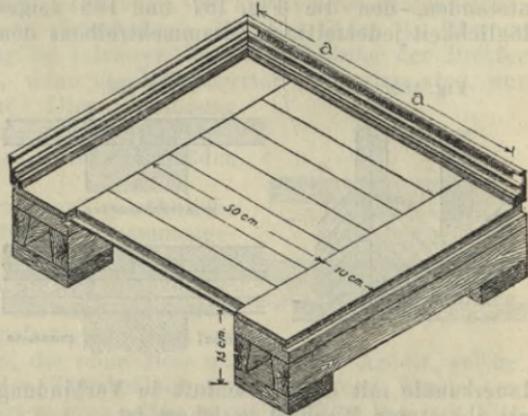
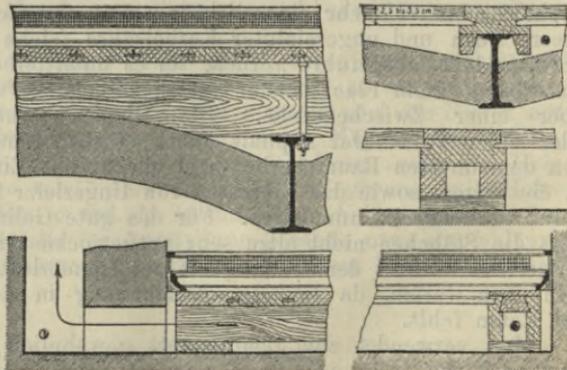


Fig. 188 b.

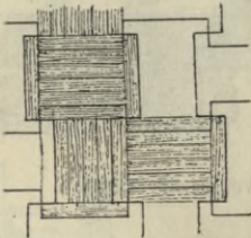


barkeit der Buchenholz - Fussböden findet sich u. a. in Deutsch. Bauzeitg. 1885, S. 21, 1889 S. 243, 1891 S. 267. und 1892 S. 609, sowie im Archiv für Post- und Telegraphie von 1889.

c. Tafelparkett-Fussboden.

Dieser Fussboden besteht aus zusammengeleimten Tafeln von gewöhnlich 58 cm Länge und Breite, welche auf Blindboden verlegt werden. Letzterer wird aus trockenen Brettern, gesperrt mit 1 cm breiten Fugen, um die Parkettstärke tiefer genagelt als die Fussbodendicke. Es muss hierfür entweder die Stärke der Fussbodenlager um ebenso viel eingeschränkt werden, oder es wird zwischen den Balken der Einschub entsprechend tiefer gerückt und der Blindboden in Balkenfalze genagelt. Nach dem D. R.-P. No. 43062 kann man sowohl Tafel- wie Bandparkett-Fussboden auch ohne Zwischenlage von Holz auf Decken aus Schlackenbeton befestigen. Nachdem der Beton „angezogen“ hat, aber noch nicht hart ist, wird auf denselben mit 5 cm langen Schmiedenägeln die in 10 cm Abstand stehen, starker Jutestoff genagelt; auf diesen wird der Fussboden mittels einer Mischung von Kalk und Käse geklebt. Der Fussboden, welcher hiernach keine Nagelung erhält, soll sich gut bewähren. Dass die Decken vor Staakdecken gesundheitlich im Vorzuge sind, bedarf keiner Erwähnung.

Fig. 190.



Man unterscheidet furnürten und massivenTafelparkett-Fussboden. Bei ersterem erhält jede Tafel einen Blendrahmen mit Hirnleisten, bezw. sogar aus 2 Dicken quer über einander doppelt verleimt, oder auch einfach und unterwärts mit einem Blendfournür versehen. Auf denselben wird das Parkettmuster aus Fournürhölzern verleimt.

Bei massiven Tafelparkett muss die Anordnung des Musters derartig beschaffen sein, dass durch sie in irgend welcher Weise zwei Hirnleisten an jeder Tafel entstehen. Fig. 190 zeigt als Beispiel hierfür den nach Pat. No. 22592 als Tafelparkett verarbeiteten Riemenfussboden. Der letzte Riemen jeder Tafel bildet hier die Hirnleiste, für die folgende, in der Figur durch stärkere Linien angedeutete.

Bei allem Tafelparkett ist es die Hauptsache, dem späteren Ziehen und Werfen nach Möglichkeit vorzubeugen. Die verarbeiteten Hölzer müssen sorgfältig gepflegt und durchaus trocken sein; das Legen muss bei mässiger Temperatur geschehen; die bekannten Schutzmittel als Isolirung von Blindboden, und andere, wirken sonst nur mangelhaft. Die vorherige Verleimung der Tafeln zu grösseren Stücken, z. B. der Zimmerbreite entsprechend, ist vielfach versucht worden. Es hängt jedoch der Erfolg zu sehr von der einzelnen Werkstelle und den Arbeitskräften ab, als dass sich das Verfahren allgemein empfehlen liesse.

Der Parkettboden wird in der Regel nicht geölt, sondern, nachdem er fertig gelegt ist, mit Wachs gebohnt. Derselbe verträgt hiernach indessen kein Wasser und darf daher nur trocken gereinigt werden; das Bohnen ist in gewissen Zeitabständen zu wiederholen.

d. Bohlenfussboden und Holzpflaster.

In Durchfahrten und Ställen kommt es mitunter darauf an, einen Holzfußboden unmittelbar auf Steinunterlage oder Betonschüttung herzustellen. Hierzu dienen früher ausschliesslich dicht aneinander geschobene starke Latten, oder auch Bohlen, auf Schweinsrücken zusammen gehobelt, Fig. 191 zeigt diese beiden Anordnungen. Eine Verdübelung der Hölzer kann unterbleiben, wenn dieselben seitlich in nicht zu grosser Länge durch Querhölzer eingefasst, und durch diese mit Falzen festgehalten werden. Die Ausführungsweise hat mancherlei Mängel und solcher Fussboden nur eine sehr begrenzte Dauer, zumal Imprägniren bei der Länge der Latten und Bohlen kaum anwendbar ist.

Neuerdings sind diese Fussböden daher durch Holzpflaster, das aus kleinen imprägnirten Klötzen besteht, verdrängt. Diese auf ihre Hirnholzfläche gestellten Klötze werden 8—12 cm hoch genommen, können viereckig oder sechseckig sein, und bieten eine weit grössere Dauerhaftigkeit gegen den Einfluss von Nässe und gegen mechanische Abnutzung. Sie werden auf einer festen Unterbettung auf Betonschicht oder Ziegelpflaster versetzt. Hierbei giebt man den Klötzen, wie Fig. 192 zeigt, etwa 1 cm weite Fugen, die mit Asphalt oder Pech und Theer vergossen werden.

Fig. 191.

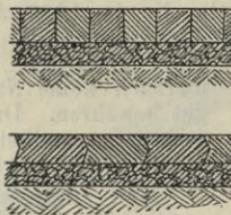
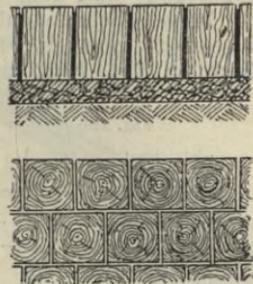


Fig. 192.



e. Rostfussböden.

Der gewöhnliche Rostfussboden, Lattenrost, in Eiskellern, Badezimmern, auf flachen Metalldächern u. a. O. wird aus Dachlatten gefertigt, die an drei Seiten gehobelt und etwas abgefast sind, Fig. 193. Die Lattenböden werden fast immer beweglich angeordnet, dies schon mit Rücksicht auf die Reinhaltung.

Fig. 193.



Fig. 194.

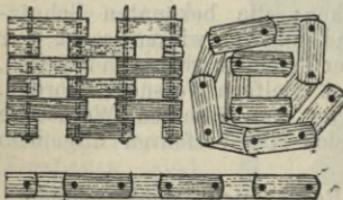
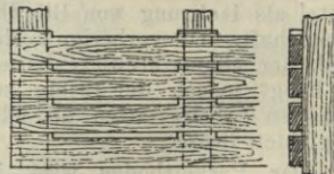


Fig. 195.



Eine andere Rostkonstruktion, welche für das Aufnehmen noch geeigneter erscheint, stellt Fig. 194 nach Pat.-No. 20 125 dar. Der Rost wird aus kurzen Lattenabschnitten gebildet, welche auf durchgehende eiserne Stangen geschoben sind.

Rostfussboden in Ställen, in welchen der Harn abgesondert werden soll, werden aus Bohlen gefertigt. Die Bohlen erhalten zwischen den Balken, deren Lage stets nach den Viehständen eingerichtet sein muss, wie Fig. 195 zeigt, entsprechende Ausschnitte. Statt der Balken werden vortheilhaft Steinauflager gewählt, auf welchen die Bohlen dann nur lose liegen oder mit Keilen befestigt werden, da sie sich zur Reinigung der Abzugskanäle leicht entfernen und neu legen lassen müssen.

VI. Wandbekleidungen.

a. Wandbekleidungen in Gebäuden.

Bei jedem Raum, welcher Holzfußboden erhalten hat, wird der Anschluss des letzteren an die Wand mit einer Holzleiste verkleidet.

Fig. 196.

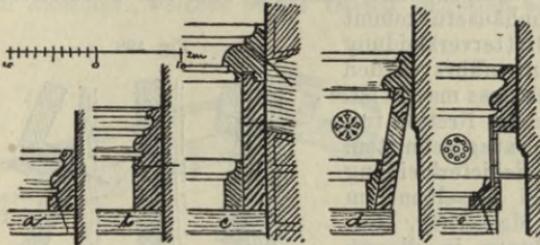
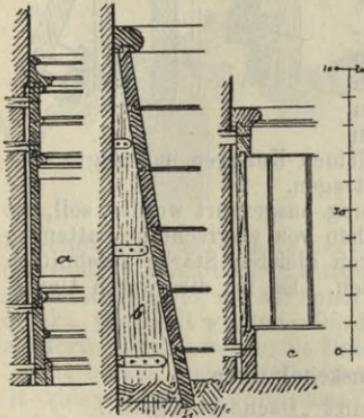


Fig. 197.



Ist diese von geringer Höhe, Fig. 196 a, so heisst sie Scheuerleiste, wenn von grösserer b, profilirte Fussleiste oder, c, Fussleiste mit Sockelleiste und aufgeleimter Deckprofil - Leiste. Die Befestigung derselben geschieht durch lange Drahtstifte, die in eine Wandfuge, oder, noch vortheilhafter, (Fig. bei c) in dafür vermauerte Holzklötze eingetrieben werden. Bei höheren Fussleisten kann man auch die Sockelleiste für sich am Fussboden befestigen, damit das Brett nach dem Schwinden keine Fuge am Fussboden ergibt. Das Bestreben, die Balkenzwischenräume dauernd zu lüften, hat neuerdings dazu geführt, die Fussleisten mit kleinen Löchern zu versehen und schräg anzubringen, oder eine Eisenplatte mit Löchern einzufügen, Fig. 196 d und e. Die Löcher müssen aber, um das Durchschlüpfen von Ungeziefer zu verhüten, mit Rosten oder sehr engem Drahtgitter geschlossen werden.

Wird die Holzverkleidung bis zur Höhe der Fensterbank hinauf geführt, so hat man die eigentlichen Lambris. Dieselben werden, wie Fig. 197 a erkennen lässt, fast immer in Rahmen und Füllung gestemmt und sind deshalb Tischlerarbeiten, ebenso wie die noch höher hinauf reichenden Holz-Vertäfelungen der Wände.

Sollen Ställe von reicherer Durchbildung Holzverkleidung erhalten, so wird dieselbe gewöhnlich aus gespundeten Brettern hergestellt, Fig. 197 c. Die obere Deckleiste kann mit der Krippenwand zusammen geführt, und die Krippe schräg nach unten gegen die Wand

zugeschalt werden. Statt des Deckbrettes verwendet man mitunter auch eine Eisenleiste. Ähnlich sind die Bekleidungen in Reitbahnen, die gewöhnlich in wagrechter Richtung und 4 cm stark, Fig. 197 b, auf Sattelhölzer genagelt werden. Letztere sind mit Bankeisen an der Mauer befestigt.

Mit einem Gerüst von Latten werden in Amerika häufig die Wände bekleidet, um die Innenseite zu isolieren und trocken zu legen. Auf zuerst vernagelten Querleisten oder unterlegten kleinen Knaggen, werden die Latten in etwa 20—30 cm weiten Abständen, gewöhnlich in schräger Richtung genagelt und mittels Rohrgewebe oder dergl. verputzt.

b. Wandbekleidungen am Aeussern von Gebäuden.

Eine Verschalung der Aussenwände wird hauptsächlich bei Fachwerkgebäuden ausgeführt, deren freie Lage einen besonderen Schutz nöthig macht. Sollen die Bretter sichtbar bleiben, so kann man dieselben wagrecht, Fig. 198 a, mit theilweiser Ueberdeckung vernageln; oder man ordnet sie senkrecht mit Spundung oder mit Deckleisten an, Fig. 175. Bei Wohnhäusern kommt es oft vor, dass die Bretterverkleidung nur im Obergeschoss ausgeführt werden soll, während das Erdgeschoss massiv ist. In diesem Fall endigen die Bretter frei und werden zierlich ausgeschnitten. Sollen die Bretter eine Schieferkleidung erhalten, so nagelt man dieselben am besten wagrecht mit Messerung, wie Fig. 198 b zeigt; es können in diesem Falle die Schiefernägel nirgend eine Fuge treffen. Bei Getreide- und Heuschuppen, deren Fachwerk unausgefüllt bleibt, muss die Brettverkleidung gewöhnlich so angebracht sein, dass im Innern ein steter Luftwechsel möglich ist. Man nagelt die Bretter in diesem Fall, Fig. 198 c, jalousieartig, indem man an der Nagelstelle stets einen kleinen Knaggen unterlegt. Die Ueberdeckung soll hier 7,5 bis 8 cm betragen.

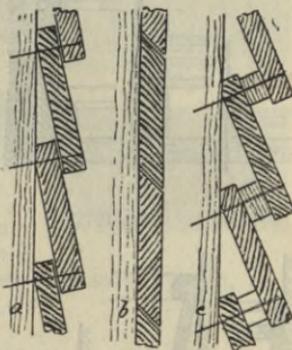
Wenn Schindel- oder Ziegelbekleidung ausgeführt werden soll, ist das Gebäude mit gleichmässigen Reihen von wagrechten Latten zu versehen, die für diesen Zweck genau von gleicher Stärke geschnitten und in einer Ebene genagelt sein müssen. Es ist dies durch Unterlegen von Spähnen zu erreichen.

VII. Dach- und Gesimsschalungen.

(Vergl. hierzu auch den Abschnitt „Dachdeckungen“.)

Pappe- und Holzzement-Dächer, gewöhnlich auch die Metalldächer, erfordern Schalung; Schieferdächer können auf Schalung oder auf Lattung, Ziegeldächer nur auf letzterer eingedeckt werden. Die Dachschalung ist aus gesäumten Brettern von 2,5 cm Stärke herzustellen. Für flache Dächer und besonders bei Holzzementdeckung muss die Schalung etwas stärker, etwa 3 cm, genommen werden und stets gespundet sein. (Vergl. S. 247.) Bei steilen Dächern ist für zweckmässige Anbringung von Leiterhaken zu sorgen; bei flachen Dächern sind einige Gerüstkrampen vorzusehen, die bei Reparaturen usw. an den Fronten benutzt werden. Die Richtung der Schalung ist

Fig. 198.



gewöhnlich parallel zum First, bei Pfettendächern geht sie von der Traufe zum First. In der Regel liegt die Schalung für jede Dachfläche in einer Ebene: eine Ausnahme bildet aber eine neuere Pappedach-Schalung, die in Brettlängen von 0,97 m auf die in Abständen von 0,90 m angeordneten Pfetten mit jedesmaliger Ueberdeckung vernagelt wird, Fig. 199. Man wendet bei dieser Deckungsart vorzugsweise Eisenfedern von 14 mm Breite für die Verbindung der Bretter an. Die Ausführung der Schalung muss gleichzeitig mit der Dachdeckung hergestellt werden. Soll die Schalung bei Gebäuden für vorübergehende Zwecke gleichzeitig die Deckung vertreten, so müssen bei flacher Neigung die Bretter normal zur Traufe mit Fugenleisten genagelt werden; bei steiler Neigung kann man in dem auch nach Art von Fig. 198 a parallel zur Traufe mit Ueberdeckung schalen.

Dachlatten sollen $\frac{4}{6}$ cm stark sein. Ihre Abstände richten sich nach dem jedesmaligen Deckmaterial. Kehlen müssen stets etwa 25 bis 30 cm breit nach jeder Seite eingeschalt werden. Man wählt hierfür Zweiblatt, welches in die Latten eingetieft wird, so dass die Ober-

Fig. 199.

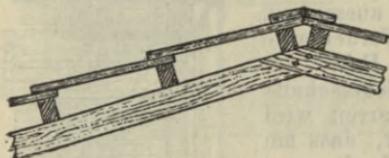
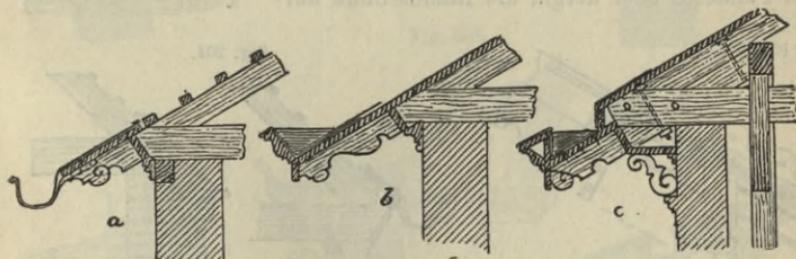


Fig. 200.



Fig. 201.



fläche mit denselben bündig liegt. Für ganz flache (nur noch selten vorkommende) Asphaltdächer wurden früher statt der Schalung ebenfalls Latten angewendet, die auf hoher Kante, bis auf 0,5 cm nahe an einander gerückt, vernagelt wurden. Die Fugen beförderten zugleich das Haften der Mörtelschicht, welche als Unterlage des Asphalts aufgebracht wurde.

Dachluken und Einfalllichter erhalten eine Sparren-Auswechslung mit rings herum befestigtem Futterkranz, der, Fig. 200 aus 3—4 cm starken Brettern um 10—15 cm aus der Dachfläche heraus tritt.

Mit Bezug auf den Anschluss der Schalung oder Lattung an die Trauflinie sind überstehende Dächer von solchen mit Hauptgesimsen zu unterscheiden. Im ersteren Fall erhält der überstehende Theil gewöhnlich Schalung, die unterseitig gehobelt ist, und die sich bis zu dem Schutzblech erstreckt, mit welchem das Mauerwerk zwischen den Sparren verblendet wird. Die Rinne kann sowohl als Hängerinne, wie als Kastenrinne angeordnet werden und es wird hiernach das Gefälle entweder durch Aufschieblinge, deren Länge dem Rinnengefälle entsprechend wechselt, oder durch entsprechend geschnittene Hölzer hergestellt. Fig 201 zeigt bei a die Befestigung einer Hänge-

rinne, bei *b* und *c* Kastenrinnen. Bei *b* wird das grosse Simabrett durch angeschraubte Ecken gehalten und die schief geschnittene Latte für das Rinnengefälle dahinter genagelt. Besser ist die Konstruktion bei *c*, wonach zunächst ein grosses Stirnbrett vor den Sparren angebracht wird, welches ein Deckbrett aufnimmt. Beide werden durch verschraubte Eisen zusammen und an der Schalung festgehalten; ein Brett für die Sima wird vorn dazwischen genagelt. Das Rinnengefälle kann hier mittels eines schräg geschnittenen Schalbrettes hergestellt werden. Dieselbe Figur zeigt den weiteren Vortheil, der durch Anwendung eines untergeschobenen Blendsparren-Unterschieblings erreicht werden kann, der einestheils die Rinne kastenförmig von der Dachfläche trennt, und ausserdem den Vorzug besitzt, dass das Holz für die verzierten Köpfe in den kurzen Längen viel sorgfältiger ausgewählt und leichter bearbeitet werden kann. Soll bei einer Giebelausbildung die Sima am Giebel herumgeführt werden, so verlängert man den letzten Blendsparren bis unter den First hinauf und die sichtbaren Pfetten werden ebenfalls mit der etwa nöthigen Auffütterung, wie Fig. 202 in einem Längenschnitt zeigt, untergeblendet. Hierdurch erreicht man ausserdem, dass die Dachfläche bis an die Vorderkante der Sima in einer Ebene liegt. Fehlt der Blendsparren, so gestaltet sich der Giebelschnitt wie Fig. 203 zeigt. Der letzte Sparren wird mit einem verzierten Brett bekleidet, dass am Ende mit einer entsprechenden Verbreiterung, als Palmette oder dergl., die Rinnen-Sima auf-

Fig. 202.

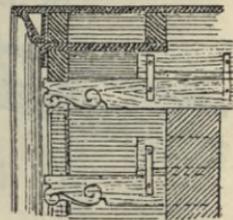


Fig. 203.

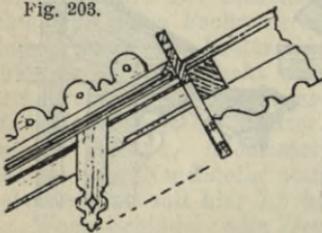
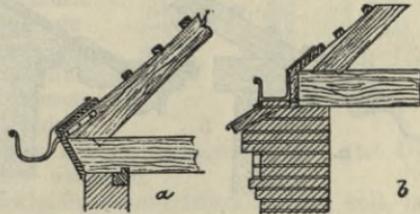


Fig. 204.



nimmt. Vorn wird das Brett mit einer aufgenagelten Leiste verziert und hinten muss der Anschluss an die Dachfläche mit einem Zugwinkel gedichtet werden. Um dass Hirnholz der Pfetten zu schützen, pflegt man in diesem Fall vor letztere besondere Pfettenkopf-Bretter zu nageln. Bei etwa in der Giebelfront vorkommenden Füllungen mit ausgeschnittenen Ornamenten ist zu beachten, dass das Holz für letztere, sofern ihre Grösse etwa $0,5 \text{ qm}$ überschreitet, doppelt und quer über einander verleimt sein muss, damit die kleinen überschnittenen Theile der Füllungen sich nicht werfen und nicht abbrechen können. Auch sollen solche Füllungen weit genug zurück liegen, damit nicht jeder Regen sie erreichen kann.

Ist kein Dachüberstand vorhanden, so findet sich an der Trauflinie in der Regel ein Hauptgesims. Nur bei ganz untergeordneten Ausführungen wird ein Brett vor die Balkenköpfe genagelt und, Fig. 204a eine Hängerinne angeordnet. Die Rinneisen werden an die Sparren, bezw. Aufschieblinge genagelt. Besser ist es, ein kleines Gesims vorzumauern, Fig. 204b; die Rinne findet dann auf

demselben als Kastenrinne Platz und kann eine Verblendung erhalten, welche das Gefälle verdeckt. Das unterste Brett der Schalung, Traufbrett genannt, fasst über ein Stirnbrett, welches vor die Balkenköpfe genagelt wird. Die Rinne ruht in ihrer ganzen Länge voll auf einer kleinen Mauerbank, welche mit Zink besonders abgedeckt wird. Fig. 205 zeigt dieselbe Anordnung, für ein grösseres Hauptgesims. Da für ein solches gewöhnlich eine Drempe wand vorhanden ist, so wird das Stirnbrett vor die Sparrenköpfe genagelt. Ein Attika-Blech verdeckt wieder das Gefälle und die Fuge zwischen Rinne und Auflagerbank; die ganze Konstruktion empfiehlt sich durch grosse Einfachheit. Von etwas verwickelterer Anordnung ist die sogen. Knob-

Fig. 206.

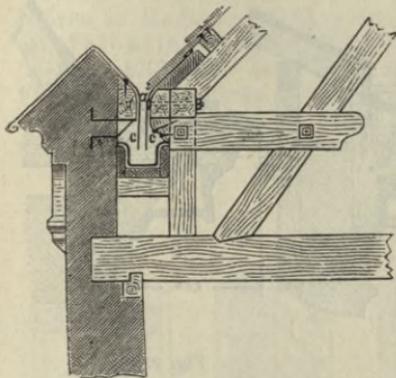


Fig. 207.

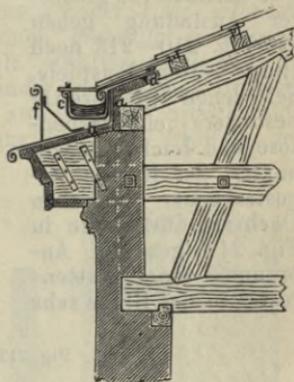


Fig. 208.

Fig. 205.

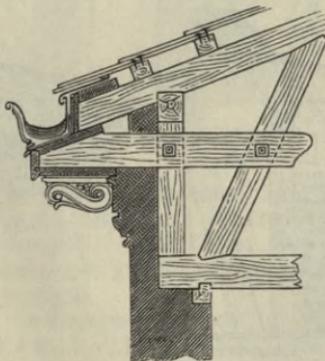
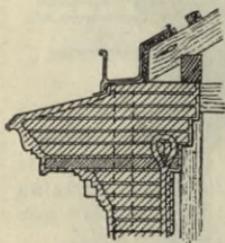
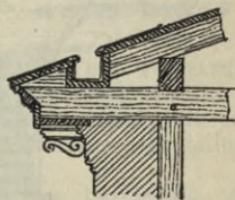


Fig. 209.



lauch'sche Rinne, Fig. 206. Der Grundgedanke derselben besteht darin, die ganze Drempehöhe für das Gefälle nutzbar und die Rinne von innen leicht übersehbar zu machen; endlich soll sie frostfrei liegen. Der Rinnenlänge nach sich erstreckende Hängebleche leiten das Wasser der Rinne sicher zu. Die Konstruktion ist jedoch teuer und besitzt zugleich den Mangel, dass das Wasser schon bei kleinen Undichtigkeiten grossen Schaden anrichten kann. Ausserdem muss dass Abfallrohr in der Regel ein Knie erhalten.

Soll das ganze Hauptgesims aus Holz hergestellt werden, so tritt der Rinnenschalung noch die Gesimsschalung hinzu, für welche ein konstruktives Gerüst in Verbindung mit der Dachkonstruktion vorzusehen ist. Gewöhnlich wird zu diesem Zweck die

Drempelwand-Zange verlängert, und man bolzt oberhalb oder unterhalb derselben nach dem gegebenen Profil die erforderlichen Hölzer an. Fig. 207 zeigt eine solche Anordnung, welche gegen die in Fig. 209 dargestellte den Vortheil hat, dass das aus Undichtigkeiten der Rinne hinab trüffelnde Wasser von der Gesimsabdeckung frei ablaufen kann. Die Rinne wird aber nur durch die Rinneisen gehalten und leidet beim Begehen leicht Schaden. Auch wenn die Rinnensima an einer Giebelfront herumgeführt werden soll, ist anstelle der vertieften Rinne, Fig. 209, besser die Anordnung Fig. 208 zu wählen, wobei das Gesims in Höhe der Hängeplatte abgedeckt und die Sima aus Metall darauf befestigt wird. Für Gesimse von grösserer Ausladung geben die Fig. 210—213 noch einige weitere Beispiele, bei denen gleichzeitig besonders eine schadhafte und leichte Begehbarkeit der Rinnen angestrebt ist. Bei hohen Dächern dürfte die in Fig. 211 gezeigte Anordnung eines Lattenrostes in der Rinne sehr

Fig. 210.

Fig. 211.

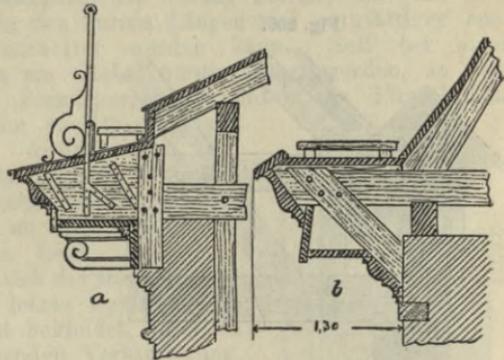
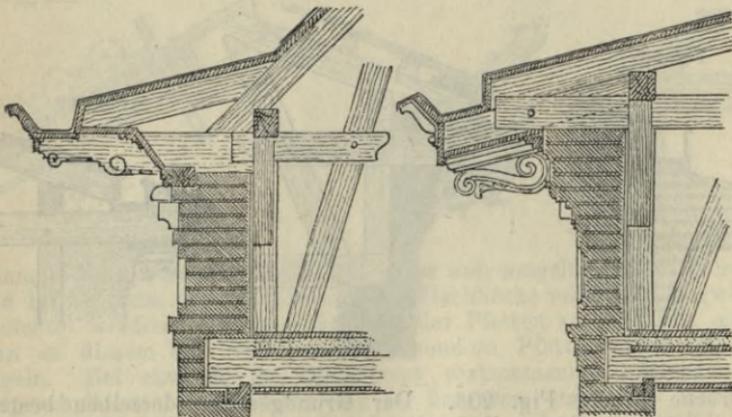


Fig. 212.

Fig. 213.



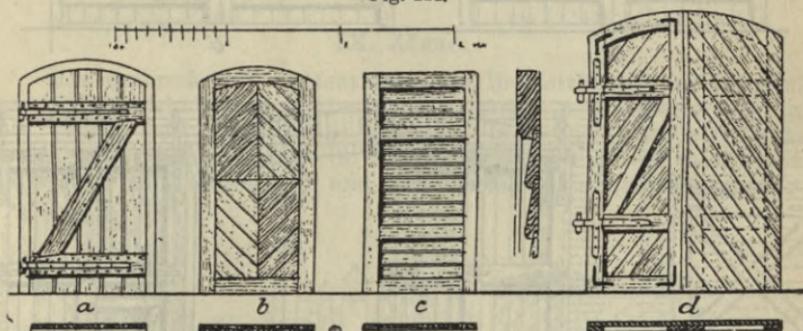
zu empfehlen sein, weil derselbe das schnelle Aufthauen des Schnees wesentlich befördert. Diese Anordnung ist auch bei weitem derjenigen vorzuziehen, welche Fig. 210 zeigt, da für diese die Gesimsabdeckung zur Befestigung der Geländerstützen mehrfach durchlöchert werden muss.

Im übrigen ist für die Haltbarkeit und Güte der Zimmerwerktheile bei Gesims- und Rinnen-Konstruktion nur dann Gewähr zu übernehmen, wenn ein vorzügliches fettes Holz verwendet und eine sehr genaue Arbeit geliefert wird.

VIII. Thüren, Thore und Luken.

Bei Thüren und Thoren unterscheidet man solche mit drehbaren Flügeln und solche, die zum Schieben eingerichtet sind. Gewöhnliche Thüren werden 1 m breit, Stallthüren im allgemeinen 1,25 m breit und 2,20 m hoch ausgeführt. Fig. 214 a, b und c zeigen 3 verschiedene Arten von Thüren. Bei a ist eine einfache Bretterthür dargestellt; die Bretter werden gesäumt oder, besser, gespundet und erhalten oben und unten eine auf Schwalbenschwanz eingeschobene Leiste, und eine aufgenagelte Strebe mit Versatzung. Fig. 214 b stellt eine stärkere doppelte Bretterthür dar, welche gleichfalls aus senkrecht stehenden, gespundeten Brettern besteht, die aber auf der Aussenseite einen vollständigen Rahmen haben und über die ganze Fläche mit Diagonalbrettern benagelt sind. Derartige Thüren dienen vielfach als Hausthüren in ländlichen Wohngebäuden. Etwas weniger Holz erfordern die Jalousie-Thüren, Fig. 214 c, die einen gestemmtten Rahmen (s. Fig. 170) aus 3—3,5 cm starkem Holz erhalten, während die Füllungen mit schräg gehobelten, über einander geschobenen Brettern ausgefüllt werden. Fig. 214 d zeigt eine zweiflügelige Speicherthür von 1,70 m Breite. Die Rahmen werden aus 15—17 cm breitem und

Fig. 214.



4 cm starkem Holz zusammen gestemmt, die Riegel mit Versatzung eingefügt, und die ganze Thür wird senkrecht oder schräg mit 2,5 cm starken Brettern benagelt. Die Ecken der Thüren sind mit eingelassenen Eisenwinkeln gut zu sichern, um der oft rohen Behandlung von vornherein zu genügen.

Noch grössere Oeffnungen werden als Thore bezeichnet, die Breitenabmessungen von 3—4 m erhalten. Die Bewegung erfolgt auf einem unteren Dorn, der in einer Eisenplatte auf einem Werkstein befestigt ist; oberseitig wird der Thorflügel durch ein Halsband gehalten, das in der Mauer verankert sein muss. Man stellt diese Thore zumeist als sogen. Riegelthore aus Kreuzhölzern her. Jedes Thor erhält, wie Fig. 215 a, an den Seiten eine Wendesäule und in der Mitte eine Schlagsäule, einen Unter- und Ober-Riegel und eine Strebe. Weitere Hölzer können, Fig. 215 b, nach Bedarf und besonderen Anforderungen hinzu getügt werden. An der rechten Seite zeigt die Figur eine kleine Thür zum Durchschlüpfen, durch welche iness die Strebe nicht unterbrochen werden darf. Die rechts gezeigte Anordnung theilt den ganzen Thorflügel in wagrechtem Sinne in 2 Theile; sie wird hauptsächlich für Scheunenthore ausgeführt. Der Verschluss geschieht mittels eines Schwengels, der entweder die Verlängerung

eines Mittelriegels ist, oder sich als sogen. Dreschschwengel, Fig. 215a, an der einen Schlagsäule bewegen lässt. Die Aussenseite der Thore wird mit 4 cm starken gespundeten Brettern benagelt.

Die Konstruktion der Schiebe-Thüren und -Thore zeigt Fig. 216. Eine Verstrebung ist entbehrlich und wird nur, etwa wie in Fig. 216 a, als Verzierungs mittel angewendet. Die Ecken müssen aber

Fig. 215.

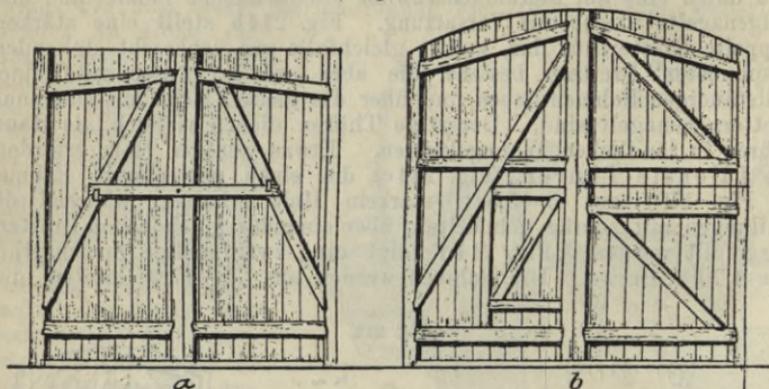


Fig. 216.

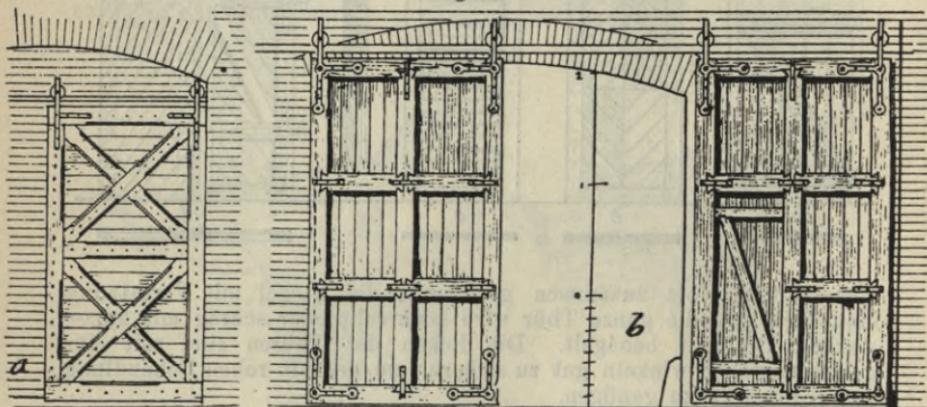
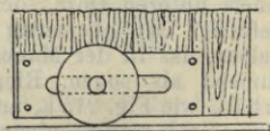


Fig. 217.

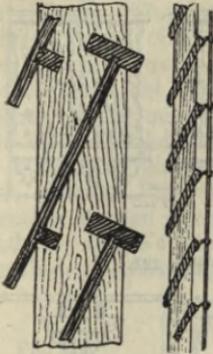
Eisenwinkel erhalten und die Tragbänder für die Rollen mittels durchgehender Schrauben befestigt werden; die Rahmenhölzer werden 5—7 cm stark. Da die grossen Schiebethore oft sehr schwer ausfallen, ordnet man die Laufschiene auch wohl unten an und lässt dann die Rollen mit verschiebbaren Achsen in einem Schlitz laufen, Fig. 217. Indem sowohl die Achse wie auch das Rad vorwärts rollt, wird der Reibungswiderstand sehr gering.

Den Verschluss von Oeffnungen, die keinen eigentlichen Durchgang bilden sollen oder die in Decken bzw. Dächern liegen, nennt man Luken. Solche werden in einfachster Weise wie die Bretterthüren, Fig. 214 a, hergestellt, mit Schubriegeln in den Fachwerk-



stielen oder in einer Zarge. Liegt die Luke wagrecht, so muss sie entweder als Hebel Luke, Fig. 200, oder als Fall Luke angeordnet werden. In letzterem Fall entspricht sie wieder den Bretterthüren mit eingeschobenen Leisten. Letztere treten an der Unterseite vor, so dass die Oberseite mit dem Fussboden eine Ebene bildet. In beiden Fällen erhalten die Luken angeschraubte Scharnierbänder, Ueberfalleisen usw.

Fig. 218.

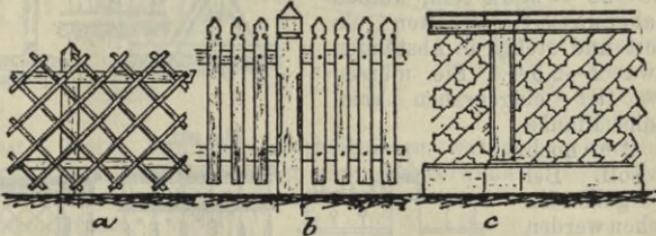


Braucht der Verschluss kein dichter zu sein, so genügen jalousieartige Luken. Fig. 218 zeigt, wie dieselben aus einzelnen Brettern bestehen, die entweder in eine seitliche Zarge eingestemmt und fest sein können, oder mittels eines Dorns und hinterer gemeinsamer Eisenstange mit Scharnierbändern bewegt werden. Bei einiger Grösse der Luke werden die Jalousiebretter stets fest gesetzt. Fig. 218 a zeigt das Profil der Schallluken eines Thurmes im Glockenboden. Die Bretter sind in starke Lattenhölzer eingefalzt, bezw. auf Schwalbenschwanz eingelassen und in einer 5 cm starken Seitenwange befestigt.

IX. Zäune.

Man unterscheidet Lattenzäune und Bretterzäune. Erstere sind gewöhnlich nicht höher als 1—1,3 m, letztere in der Regel 1,50 bis 2 m. Einen Lattenzaun nach Fig. 219 a bezeichnet man als Netzwerk. Die Pfähle stehen in Entfernungen von 2,5—3 m und die Querlatten sind aufgenagelt und eingeblattet. Das Netzwerk besteht

Fig. 219.



aus über einander genagelten dünnen Schlettstangen. Rücken bei einer grösseren Höhe des Zaunes die Pfähle auf 2 m zusammen und wird noch eine Mittellatte angebracht, so nennt man den Zaun gewöhnlich Schluchterwerk oder Geländer. Bei etwas weitergehenden Anforderungen ordnet man die Zäune nach Fig. 219 b als Stakete an. Die Latten werden hierfür in der Regel gehobelt und event. auch gefast, sowie je nach den Ansprüchen an den Enden zierlich ausgeschnitten. Fig. 219 c zeigt eine noch reichere Anordnung, bei der ein Netzwerk aus dünnen Brettern oben in profilirtes Deckholz, unten in ein Schwellholz eingefalzt ist. Die Pfähle sollen 0,75 bis 1 m in der Erde stecken, werden mit einigen Steinen festgepackt oder erhalten ein untergenageltes Brettstück oder ein paar lange Querarme. Sind die Pfähle in ein Schwellholz verzapft, so wird sich der Zaun in der Regel zu einem Brüstungsgeländer gestalten,

wie solche sowohl bei Veranden und Balkons üblich sind, wie auch als Zäune z. B. bei pergola-artiger Ausbildung derselben verwendbar werden. Fig. 220 giebt einige Beispiele für diese Zäune. Die ganze Fläche wird gewöhnlich durch Bretter ausgefüllt, die, mit zierlichen Ausschnitten versehen, Gelegenheit zu reicherer Ausbildung bieten; die Bretter sind 2—2,5 cm stark. Die Einfügung dieser Zäune in eine Pergola zeigt Fig. 221. Die langen Stiele müssen entweder 1,5—2 m tief eingegraben sein und nehmen dann die

Schwelle wie auch den Brüstungsriegel mittels Zapfen auf; oder die Stiele sind in eine Schwelle verzapft. Wenn in diesem Fall nicht Pfosten und Fundament gehörig verankert werden können, ist es wünschenswerth, kleine Strebebänder anzuordnen, welche die Stellung der ersten sichern.

Bretterzäune oder Planken. Bei der einfachsten Ausführung sind die Bretter in wagrechtem Sinne an die eingegrabenen Pfähle genagelt. Letztere sollen nicht unter 20—22 cm stark sein, werden oben abgewässert, erhalten ein Deckbrett und stehen in Abständen von etwa 2—2,5 m. Sie müssen 1—1,2 m tief eingegraben sein, wenn die Planke 1,8 bis 2 m hoch werden soll. Bei weiter gehenden Ansprüchen werden zwischen den Pfählen Riegelhölzer eingeklattet und die Bretter an diesen in senkrechter Richtung genagelt. Die

gehobelten Bretter erhalten Deckleisten oder werden mit einem

Kehlstoß zusammen gespundet.

Das obere Hirnholz der Bretter muss wie Fig. 222 a und b zeigen, entweder mit einer aufgenutheten Deckleiste geschützt werden, oder die Brettenden werden zierlich zugeschnitten. Fig. 222 c zeigt, wie einem Bretterzaun leicht ein etwas

Fig. 220.

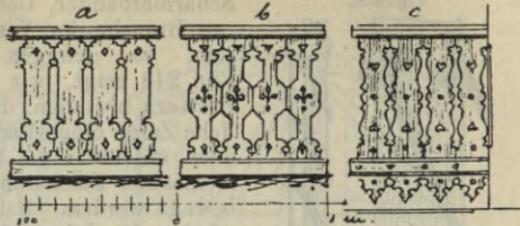


Fig. 221.

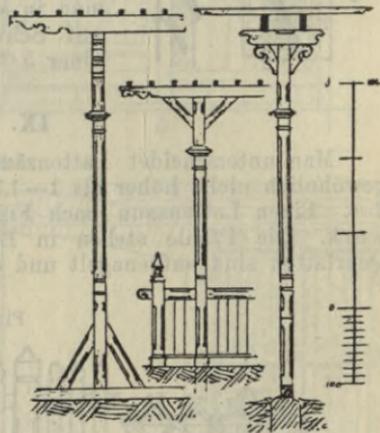
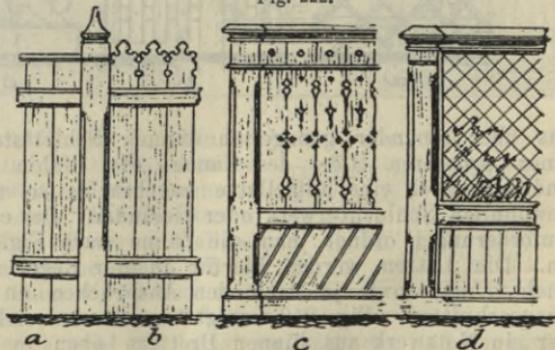


Fig. 222.



reicherer Aussehen gegeben werden kann, wenn man einen Schwell- und Brüstungsriegel einfügt und die Bretter in verschiedenen Richtungen anordnet. Soll der obere Theil wie bei *d* durchbrochen sein und nur ein Drahtgeflecht erhalten, so kann man auch die Pfähle in ein durchgehendes Schwellholz verzapfen; in diesem Fall sind an der Rückseite Strebänder anzuordnen.

Das Hauptaugenmerk ist auf Schutz und Erhaltung der Pfähle zu richten. Theeren und Ankohlen sind nur wenig bewährt. Bei wichtigen Ausführungen ist das amerikanische Verfahren empfehlenswerth, nach welchem die Enden der Pfähle einige Zeit in heisses Leinöl getaucht werden; in noch feuchtem Zustande bestreut man dieselben dann mit Holzkohlenstaub und wiederholt dieses Verfahren, bis sich eine leichte Kruste gebildet hat.

Fig. 223 giebt Grundriss nebst Ansicht der Gussstäbe eines Zaunes mit eisernen Pfählen nach dem Patent von Hoffmann in Leipzig. Die Bretter werden nach den Abständen der Pfähle auf Länge geschnitten und in die Nuthen der Pfähle geschoben. Die Befestigung erfolgt durch das Aufschrauben des Kopfes, der nicht leicht gelöst werden kann.



Fig. 223.

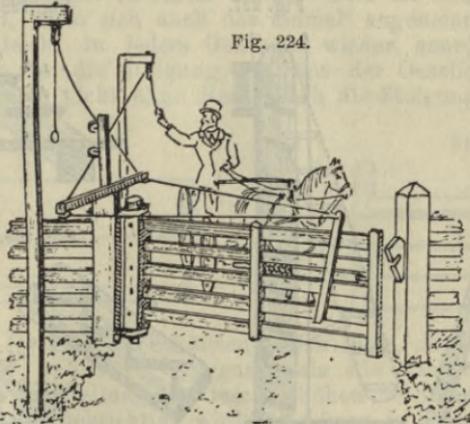


Fig. 224.

In Fig. 224 ist als Beispiel ein Thor in einem Wildgehege mitgetheilt, welches sich von jeder Seite durch einen Schnürzug vom Wagenbock aus öffnen lässt und sich mittels einer Spiralfeder zwischen den Mittelstatten selbstthätig wieder

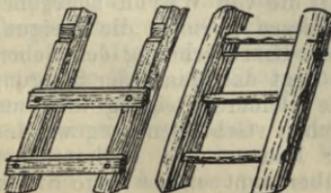
schliesst. Unter ähnlichen Verhältnissen werden auch wohl zwei selbstzuschlagende Thore hinter einander verwendet, deren Zwischenraum dann dieselbe Aufgabe zugewiesen ist, wie den Kammern in Kammerschleusen.

D. Treppenkonstruktionen.

(Vergl. auch über steinerne Treppen S. 201 ff.)

Nur bei den geringsten Ansprüchen an Bequemlichkeit sind Treppen durch Leitern ersetzbar.

Fig. 225.



Man unterscheidet die sogen. Bauleiter, Fig. 225 a, welche aus 2 starken Bäumen mit eingefalzten Stufen aus Dachlatten besteht, von der leichtern Malerleiter, welche bei *b* dargestellt ist. Leitersprossen erhalten Abstände von 27—30 cm. Werden 2 Leitern an einem Ende gelenkartig verbunden, Fig. 226, so können sie

ausser als Setzleiter auch als Leiter von doppelter Höhe der Einzelleiter benutzt werden. Die Wangenlappen der einen Leiter legen sich dann gegen die Sprossen der andern.

Wenn statt der Sprossen Bretter verwendet werden, so entsteht aus dieser Konstruktion die sog. Tritt- oder Bockleiter, in deren unteren Hälfte stets ein Eisenband zum Feststellen angebracht sein muss. Fig. 227 stellt eine solche Leiter, für einen Bodenaufgang benutzbar gemacht, dar, während sie für gewöhnlich in einer Thürlaibung verschlossen liegt.

Speichertreppen, die einfachste Treppenart, erhalten ein Steigungsverhältniss bis etwa 20 zu 24 cm, wobei jedoch die Trittstufen, Fig. 228, etwa 35 cm breit werden müssen. Wegen der über Speichertreppen häufig fortzuschaffenden schweren Lasten macht man die Trittstufen nicht unter 5 cm und die Wangen nicht unter 7 cm stark. Die unterste und oberste Stufe wird mit Zapfen in die Wange verleimt oder, (nach Fig. 172) verzinkt; die übrigen Stufen werden einfach in eine Nuth eingeschoben. Windungen werden möglichst vermieden, oder mit 1 oder 2 Keilstufen um einen festen Pfosten ohne

Fig. 226.

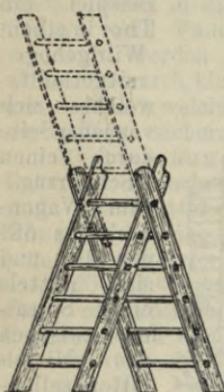


Fig. 227.

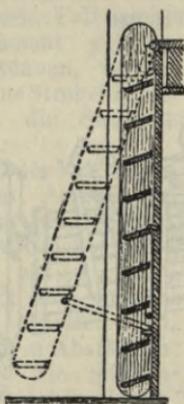


Fig. 228.

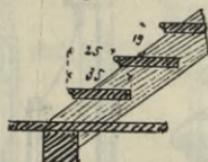
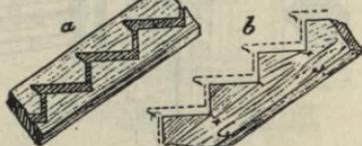


Fig. 229.



weiteren Uebergang ausgeführt. Aehnlich einfach wie Speichertreppen behandelt man die Treppen für vorübergehende Anlagen. Ebenfalls für äussere Haus- und Veranda-Aufgänge bedient man sich solcher Treppen; doch werden für diesen Zweck auch vielfach Wangen aus Eichenholz und aufgesattelte Trittstufen (Fig. 229b) vorgezogen.

Innerhalb der Wohnhäuser kommen nur Treppen vor, deren Stufen für die Ansicht von unten durch Stossbretter geschlossen sind. Das Steigungsverhältniss wird dem menschlichen Schritt nach erprobten Normen angepasst. Diese sind $b + h = 0,43$ cm, oder: $b + 2h = 0,63$ cm, je nachdem man eine untergeordnete oder bessere Treppe anlegen will. Eine neuere Regel, die von Warth angegeben ist, lautet: $\frac{4}{3}h + b = 52$ cm. h ist in diesen Formeln die Steigung und b die Breite des Auftritts, aber ohne Hinzurechnung des Ueberstandes der Trittstufe. Für Wohnhäuser liegt das Maass der Steigung gewöhnlich zwischen 16 und 20 cm. Eine kleinere Steigung wird nur für Treppen in Palästen und öffentlichen Gebäuden angewendet, während eine grössere nur noch für Boden- und Kellertreppen oder für solche Treppen genügt, die überhaupt nur wenige Stufen hoch sind.

Die beiden zuletzt angegebenen Regeln liefern folgende Tabellen-Werthe:

Steigungsverhältnisse der Treppen

| berechnet nach der Formel: | | | berechnet nach der Formel: | | |
|----------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------------|
| h | $2h + b = 63$ b | $\frac{4}{3}h + b = 52$ b | h | $2h + b = 63$ b | $\frac{4}{3}h + b = 52$ b |
| 12 | 39 | 36 | 16,5 | 30 | 30 |
| 12,5 | 38 | 35,4 | 17 | 29 | 29,4 |
| 13 | 37 | 34,7 | 17,5 | 28 | 28,7 |
| 13,5 | 36 | 34 | 18 | 27 | 28 |
| 14 | 35 | 33,4 | 18,5 | 26 | 27,4 |
| 14,5 | 34 | 32,7 | 19 | 25 | 26,7 |
| 15 | 33 | 32 | 19,5 | 24 | 26 |
| 15,5 | 32 | 31,4 | 20 | 23 | 25,4 |
| 16 | 31 | 30,7 | | | |

In mehrgeschossigen Häusern sollten sämtliche Treppen möglichst das gleiche Steigungsverhältniss haben. Dies ist mitunter schwer zu erreichen, weil, wenn sich auch das einmal angenommene Maass für den Auftritt leicht in jedem Geschoss wieder anordnen lässt, sich doch dasjenige für die Steigung erst aus der Geschosshöhe ergibt. Wenn daher diese nicht ohne Rest durch die Steigung theilbar, so ist

Fig. 230

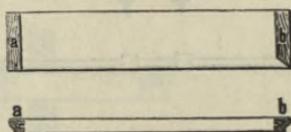
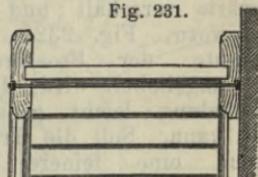


Fig. 231.



es, besonders für hohe Miethhäuser, sehr wichtig, dass keine der oberen Treppen eine grössere Steigung als die nächst untere erhält. Wenn bei der Feststellung der Geschosshöhen die Steigung der Treppen von vornherein berücksichtigt wird, kann man in hohen Häusern einen angenehmen Treppenaufgang dadurch schaffen, dass man den Stufen jedes folgenden Geschosses bei demselben Auftritte 1–2 mm weniger Steigung giebt.

Die Stufen werden entweder in die Wangen eingeschoben (2 bis 2,5 cm tief) oder aufgesattelt, Fig. 229. Da durch das Aufsatteln viel an Wangenstärke verloren geht, kann man, wie bei den beiden unteren Stufen angedeutet ist, die vortretenden Ecken auch als besondere Knaggen aufleimen; dadurch wird aber der Arbeitslohn erhöht. In jedem Fall soll das geringste Maass (y) nicht unter 15 cm betragen, und die Wange erhält eine Stärke von 7–10 cm. Bei eingeschobenen Stufen ist eine Wangenstärke von 6–7 cm genügend. Aufgesattelte Treppen werden an der Wandseite gewöhnlich als eingeschobene Treppen hergestellt. Es genügt für die Wandwange eine Stärke von 4–5 cm. Hat eine Treppe eine grössere Breite als 1,8 m, so muss unter der Mitte der Stufen noch eine dritte Unterstützungswange angeordnet werden.

Bei eingeschobenen Treppen können sich die Trittstufen nicht werfen, weil sie in den Wangen festgehalten werden; bei aufgesattelten dagegen müssen dieselben Hirnleisten erhalten, welche, wie Fig. 230 zeigt, auf Gehrung oder vorn durchgehend an-

geleimt sein können. Jede Stufe wird ausserdem mit 2 Holznägeln oder Holzschrauben auf jeder Wange befestigt. Die Wangen von Treppen mit eingeschobenen Stufen müssen, Fig. 231, mit Eisenstangen zusammen gehalten werden; trotzdem können sie als die stärkeren gelten.

Die Trittstufen werden 5 cm stark und mit den Stossbrettern oder Setzstufen auf Nuth und Feder verbunden, Fig. 232. Bei reicheren Treppen wird, wie bei *a*, die Fuge zwischen Tritt- und Setzstufe durch eine besondere Leiste verdeckt; oder man ordnet eine breitere Setzstufe mit unterhalb vorstehender Profilierung an, wie dies

Fig. 232.

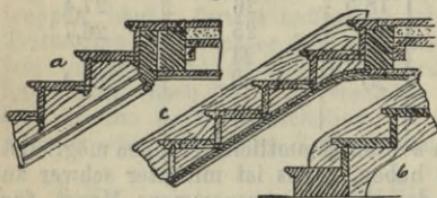
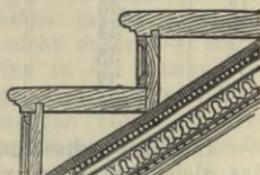


Fig. 233.



dieselbe Figur bei der unteren Stufe ersichtlich macht.

Schlichte Treppen werden unterwärts verschalt und geputzt, wozu, Fig. 232c, die Unterkante der Stossbretter schräg angehobelt wird, damit die Schalung leicht genagelt werden kann. Soll die Treppe trotzdem eine feinere Ausbildung erhalten, so muss man die Stossbretter, Fig. 233, mit aufgeleimten Leisten einfassen, oder die Wange mit Schnitzereien usw. verzieren.

Die erste Stufe einer Treppe heisst Antrittsstufe; sie nimmt die Last der ganzen Treppe auf und man bildet sie daher gern als sogen. Blockstufe aus, Fig. 232b; dieselbe muss immer sehr sicher unterstützt sein. Die letzte Stufe heisst Austritt; sie lehnt sich gewöhnlich unmittelbar gegen den oberen Treppenwechsel, welcher, Fig. 232c, um so viel aufgefalzt werden muss, wie die Trittstufen stärker sind, als die Fussbodendielen. Nur bei aufgesattelten Treppen legt man mitunter durch die ganze Breite des Treppenhauses, Fig. 232a, noch eine besondere Bohle vor den Treppenwechsel, die gehobelt und entsprechend profiliert ist.

Kein „Lauf“ einer Treppe soll mehr als 12–15 Stufen erhalten. Ist die Geschosshöhe hiermit nicht zu überwinden, so muss, wenn der Raum es irgend gestattet, in der Mitte ein Ruheplatz „Podest“ eingeschaltet werden; die Treppe gestaltet sich hierdurch zwei- oder mehrarmig. Die Lage der Arme ist durch die Form des Treppen-

Fig. 234.

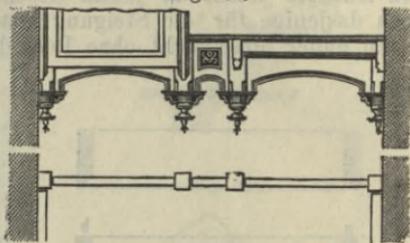
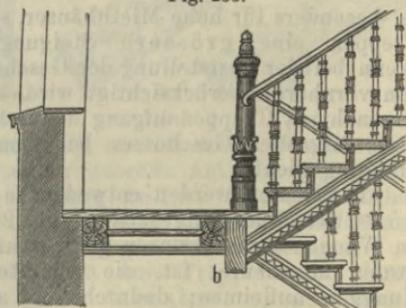


Fig. 235.



hauses gegeben. Fig. 235 zeigt eine Treppe mit zurück kehrendem Lauf. Ein solches Podest erhält eine besondere Balkenlage und die Wangen setzen sich bei aufgesattelter Treppe gegen die Bohle *b*. Bei eingeschobener Treppe wird dagegen die Wange nicht unterbrochen, sondern mittels eines verleimten Kropfstückes, Krümmling genannt, in die neue Richtung übergeführt. Der Krümmling lehnt sich hierbei hart gegen den Podestbalken. Soll sich die Treppe im rechten Winkel zum ersten Lauf fortsetzen, so kann das Podest entweder an einer sogen. schwebenden Ecke befestigt werden, oder man stellt die Treppe freitragend her. Zwei verschiedene Arten der Podestbalkenlage für den ersten Fall zeigt Fig. 236. Bei der ersten ist der Podestbalken in einen anderen durchgehenden Balken verzapft, und wird (s. Schnitt *a b* bei *d*) durch den Zapfen gehalten. Liegt die übrige Balkenlage nicht in der Höhe des Podestes, so muss zur Unterstützung ein schräg gelegter Balken *a b* angeordnet werden, in den ein Diagonalbalken verblattet ist, der die Ecke trägt. Die Treppe

Fig. 236.

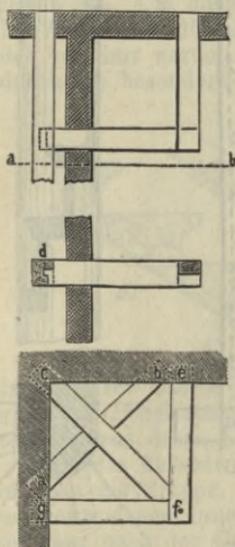
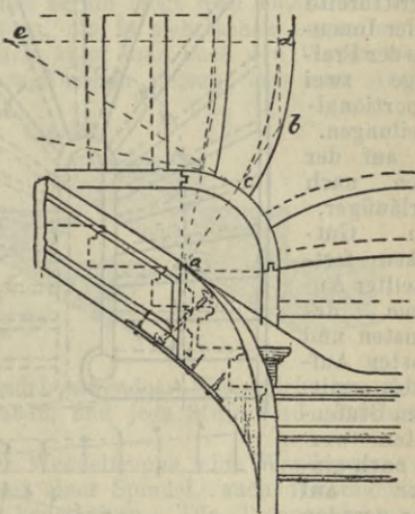


Fig. 237.



wendet sich dann bei Aufsattelung in ganz ähnlicher Art um einen schwebenden Pfosten, Fig. 235. Hat die Treppe eingeschobene Stufen, so muss wieder ein Krümmling eingefügt werden, der sich gegen die Podestdecke lehnt. In der Regel wird man aber, besonders im letzteren Fall, die Treppe freitragend konstruieren. Der nach Fig. 237 verzapfte und mit einem durchgezogenen Bolzen gesicherte Krümmling nimmt hierbei die Last des Podestes auf und überträgt sie auf die Antrittsstufe. Auf die Befestigung und Verleimung desselben muss besondere Sorgfalt verwendet werden. In der Regel müssen die letzten Stufen vor und nach dem Podest etwas gezogen werden, damit das Podest selbst regelrecht in den Krümmling eingelocht werden kann. Fig. 237 zeigt, wie man hierzu für das Podest und die beiden zunächst liegenden Stufen je ein gleich grosses Stück der Innenseite des Krümmlings bestimmt, und dann durch die betr. Theilpunkte die Halbmesser *a b* zieht. Man bestimmt dann *a* so, dass $bc = ba$ wird,

woraus sich der Mittelpunkt *e* für jede Stufe leicht ergibt. Ist der Krümmung sehr gross, so wird zur sicheren Befestigung noch eine Eisenschiene zu Hilfe genommen (s. Fig. 237). Bei einer dreiarmligen Treppe, bei der der obere Lauf an beiden Seiten eine frei tragende Windung erhalten würde, ist diese ganze Konstruktion indessen immer unverfänglich, und man muss für den oberen Lauf das Podest sicher unterstützen. Kann die Treppe kein Podest erhalten, so müssen auch in den Krümmung Stufen eingelocht werden und man erhält eine gewundene Treppe. Die Stufentheilung geschieht bei derselben auf der Mittellinie, und es darf an der Wange keine Stufe schmaler als 6—7 cm werden. Um den plötzlichen Uebergang zwischen den geraden Stufen und den gewundenen zu vermeiden, müssen von ersteren einige etwas „gezogen“ werden. Fig. 238 zeigt diese Anordnung im Grundriss. Man bestimmt zunächst die erste und letzte Stufe, die gezogen werden sollen: in der Fig. Stufe 4 und 18. Dann dienen zur

Fig. 238.

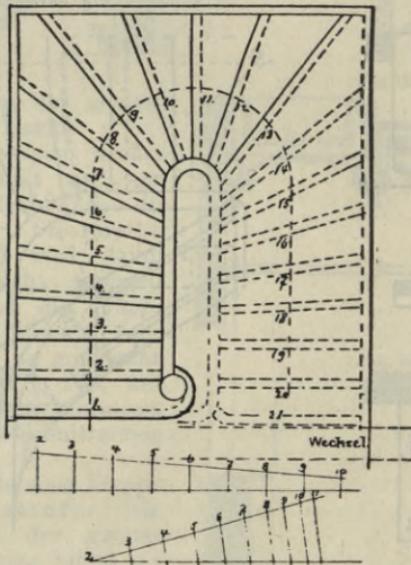
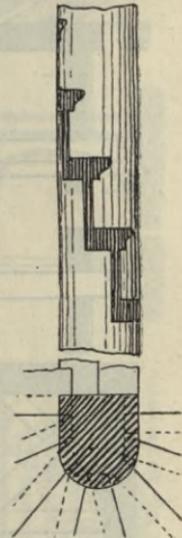


Fig. 239.



genauen Ermittlung der Auftrittsbreite an der Innenseite der Freiwange zwei Proportionaltheilungen. Die auf der ersten nach vorläufiger, nach Gutdünken festgestellter Annahme des kleinsten und grössten Auftrittes, ermittelten Stufenbreiten werden nach einander auf einer geraden Linie abgetragen, und

ihre Summe wird durch die zweite Proportionaltheilung gleich der abgewickelten Länge der inneren Wangenseite gemacht. Die Treppe ist bei guter Beachtung dieser Uebergangstheilung nicht nur bequemer zu ersteigen, sondern die Wange zeigt auch eine schönere Linie ohne Knicke. Die Wandwange wird gleicherweise ununterbrochen herum geführt, und muss bei halbkreisförmigem Grundriss ebenfalls aus Krümmungen verleimt werden. Ist der Grundriss eckig, so wird die Wandwange in den Ecken zusammengezinkt; bei der Grundriss-theilung darf kein Stossbrett gerade in die Ecke treffen. Diese Ausführungsweise ist ebenfalls bei aufgesattelten Treppen möglich; doch ist dann eine recht starke Wange erforderlich, weil dieselbe durch die steilen Stufen am Krümmung sehr verschnitten wird.

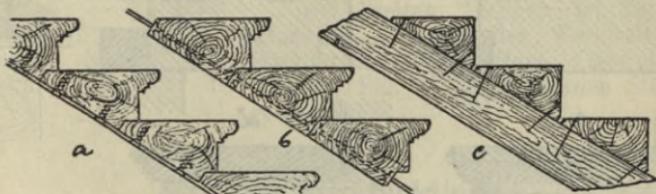
Wesentlich einfacher wird die Ausführung der gewundenen Treppen, wenn man sie nicht frei tragend, sondern mit einem feststehenden Pfosten konstruiert; Fig. 239 zeigt, wie die Stufen in

einem solchem eingelocht werden. Diese Ausführungsweise eignet sich indessen nur für untergeordnete Gebäude, da an dem Pfosten das Geländer jedesmal unterbrochen wird.

Eine häufigere Anwendung finden solche Treppen aber als eigentliche Wendeltreppen; der Pfosten heisst in diesem Falle Spindel, und die Stufen vertheilen sich rings auf den ganzen Umfang der kreisrunden Spindel. Die Spindelstärke richtet sich nach der Anzahl der Stufen einer Windung, da jede mindestens 5 cm Umfangslänge für ihre Einlochung erhalten soll. Die Aussenwange richtet sich entweder als Wandwange nach der Gestalt des Raumes, oder man konstruirt die Treppe freitragend, in welchem Fall die Wange entsprechend stärker sein muss. Solche Treppe kann dann nur mit einer $1\frac{1}{2}$ –2fachen Windung und ohne zwischenliegendes Podest ausgeführt werden.

In letzterem Falle wird neuerdings eine abweichende Herstellungsart für diese Treppe angewendet. Man vermeidet nämlich die sonst nothwendige Verleimung der Wangen aus Krümmlingen, indem man eine Hilfstrommel konstruirt, auf der die Treppenwange genau vorgegrissen ist. Um diese Trommel herum biegt man sodann die eigentliche Wange aus dünnen Brettern, die in mehrfachen Lagen mit einander verleimt werden. Endlich kann man auch den Wendeltreppen dadurch ein besonders zierliches Ansehen geben, dass man statt der

Fig. 240.



hölzernen eine eiserne Hohlspindel anwendet. Eine solche braucht nur etwa 12 cm Durchmesser zu haben, und jede Stufe wird mittels eines Eisen-Lappens daran befestigt.

Falls die Aussenwange der Wendeltreppe eine Wandwange wird, kann man die Treppe, statt mit einer Spindel, auch freitragend mit einer gewundenen Innenwange konstruiren. Die Treppe richtet sich dann ganz nach der Gestalt des Raumes, und kann sowohl in kreisrunder, wie in Ellipsen- oder eckiger Form gewunden werden. Die Konstruktion bietet nichts wesentlich Abweichendes. Man ermittelt die Wange nach dem Grundriss und dem angenommenen Steigungsverhältniss und verleimt sie aus so vielen Stücken als die Windung nothwendig macht.

Eine besondere Art von Treppen sind die Blocktreppen. Nach Fig. 240 ist jede Stufe aus einem vollen Stück Holz gefertigt. Die Konstruktion geschieht auf zweierlei Weisen. Bei der ersten vermauert man das eine Ende der Stufen, um eine den Steintreppen ähnliche freitragende Treppe zu erhalten. Die Stufen müssen dann mit einem entsprechenden Profil einander übergreifen und mittels Eisen verbunden sein. Fig. 20 a und b zeigen wie dies entweder durch eine untergeschobene eiserne Schiene geschehen kann, oder mittels 2 Reihen eiserner Bolzen bewirkt wird, die an jedem Ende durch die Stufen verbohrt sind und wechselweise je 2 Stufen zusammen halten. In letzterem Fall ist die Konstruktion unterwärts nicht

sichtbar. Die Ausführung bietet aber stets, abgesehen von dem grossen Holzaufwand durch das ungleiche Ziehen und Reissen des Holzes in so grossen Stücken, so viele Mängel, dass diese Treppen gegenwärtig überhaupt nicht mehr angewendet werden. Besser ist die in Fig. 240 c dargestellte Art der Blocktreppen mit Vernagelung der Stufen auf Wangenbalken. Unterwärts ist die Treppe geschlossen, lässt aber Spalten für den Ablauf des Wassers frei; jede Stufe ist auswechselbar.

Der Holzbelag der Stufen von steinernen Treppen vereinigt den Vorzug der Feuersicherheit mit demjenigen des angenehmeren Ersteigens von Holztreppen. Derselbe wird mit 5—6 cm starken Bohlen ausgeführt, für deren Befestigung die Fig. 241 a, b und c die üblichen Ausführungsweisen geben. Die in wechselnder Anzahl erforderlichen Dübel werden in Blei vergossen. Die in Fig. 241 c dargestellte Konstruktion mit untergreifenden Haken ist etwas verwickelt, ohne besonderen Nutzen zu bieten. An der Unterseite der Bohle in derselben Figur ist an jedem Ende eine eingeschobene Leiste ange-

Fig. 241.

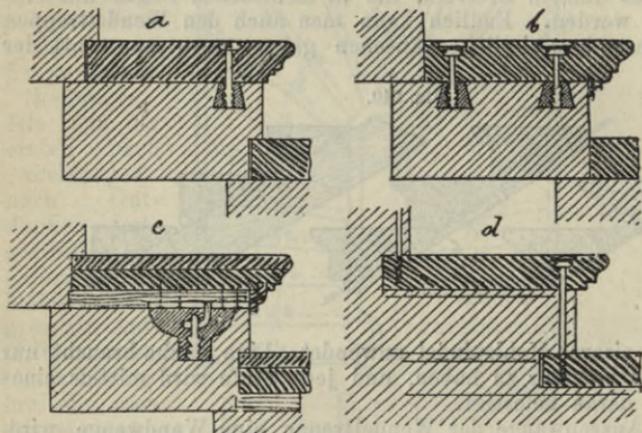


Fig. 242.

geben, die jedoch nur bei besonders grosser Auftrittsweite erforderlich wird. Fig. 241 d stellt den Holzbelag einer aus Ziegeln gemauerten Treppe dar, der sich bei jeder Stufe unter einen Falz schiebt und mit dem nächst oberen Belag verschraubt wird. Man vereinfacht die Befestigung, indem man Klötze einmauern lässt, auf welche der Stufenbelag geschraubt oder genagelt wird. Bei besseren Treppen wird in Hamburg mitunter auch an jeder Seite ein nach der Form der Wangen für aufgesattelte Treppen ausgeschnittenes Sattelholz vermauert. Durch seine vorherige Aufstellung wird zugleich das Mauern wesentlich erleichtert und nachher auch eine Vernagelung von Stossbrettern ermöglicht, wonach die Treppe kaum von einer hölzernen zu unterscheiden ist.

Jede Treppe muss an der freien Seite ein Geländer mit Handläufer erhalten. Dasselbe ruht auf sogen. Docken aus Holz oder Guss- oder Schmiedeisen. Die Anfänge des Geländers werden an einem Mäkler oder Posten befestigt, dessen Stellung nach Fig. 242 entweder mit einer Schraube im Treppenwechsel, oder mit eisernen Bändern (Bankeisen) am Fussboden gesichert ist. Bei eingeschobenen

Treppen werden die Docken auf der Wange, bei aufgesattelten auf den Stufen selbst eingelocht. Eiserne Docken kann man auch mit besonderen Kropfstücken, die seitwärts an den Wangen verschraubt sind, befestigen, wodurch die Treppe wesentlich an nutzbarer Breite gewinnt. Der Handläufer wird, der Oberfläche der Treppenwange entsprechend, allen Windungen der letzteren folgend angefertigt. Eine Unterbrechung durch Podestpfosten, Fig. 235, wird beim Begehen der Treppe unbequem empfunden. Das Profil des Handläufers muss sich der Hand anschmiegen und er darf in der oberen Rundung nicht stärker als etwa 6 cm sein, wie Fig. 243 a und b zeigen. Verlangt das Ansehen besonders stattlicher Treppen breitere Handläufer, so

Fig. 343.

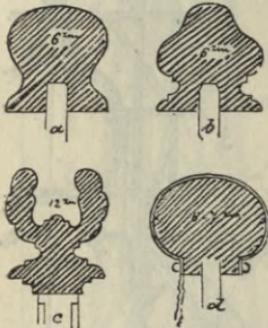
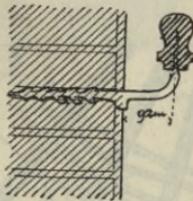


Fig. 244.



gibt man denselben ein Profil zum Hineinfassen, etwa wie in Fig. 243 c. Die Handläufer werden immer aus hartem Holz gefertigt und poliert. Nur im Eall einer Umkleidung mit Plüsch oder Sammet, Fig. 243 d, fertigt man sie im einfachen Profil und aus Kiefernholz.

Bei breiten Treppen ist es oft erwünscht, auch an der Wandseite einen Handläufer zu befestigen. Derselbe wird alsdann, Fig. 244, von eisernen Stützhaken getragen.

E. Hilfs-Konstruktionen.

I. Arbeitsgerüste.

Für jede Bauausführung, sowie für jeden Umbau und für die Vornahme grösserer Reparaturen sind Gerüste nothwendig. Zweierlei ist bei der Herstellung von Gerüsten besonders zu beobachten: dass sie für den gerade vorliegenden Gebrauchszweck stark genug sind, und dass das für sie vorhandene Material ohne besondere Zurichtung benutzt wird, auch möglichst unbeschädigt bleibt, damit es später anderweitig abermals gebraucht werden kann. Aus regelrecht abgeordneten Kreuzhölzern wird man daher nur solche Gerüste herstellen, bei denen eine besondere Gefährdung vorliegt oder die eine Gebrauchsdauer von mehren Jahren haben müssen. Aber auch dann wird die Verwendung von Loch und Zapfen auf eine Kleinstzahl beschränkt und man bestrebt sich, den Verband möglichst durch Schraubenbolzen und Klammern herzustellen. Ein vortreffliches Beispiel hierfür bietet das Gerüst, welches 1872 zur Rekonstruktion der Pantheons in Paris errichtet war, Fig. 245. Wie der Grundriss zeigt, war die Kuppel mit 32 Bindern umgeben; sämtliche senkrechten Hölzer waren zwischen Doppelrähme gefasst und mit diesen, sowie mit den Diagonalverstrebrungen verbolzt. Die verschiedenen Höhenlagen des Gerüsts sind völlig unabhängig von einander konstruirt, so dass das Gerüst a um den unteren Theil der Laterne nicht durch das Gerüst b und dieses nicht durch das Gerüst c belastet wird. Treppen und Brüstungsgeländer waren bequem eingerichtet.

Von Hei-
rich ist die

Konstruktion eines abge-
bundenen Gerüstes
angegeben, des-
sen Böden Ver-
stellbarkeit be-
sitzen, indem
sie sich auf
Haken a legen,
welche auf den
Gerüstständern
A verschiebbar
sind, Fig. 246 a;
die Gerüststän-
der dienen für
die Böden tra-
genden Hölzer d
als Führungen.
Die Haken, wel-
che die Rüst-
hölzer an 3
Seiten umfas-
sen, sind zwei-
theilig und ha-
ben drehbare
Klauen, welche
sich in die
Rüstbäume ein-
pressen. Höher-
führungen der
Rüstbäume wer-
den mittels Auf-
pfropfungen be-
wirkt, zu denen
ein schmied-
eiserner Schuh
benutzt wird.
Näheres über
dieses Gerüst
ist in D. Bau-
zeitung Jahrg.
1888, S. 233 mit-
getheilt.

So weit-
gehende An-
sprüche wie an
das Pantheon-
Gerüst pflegt
man in Deutsch-
land an Baue-
rüste gewöhn-
lich nicht zu
stellen; hier

muss durchgehends ein geringerer Materialaufwand genügen. Als Bei-

Fig. 245.

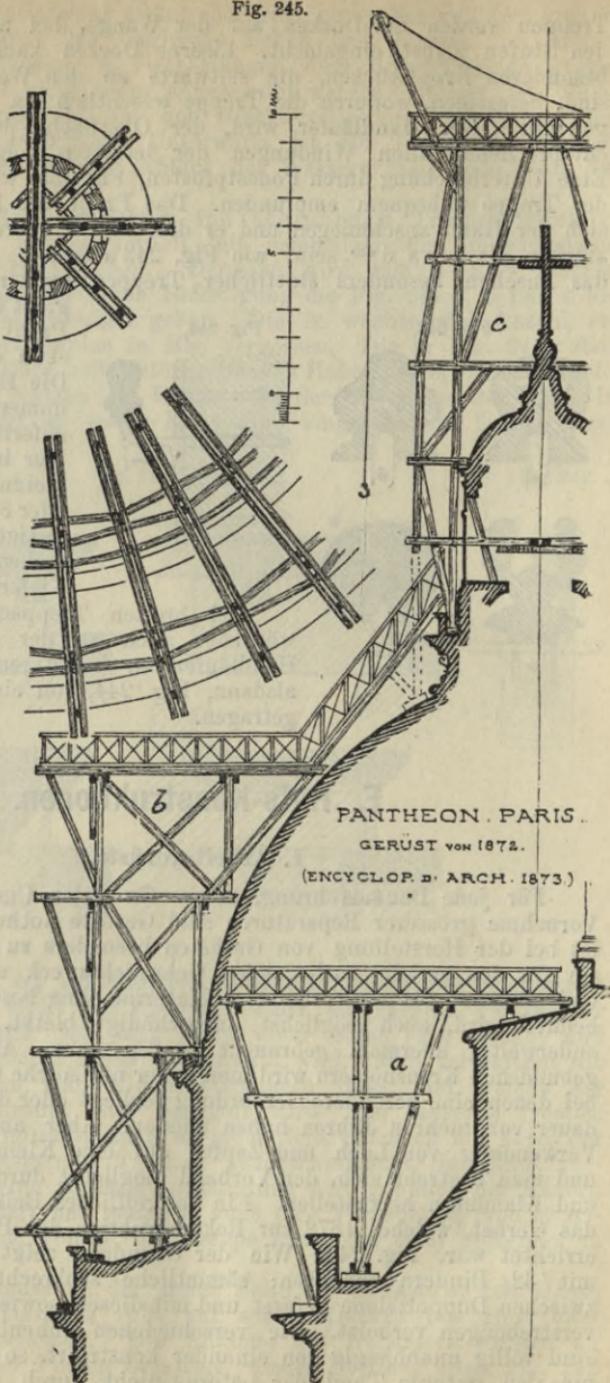


Fig. 247.

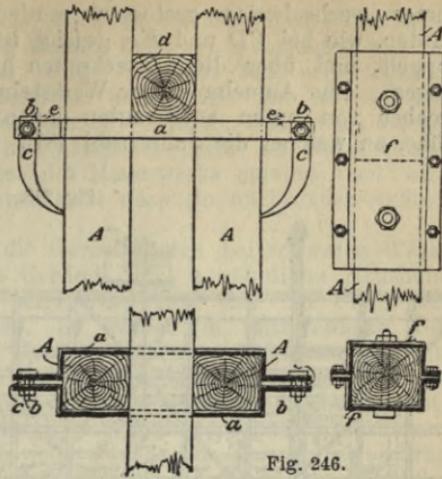
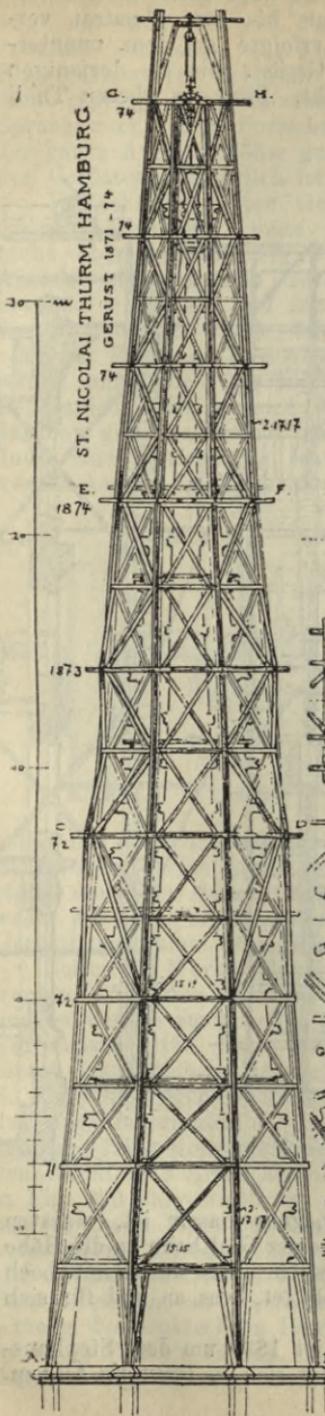


Fig. 246.

GRUNDRISS GH.

GRUNDRISS EF.

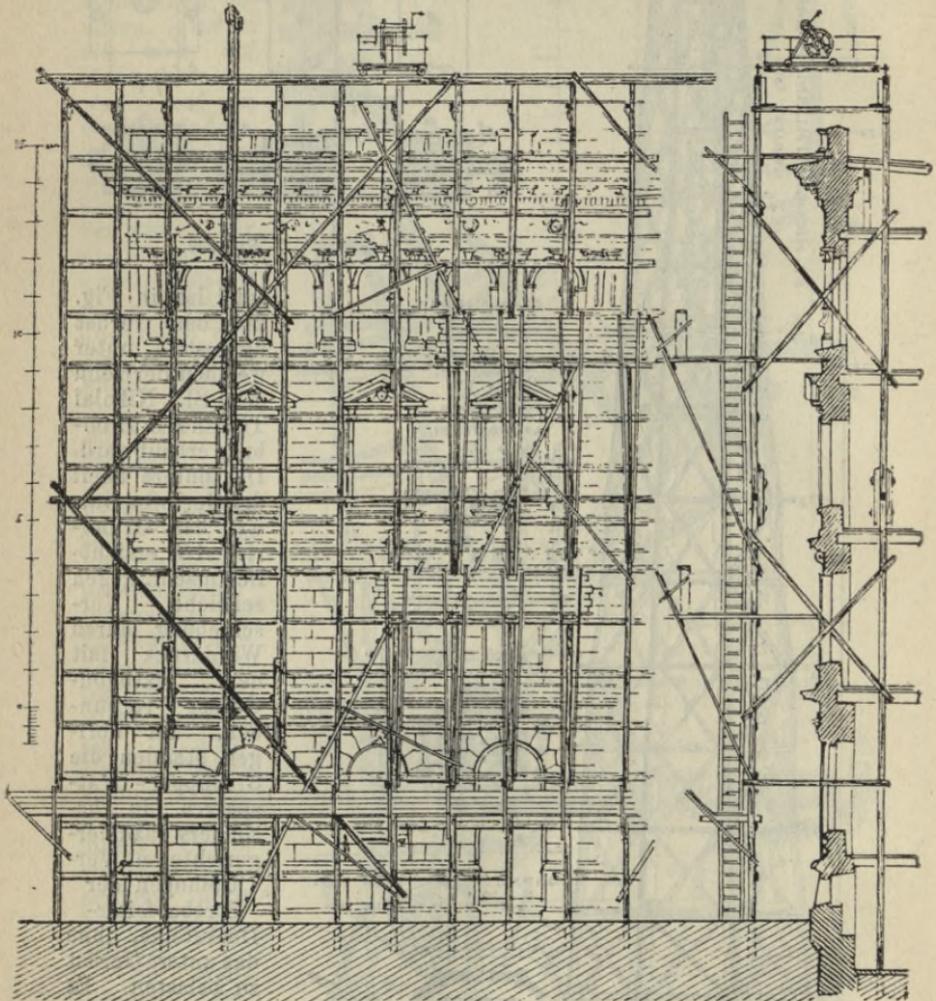
GRUNDRISS CD.

GRUNDRISS AB.

spiel ist in Fig. 247 das Gerüst dargestellt, unter welchem der Helm des St. Nikolai Thurmes in Hamburg erbaut ward. Der untere Theil des Gerüstones war, wie der Grundriss AB ersichtlich macht, gegen seitliche Verschiebung durch Winddruck mit dem Oktogon-Gerüst verbunden. Im übrigen standen die 8 Doppel-Gratsparren in besonders dazu hergerichteten Vertiefungen der Strebepfeiler-Decksteine, ohne das untere Gerüst zu belasten. Es wurden nach der Folge der in der Fig. beigelegten Jahreszahlen stets 2 Geschosse des Gerüstones zugleich gerichtet; daher konnten die Gratsparren

immer wechselweise gestossen werden. Zur besseren Verstrebung wurden, wie bei *CD* und *EF* gezeigt ist, die wagrechten Hölzer verdoppelt, und über die Achteckseiten hinaus bis zum Quadrat verlängert. Das Aufnehmen der Werksteine erfolgte auf dem, ununterbrochen von unten aufgebauten inneren Gerüst, bis zu derjenigen Höhe, an welcher die Jahreszahl 1873 steht. Für den oberen Theil

Fig. 248.



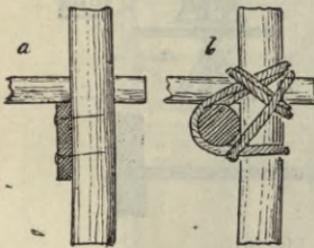
der Spitze, deren Innenraum zu eng, bezw. ganz massiv ist, mussten die Steine ausserhalb der Gratsparren auf einer Gleitbahn in die Höhe gezogen werden. Alle Verbandhölzer dieses Gerüstes waren mit Loch und Zapfen zusammen gefügt, bezw. überblattet, was an und für sich wenig zu empfehlen sein dürfte.

Ein noch grösseres Gerüst dieser Art ist 1839 um den Stephans-thurm in Wien errichtet gewesen und findet sich in Förster's Allgem.

Bauzeitung von 1843 mitgetheilt. Auch das Gerüst von der Trinitatiskirche in Paris in den *Nouvelles Annales* 1873, sowie dasjenige von der Vendôme-Säule, *Encycl. d'arch.* 1875, Taf. 245—246, seien hierbei erwähnt. Besonders für Thurmgrüste findet sich eine abweichende Konstruktion im *Scientific American* 1879, II. S. 134. Dies Gerüst dient zugleich als Schutzdach und hängt im ganzen an einem oberen Sprengwerk. Dem Fortschreiten des Mauerwerks entsprechend wird der ganze Apparat höher geschraubt, so dass ein wachsender Aufbau des Gerüstes entbehrlich ist.

Einfacher gestalten sich die Gerüste auch bei schweren Werkstein-Ausführungen, wenn das Gebäude die gewöhnliche Haushöhe nicht überschreitet. Fig. 248 zeigt das Profil und ein Stück der Ansicht eines solchen Gerüstes. Es werden in Entfernungen von etwa 1.5 m aussen und innen Gerüstbäume oder Aufrichter gestellt, die $\frac{15}{16}$ cm oder $\frac{18}{18}$ cm stark sind. Oben werden Holme verzapft, oder mit Klammern befestigt und die Verbindung der beiden Gerüstwände unter sich geschieht durch diagonal verbolzte Kreuzhölzer. In ähnlicher Weise wird auch jede Wand für sich durch schräg darüber gebolzte Hölzer gesichert. Nahe unter dem oberen Holm findet eine Verriegelung statt, die zugleich als Laufbrücke benutzt werden kann. Eine Anzahl der Gerüstbäume lässt man gern in einer

Fig. 249.



Länge bis unter das Holm reichen; die übrigen werden nach Bedarf verlängert, indem man sie auf angebolzte Knaggen aufsetzt und mit Klammern befestigt. Bei besonders schwer belasteten Gerüsten verdoppelt man zuweilen auch die Aufrichter und kann sie dann wechselweise stossen. Zum Aufnehmen der Werksteine wird auf den oberen Holmen eine Fahrbahn eingerichtet, auf welcher eine fahrbare Winde (fälschlich Krahn genannt) jeden Stein zu demjenigen Punkte bringt, auf welchem er versetzt werden

soll. Die Zwischengerüste für die jedesmalige Arbeitshöhe erhalten daher weiter keine Last, als die durch die Arbeiter selbst und man stellt dieselben daher einfach auf losen Gerüstriegeln her, die entweder auf einer angenagelten Reihplanke oder auf einem gebundenen Gerüstbaum ruhen, Fig. 249.

Sollen die Werksteine nicht aufgewunden, sondern hinauf getragen werden, so müssen auch die Zwischengerüste entsprechend stark sein, und es werden zum Besteigen gewöhnlich schiefe Ebenen eingerichtet. Ein Beispiel für diese, selten mehr angewendete, Ausführungsart bietet das Wohnhaus Nöther in Mannheim, *Deutsche Bauzeitung* 1884, S. 609. Im allgemeinen ist man im Gegensatz hierzu bestrebt, auch das ringsum erforderliche tragfähige Gerüst durch Anwendung zweckmässiger Hebe-Konstruktionen entbehrlich zu machen. Es sind hier hauptsächlich 2 Arten amerikanischer Krähne zu nennen. Die erste in Fig. 250 dargestellte ist auch in Deutschland mehrfach gebraucht und für unsere Figur der Ausführung der Villa Zimmer in Frankfurt a.M. entnommen. Mittels eines Auslegers und zweier Flaschenzüge, die mit 2 Winden betrieben werden, kann man die Werkstücke über jeden Punkt bringen, an welchem sie versetzt werden sollen. Die Festsetzung des senkrechten Baumes erfolgt mit drei Drahtseilen, welche zu festen Punkten führen, oder an eingerammte Pfähle gebunden sind (bei b). Fig. 251 zeigt ein anderes Hebewerk, wie es vorzugsweise in

Chicago beliebt ist. Der Baum dreht sich mit eiserner Hülse in einer Pfanne, sobald mittels einer zweiten Winde das eine oder das andere

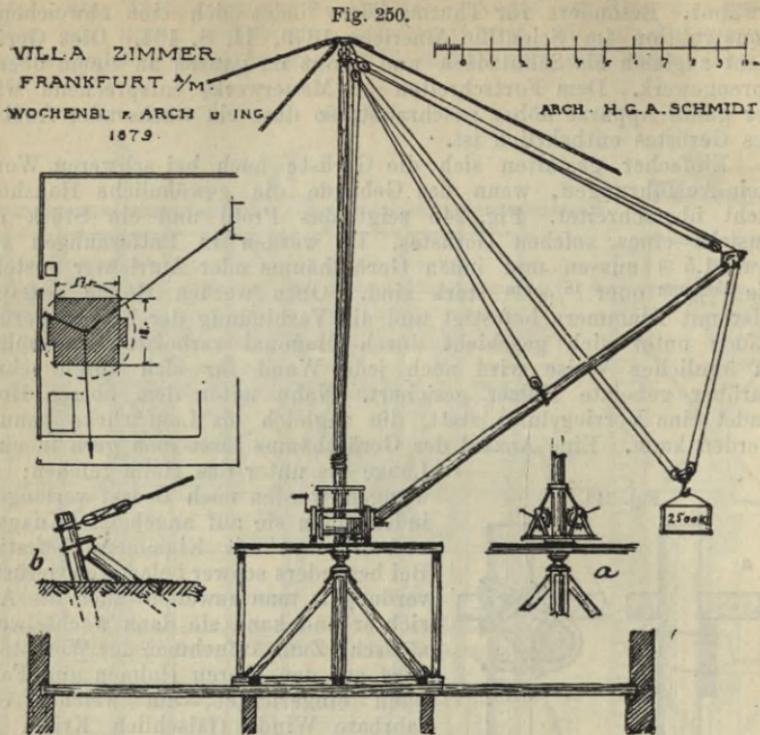
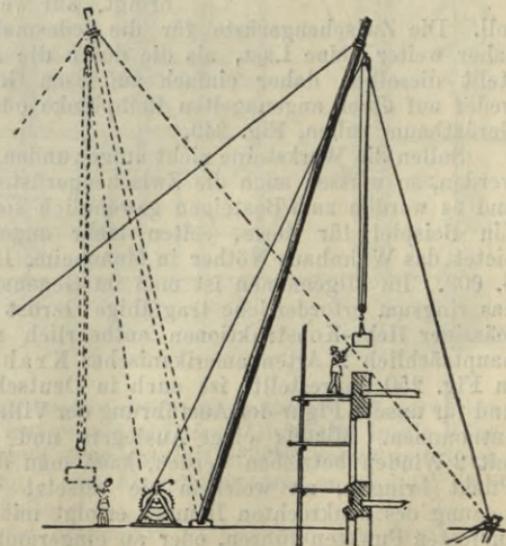


Fig. 251.

der die Spitze haltenden Seile (Kopftaue) angezogen oder nachgelassen wird. Lässt sich nicht die ganze Frontlänge damit erreichen, so verschiebt man den Baum ohne erheblichen Arbeitsaufwand, da die Befestigungs-Seile in der Regel unverändert bleiben können. Die Konstruktion eines noch höheren „Baumes“ dieser Art giebt die Deutsche Bauzeitg. 1881, S. 255. Bezügl. weitergehender

Gerüstkonstruktionen, mittels derer zugleich das ganze Gebäude mit einem Schutzdach versehen wird, sei auf die

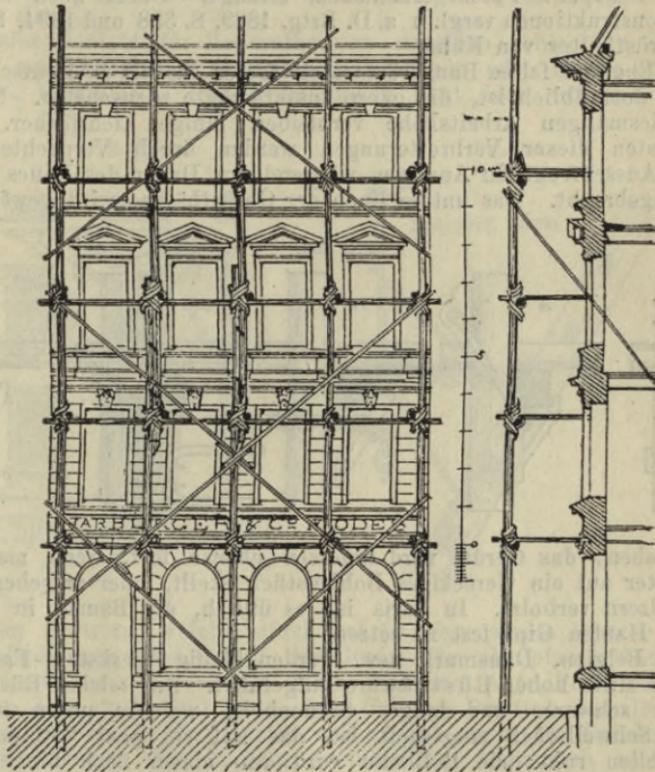


besonderen Ausführungen des Münchener

Königsbaues, Försters Allgem. Bauzeitg. 1837, und des Crédit Lyonnais zu Paris verwiesen.

Für die Ausführung gewöhnlicher Ziegelbauten wird nur eine Reihe von Gerüstbäumen gestellt. Man neigt dieselben etwas nach der Wand zu und verbindet sie in wagrechtem Sinne den Gerüsthöhen entsprechend, also in Abständen von 1,40^m—1,45^m, mit angenagelten Reihplanken; auf diese werden Gerüstriegel oder Netzbäume gelegt, welche den Bretterboden aufnehmen. Das andere Ende der Rüstbäume ruht in den sogen. Rüstlöchern, welche in der Mauer dafür ausgespart werden. Von den Brettern wird nur das erste nahe dem Aufrichter genagelt, um zugleich die Netzriegel fest zu legen. Die-

Fig. 252.

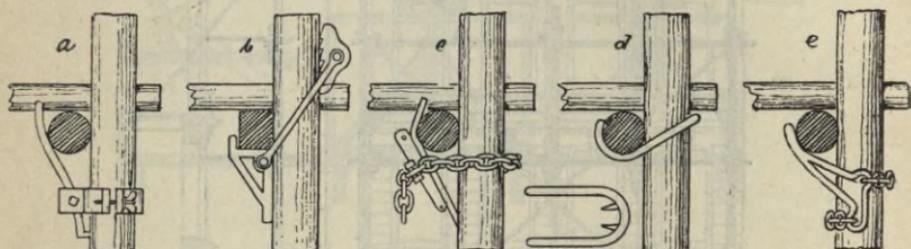


selben Gerüste werden an einzelnen Orten, z. B. in Lübeck, dadurch noch sehr viel leichter hergestellt, dass statt der Rüstbäume aufgetrennte böhmische Latten und statt der Netzriegel starke Dachlatten verwendet werden. Letztere ruhen auf angenagelten Tragelatten und sind zusammen mit den Aufrichterlatten vernagelt. Auch diese Gerüste werden 3—4 Geschosse hoch aufgeführt und haben sich zum Mauern mit Ziegeln als nicht zu schwach erwiesen. An Orten, wo die Ausführung des Mauerwerks von der Innenseite aus vorzunehmen ist, wird mittels niedriger Bockgerüste gearbeitet, die zwischen je 2 Geschossen auf den Blindböden Aufstellung finden. Zum Putzen der Front muss dann später ein besonderes Gerüst gestellt werden.

Hierfür bedient man sich vorzugsweise eines leichten gebundenen Gerüsts. Nach Fig. 249 b sind hier an die Gerüstbäume sogen. Streichstangen gebunden, die die Netzriegel tragen. Fig. 252 zeigt die ganze Anordnung eines solchen Gerüsts. Die Theilung ist in der Regel so weitläufig, dass zwischen je 2 festen Gerüsten ein Bockgerüst gestellt werden muss. Zum Binden dienen Hanftaue oder starker Draht. Es leuchtet ein, dass die Haltbarkeit dieser Gerüste wesentlich von der Geschicklichkeit der Arbeiter und der Güte des Bindematerials (Stricke oder Draht, bezw. Drahtkabel) abhängt und dass letzteres, wegen vielfacher Beanspruchung, häufigen Ersatz nothwendig macht. Zur Vermeidung dessen sind anstelle der Bindestricke Haken in Gebrauch gekommen, von denen Fig. 253 einige darstellt. Die meiste Verbreitung haben Krüchel's Sicherheitshaken, Fig. 253 c und e, Schaper's Patentgerüsthaken, erlangt. Ueber noch weitere Hakenkonstruktionen vergl. u. a. D. Bztg. 1889, S. 338 und 1894, S. 286 den Gerüsthalter von Kühn.

In England fallen Baugerüste stets fester aus als in Deutschland, weil es dort üblich ist, die ganze äussere Seite zuzuschalen. Nur in der jedesmaligen Arbeitshöhe verbleiben einige Lichtlöcher. Die Mehrkosten dieser Verbretterungen werden durch Verpachten der ganzen Aussenfront für Anzeigen während der Dauer des Baues reichlich eingebracht. Das untere Ende der Gerüstbäume wird gewöhnlich

Fig. 253.



eingegraben; das Gerüst wird indessen ebenso fest, wenn man die Aufrichter auf ein viereckiges Bohlenstück stellt, oder zwischen zwei Kanthölzern verbolzt. In Paris ist es üblich, die Bäume in einem kleinen Haufen Gips fest zu setzen.

In Belgien, Dänemark usw. werden häufig Werkstein-Fassaden nur mit Hilfe hoher Rüstbäume aufgeführt. Ein solcher Rüstbaum ist ein schweres und langes Stammholz, welches unten in ein kurzes Schwellstück eingezapft ist, das auf ein paar Walzen oder auch Rollen ruht; die Rollbahn wird von einem flach hingelegeten I-Träger gebildet. Der Rüstbaum hat eine geringe Lehnung gegen die aufzuführende Fassade und wird in seiner Stellung durch ein paar Kopftaue erhalten, welche an Pfählen befestigt sind, die an der gegenüber liegenden Strassenseite (im Trottoir usw.) eingeschlagen werden. Das Heben der Werkstücke geschieht mittels einer am Fuss des Rüstbaumes aufgestellten Winde, deren Tau über eine im Kopf des Rüstbaumes angebrachte Rolle führt.

Eine andere Anordnung von Gerüsten, welche die Gerüstlöcher ganz entbehrlich macht, ist in München in den sogen. Leitergerüsten gebräuchlich. Die 1 m breiten, senkrecht gestellten und durch Schwertlatten befestigten Leitern werden in Abständen von 3 m aufgestellt. Dieselben sind in der Regel 22 m lang, haben unten 16 bis

18 cm starke Bäume und ermöglichen leicht die Herstellung eines Gerüsts in jeder beliebigen Höhe. Erst in neuester Zeit sind diese Leitergerüste auch in Norddeutschland eingeführt, wo sie besonders für äussere Anstreicher-Arbeiten Verwendung finden. Die Leitern pflegen 0,6 m breit und 12—15 m lang zu sein und werden an kleinen Brettanlegern befestigt, die vorher mittels Spreizen in den Fensterlaibungen eingeklemmt sind. Hierdurch ist es möglich, diese Gerüste ohne irgend eine Beschädigung der Fronten aufzustellen.

Falls schwerere Materialien verarbeitet werden sollen, genügen die letzteren Gerüste naturgemäss nicht mehr, und es muss in diesem Falle ein Gerüst, wie Fig. 252 zeigt, angewendet werden, wobei aber zur Vermeidung des sonst nothwendigen Einstemmens von Gerüstlöchern das hintere Ende der Netzriegel an eine zweite Reihe von Gerüstbäumen gebunden werden kann, die schräg gegen die Mauer gelehnt sind.

Kleine Gerüste für Reparatur von einzelnen schlechten Stellen werden am einfachsten als sogen. schwebende oder Hänge-Gerüste, Fig. 254, hergestellt. Der Arbeitsboden liegt hier auf hochkantig

Fig. 254.

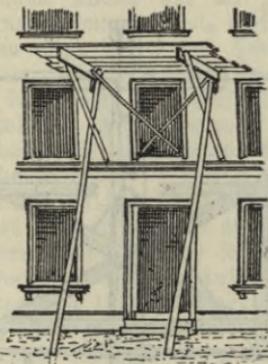
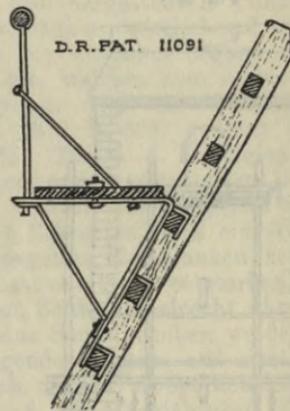


Fig. 255.



gestellten Brettern, welche durch schräg angenagelte Bretter nach unten abgefangen sind. Soll das Gerüst für ein oberes Geschoss hergerichtet werden, welches durch lehrende Aufrichter nicht zu erreichen ist, so bedient man sich für den Bretterboden längerer Netzriegel, welche in die Fenster verlegt und gegen die Zimmerdecke abgesteift werden. Für manche Ausführungen lässt sich auch mit Vortheil das Patent-Leiter-Gerüst, Fig. 255, verwenden, das wegen der leichter zu bewerkstelligen Höhenveränderung mitunter den Vorzug verdient.

Wenn in der nothwendigen Höhe auf keine der beschriebenen Arten feste Punkte zu gewinnen sind, so wird in der Regel ein Hängegerüst angebracht werden können, das sowohl lose an Seilen (mittels Flaschenzügen), wie fest an hölzernen Stangen hängend, eingerichtet werden kann. In ersterem Falle tragen die Seile ein hölzernes oder, besser, eisernes Gestell und hängen an Auslegern, welche auf dem Dach oder in den Fensteröffnungen festgelegt sind. Fig. 256 zeigt ein Beispiel, bei welchem ausser der senkrechten auch wagrechte Beweglichkeit erreicht ist, indem die Flaschenzüge an

Laufschiene hängen, die auf eisernen Tragbügeln ruhen. Die seltene Anwendung, welche diese Anordnung bis jetzt gefunden hat, dürfte lediglich auf die Schwierigkeit der jedesmaligen genauen Aufstellung zurück zu führen sein. Ein Beispiel für ein festes Hängegerüst giebt Fig. 257 vom Thurm zu Deggendorf (Zeitschr. d. bair. Arch.- u. Ing.-Ver. 1871). Es wurden aus den oberhalb der Schadenstelle liegenden Fensteröffnungen in diagonalen Richtungen Hölzer hervorgestreckt, welche ein Hängegerüst aufnahmen. Die Figur zeigt links den unteren, rechts den oberen Grundriss der Anordnung.

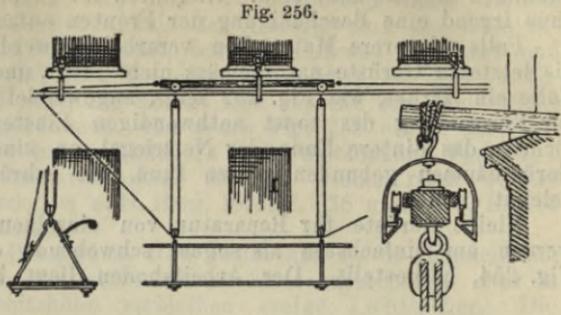


Fig. 257.

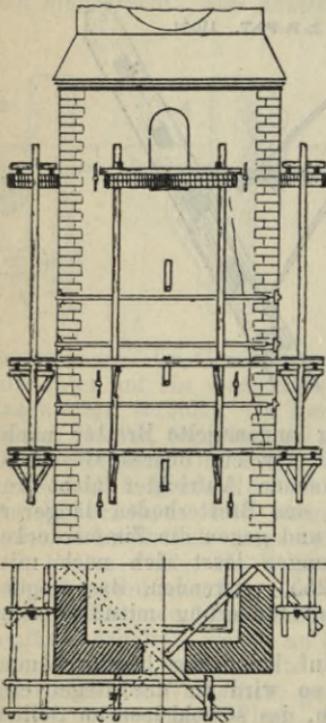
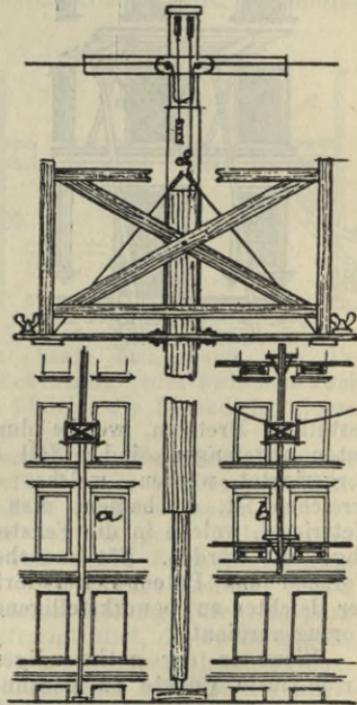


Fig. 258.



Zum Reinigen (Abwaschen) von Häuserfronten und für ähnliche Zwecke hat sich auch das Patent-Versetz-Gerüst, Fig. 258 a, bewährt. Dasselbe besteht aus einem hohlen Aufrichter, der eine Verlängerungsstange enthält und dem daran verschiebbaren „Korb“; ersterer wird nur oben mittels zweier seitlichen Tauen befestigt. Die bei b gezeigte

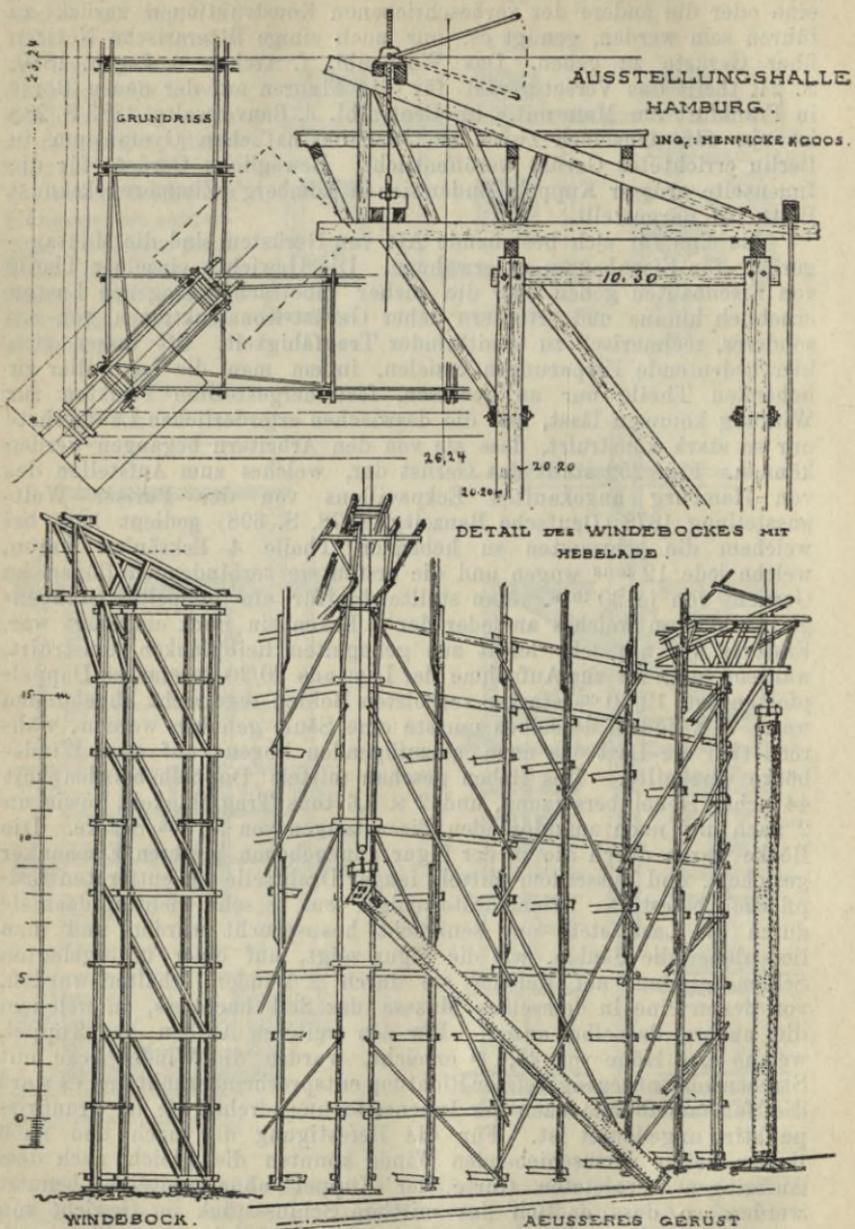
Benutzung desselben Grundgedankens für ein wagrecht bewegliches Hängegerüst hat sich dagegen, ebenso wenig wie die in Fig. 256 dar gestellte anderweitige Anordnung, in der Baupraxis einbürgern können.

Da für besondere Zwecke die Gerüst-Anordnungen immer auf die eine oder die andere der vorbeschriebenen Konstruktionen zurück zu führen sein werden, genügt es, nur noch einige litterarische Notizen über Gerüste zu geben. Das Wochenbl. f. Archit. u. Ingen. 1880, S. 21, theilt das Versetzgerüst für die Figuren auf der neuen Börse in Frankfurt am Main mit. Im Centralbl. d. Bauverwaltg. 1883 S. 288 ist ein für denselben Zweck am Joachimsthal'schen Gymnasium in Berlin errichtetes Gerüst veröffentlicht. Bewegliche Gerüste für die Innenseite grosser Kuppeln finden sich in Romberg's Zimmerwerkskunst Blatt 151 dargestellt.

Als eine für sich bestehende Art von Gerüsten sind die Montagegerüste für Eisenbauten zu erwähnen. Die Gewichte einzelner Theile von Eisenbauten gehen über die bisher inbetracht gezogenen Lasten erheblich hinaus und erfordern daher Gerüst-Konstruktionen von besonderer, rechnerisch zu ermittelnder Tragfähigkeit. Oft lassen sich hier bedeutende Ersparungen erzielen, indem man die Last aller zu hebenden Theile nur an gewissen, fest hergestellten Punkten zur Wirkung kommen lässt, und die dazwischen erforderlichen Laufgerüste nur so stark konstruirt, dass sie von den Arbeitern begangen werden können. Fig. 259 stellt das Gerüst dar, welches zum Aufstellen des von Hamburg angekauften Eckpavillons von der Pariser Weltausstellung 1878 (Deutsche Bauzeitg. 1878, S. 398) gedient hat, bei welchem die schwersten zu hebenden Theile 4 Ecksäulen waren, welche jede 12 tons wogen und die ersten sie verbindenden Bögen im Gewicht von je 20 tons. Man stellte hierfür ein doppeltes Stangen gerüst her, an welches an jeder der 4 Ecken ein Bock eingefügt war. Ersteres war nur sehr leicht aus genagelten Reihplanken konstruirt, während letzterer zur Aufnahme der Last aus 20/20 cm starken Doppelpfosten und 19/30 cm starken verbolzten Bohlen regelrecht abgebunden war. Mit jedem derselben musste eine Säule gehoben werden, während sich die Last des dann einzufügenden Bogens auf zwei Windeböcke vertheilte. Das Heben geschah mittels Doppelhebeladen mit 44 facher Hebelübersetzung, und 2 x 5,6 tons Tragfähigkeit, sowie an 2 nach und nach auszulösenden Eisenstangen von 30 mm Stärke. Die Böcke waren durch die in der Figur angegebenen hinteren Eisenanker gesichert, und ausserdem mittels langer Drahtseile an entfernten Erdpflocken befestigt. Nichtsdestoweniger war es sehr wichtig, dass sie durch die Last stets nur senkrecht beansprucht wurden und man liess daher die Säulen, wie die Figur zeigt, auf einer untergelegten Schiene gleiten, auf welcher sie durch 2 Winden erhalten wurden, von denen eine in demselben Maasse das Seil nachliess, in welchem die andere dasselbe anzog. Für den weiteren Aufbau der Kuppel, welche eine Höhe von 45,4 m erreicht, wurden die Windenböcke mit Streben von entgegengesetzter Richtung entsprechend erhöht und es ward die Hebeladenbühne nach der Innenseite umgedreht, wie im Grundriss punktirt angedeutet ist. Für die Befestigung der nach und nach immer weiter vorzuschiebenden Winde konnten die gleich nach dem Aufbringen vernieteten Gurte der Kuppel ohne weiteres benutzt werden, so dass endlich das mittlere Schlussstück im Gewicht von 20 tons von allen 4 Winden zugleich ohne Unfall in einem Tage aufgenommen werden konnte. Die Gesamtkosten der Einrüstung des ganzen Kuppelbaues haben nur 8500 M. betragen.

Einfacher gestalten sich die Montierungsgerüste für Hallen, welche die Verwendung eines verschiebbaren Gerüsts gestatten.

Fig. 259.



Als Beispiele sind in den Fig. 260 u. 261 zwei derartige Gerüste von den Wiener Weltausstellungsbauten mitgeteilt. Fig. 260 zeigt das

für die Montirung der Mittelgalerie des Ausstellungs-Palastes benutzte Gerüst, welches zugleich für die Anstreicher-Arbeiten dienen sollte

Fig. 260.

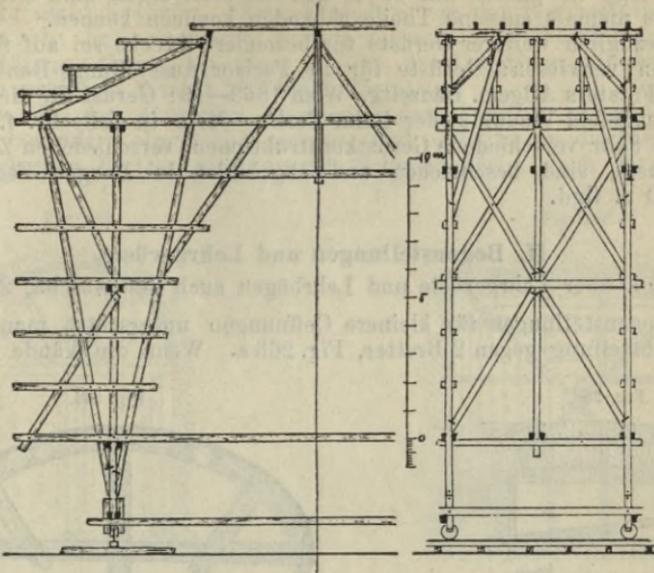
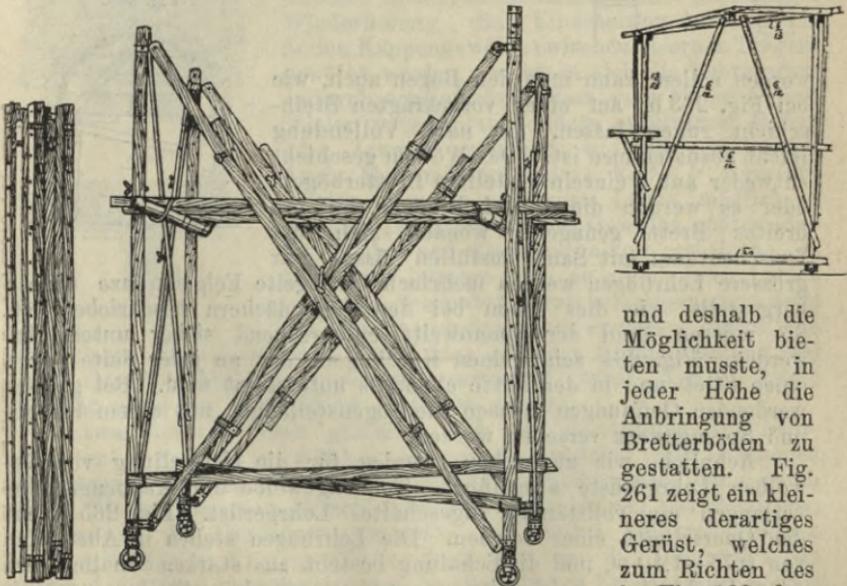


Fig. 262.

Fig. 261.



und deshalb die Möglichkeit bieten musste, in jeder Höhe die Anbringung von Bretterböden zu gestatten. Fig. 261 zeigt ein kleineres derartiges Gerüst, welches zum Richten des in Fig. 133 dargestellten Daches benutzt ist. Dasselbe war in 2 getrennten Hälften konstruirt, um in der Mitte eine Fahrbahn frei zu halten.

Ein Gerüst, das sich besonders für innere Arbeiten an Saalbauten usw. eignen dürfte, ist dem Unternehmer Massau in Köln unter No. 72738 patentirt worden und in Fig. 262 dargestellt. Dasselbe nimmt in zusammengeschobenem Zustande nur 30 cm im Quadrat ein, wiegt im ganzen nur 60 kg und ist stets fertig zum Transport, so dass niemals einzelne Theile abhanden kommen können.

Bezüglich weiterer Gerüste für besondere Zwecke sei auf folgende Quellen verwiesen: Gerüste für die Pariser Ausstellungs-Bauten von 1867, Försters Allgem. Bauzeitg., Wien 1868—69: Gerüst für die Pfeiler des Lengefeld-Viadukts der Bahn Berlin—Metz in Zeitschr. f. Bauw. 1880. Sehr verschiedene Gerüstkonstruktionen, verschiedenen Zwecken angepasst, sind beschrieben und abgebildet in Baugew.-Ztg. 1889 No. 40 u. flgd.

II. Bogenstellungen und Lehrgerüste.

(Vergl. über Lehrgerüste und Lehrbögen auch den Abschn. 223 ff.)

Bogenstellungen für kleinere Oeffnungen unterstützt man durch eine Absteifung gegen 2 Bretter, Fig. 263 a. Wenn die Wände geputzt

Fig. 263.

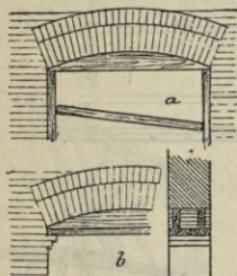


Fig. 264.

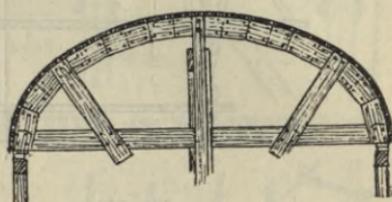
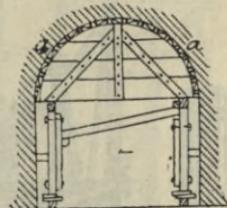


Fig. 265.



werden sollen, kann man den Bogen auch, wie bei Fig. 263 b, auf einer vorgekragten Steinschicht ruhen lassen, die nach Vollendung leicht abzustemmen ist. Das Wölben geschieht entweder auf 2 einzeln gestellten Bretterbögen, oder es werden die zwei Lehrbögen auf ein breites Brett genagelt, wonach sich der Zwischenraum mit Sand ausfüllen lässt. Für grössere Lehrbögen werden mehrfach vernagelte Felgenkränze ebenso hergestellt, wie dies schon bei den Bogendächern beschrieben ist. Sie müssen dann der Spannweite entsprechend sicher unterstützt werden. Fig. 264 zeigt einen Korbbogen, der an jeder Seite durch einen Stiel und in der Mitte ebenfalls unterstützt wird. Bei grösser werdenden Oeffnungen müssen die Bogenstellungen mit einem Hänge- und Sprengwerk versehen werden.

Ähnlich, wie angegeben, werden für die Herstellung von Gewölben Lehrgerüste ausgeführt. Tonnengewölbe und Kappengewölbe verlangen ein vollständig zugeschaltetes Lehrgerüst. Fig. 265 giebt den Querschnitt eines solchen. Die Lehrbögen stehen in Abständen von 0,75—1,10 m, und die Schalung besteht aus starken Schalbrettern oder Dachlatten, welche indess nur an einzelnen Stellen genagelt werden. Um diese Lehrgerüste vor der schliesslichen Beseitigung zunächst etwas lösen zu können, werden dieselben auf Keile gestellt, wie in

Fig. 265, oder auf eiserne Sandtöpfe, wie in Fig. 266. Um die Kosten der Einrüstung zu ermässigen, werden die unteren Wölb-schichten häufig ohne Einrüstung versetzt; oder es werden auch wohl bis zu einer entsprechenden Höhe über Kämpfer die Schichten wagrecht verlegt. Die Höhe, bis zu welcher die Wölb-schichten einer Unterstützung nicht bedürfen, hängt besonders von der Beschaffenheit des Mörtels ab: im ungefähren werden diejenigen Wölb-schichten ohne Unterstützung liegen, bei denen der von der Lagerfuge mit der Wag-rechten gebildete Winkel 20° nicht übersteigt.

Die in den Gewölben vorkommenden Stiechkappen müssen immer besonders eingeschalt werden, und es muss an die hieftür zu verwendenden Bretter die passende Schmiegefläche nach Maassgabe

Fig. 266.

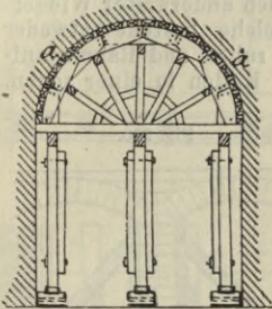


Fig. 268.

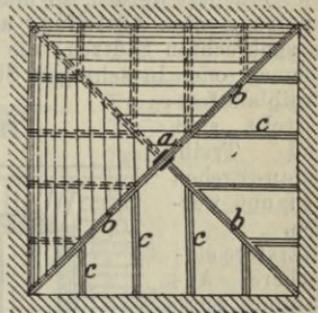
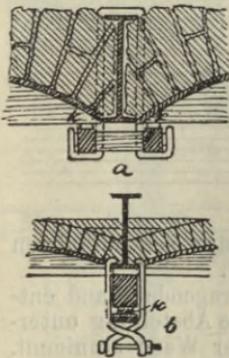


Fig. 267.



der Form des Hauptgewölbes angeschnitten werden. Dieselben vertheuern daher bei häufiger Wiederholung die Einschalung wesentlich. Sollen Kappengewölbe zwischen eisernen Trägern gewölbt werden, so lassen sich die Lehrgerüste dadurch vereinfachen, dass man sie nicht mit Stielen unterstützt, sondern an eisernen Haken und Zangen aufhängt, wie Fig. 267 zeigt. Auch hier müssen indess Keile *k* eingefügt werden, um ein vorheriges Lösen möglich zu machen. Soll ein solches Gewölbe später eine Gipsdecke auf Deckenschalung erhalten, so kann man letztere auch an angebolzten Latten oder mit Schrauben vorab befestigen, und dann die Gewölbeschalung ganz ersparen, indem man

auf einem losen Lehrbogen wölbt, der auf der Deckenschalung bei jeder Gewölbeschicht entsprechend vorgezogen wird. Nur die letzte Schicht muss aus freier Hand gemauert werden.

Etwas umständlicher gestaltet sich die Herstellung von Lehrgerüsten für Kreuzgewölbe. Es müssen zunächst die Gratbogen ausgetragen werden. Der Kreuzungspunkt derselben wird dann durch einen Pfosten, den sog. Mönch unterstützt; die kleinen Zwischenbögen werden an die Gratbögen genagelt. Bei steilen halbkreisförmigen oder spitzbogigen Kreuzgewölben pflegt man nur die Diagonalrippen durch Lehrbögen zu unterstützen; die eigentlichen Kreuzkappen werden dann aus freier Hand gemauert. In ähnlicher Weise findet auch die Herstellung von Stern- und Netzgewölben statt. Polygonale Kloster-

gewölbe müssen dagegen eingeschalt werden. Fig. 268 zeigt die hierfür nothwendige Aufstellung der Lehrbögen. Böhmisches Kappengewölbe erhalten in der Regel noch ein mal so viel Lehrbögen, wie der Grundriss Ecken hat. Diese werden sicher festgestellt; das Einwölben geschieht aus freier Hand.

Runde Kuppeln können, wenn sie nicht sehr flach sind, nach einer um die Mittelaxe der Kuppel drehbaren Schablone aus freier Hand gemauert werden, in jedem Falle ist dies für den unteren Theil möglich. Für Spiegel- und Muldengewölbe ist stets eine vollständige Einschalung nothwendig.

III. Absteifungen und Abspreizungen.

Soll ein tragender Mauerpfeiler oder Balken zeitweilig entfernt oder erneuert werden, so muss man bis zu dessen anderweiter Wiedereinsetzung eine Absteifung ausführen. Eine solche besteht entweder in senkrechten Stützen, die auf Doppelkeilen ruhen und Rähme aufnehmen, oder in schrägen Streben, welche auf Keilen in einer sogenannten Treibladefestgestellt sind und Treibladen-Streben benannt werden.

Erstere einfachere Absteifung zeigt Fig. 269 für einen Bogen, dessen Last zur Vornahme des Ausbruchs einer grösseren Oeffnung abgefangen werden soll. Die Steifen ruhen unten auf einer Schwelle; man kann in diesem Fall auch die Verkeilung entbehren, indem man die Steifen ein wenig schräg stellt und dann fest eintreibt. Fig. 270 zeigt eine ähnliche Absteifung, jedoch mit Verstrebung zum Uebertragen der Last auf die Seiten, da die Einstemmung eines Bogens mitten unter dem Fensterpfeiler vorgenommen werden soll.

Schwieriger wird die Arbeit, wenn man eine tragende Wand entfernen will. Man muss alsdann auf jeder Seite eine Absteifung unterbringen, welche oben durch Schienen die Last der Wand aufnimmt, bis die neuen Träger eingelegt sind. Fig. 271—273 zeigen eine derartige Anordnung, bei der an der einen Seite die Steifen auf einer Schwelle ruhen, welche von den, normal zur Wand liegenden Balken getragen wird. Auf der andern Seite der Figur ist gezeigt, wie man bei Balken, welche parallel zur Wand liegen, mittels kurzer Schwellen die Last auf 2 Balken vertheilt, ferner auch im Querschnitt, Fig. 273, wie man den Druck mittels besonderer Absteifung von hier auf die untere Balkenlage übertragen kann. Die neu zu verwendenden Träger müssen, wie in derselben Figur angedeutet ist, vorher so an Ort und Stelle gebracht werden, dass sie später leicht hoch genommen werden können. Die Steifen stehen unten auf Doppelkeilen, welche vorsichtig anzutreiben sind, da bei einem sonst eintretenden Anheben der Balkenlagen die Decken Risse bekommen würden.

Fig. 269.

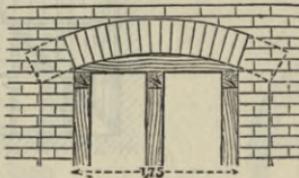


Fig. 270.

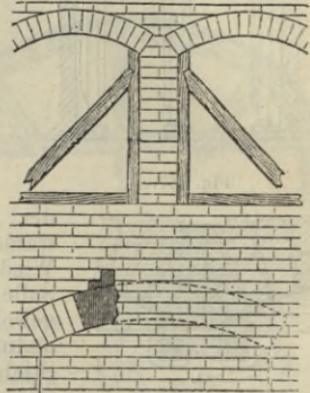


Fig. 271.

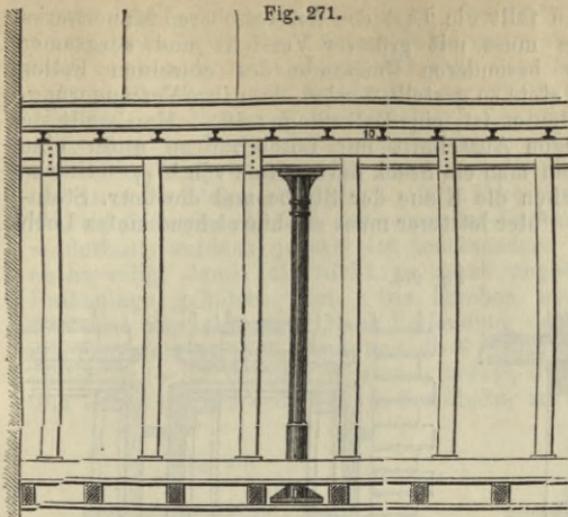


Fig. 272.

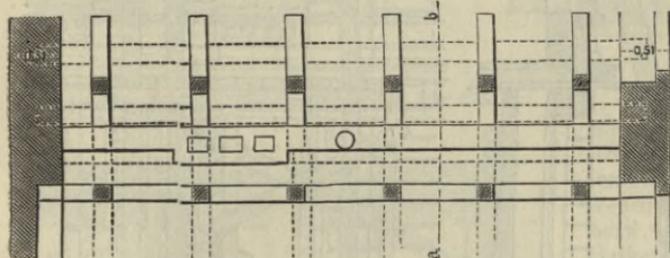
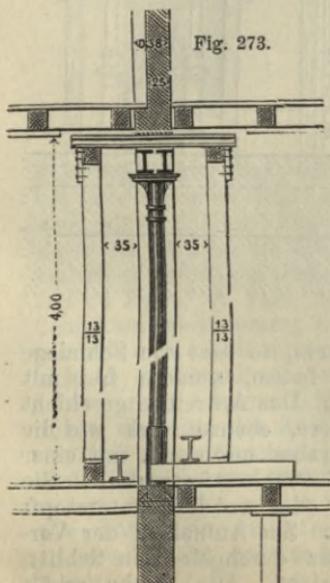


Fig. 273.



Mit noch grösserer Sorgfalt wie vorher muss eine Absteifung stattfinden, welche die Last einer ganzen Frontwand tragen soll. Eine senkrechte Unterfanlung nimmt auch hier die Last der halckenlage und des Bunächst darüber ziegenden Mauerwerks auf, während der übrige Theil mit der ganzen oberen Last der Frontwand einer Treibladen-Absteifung zufällt. Man

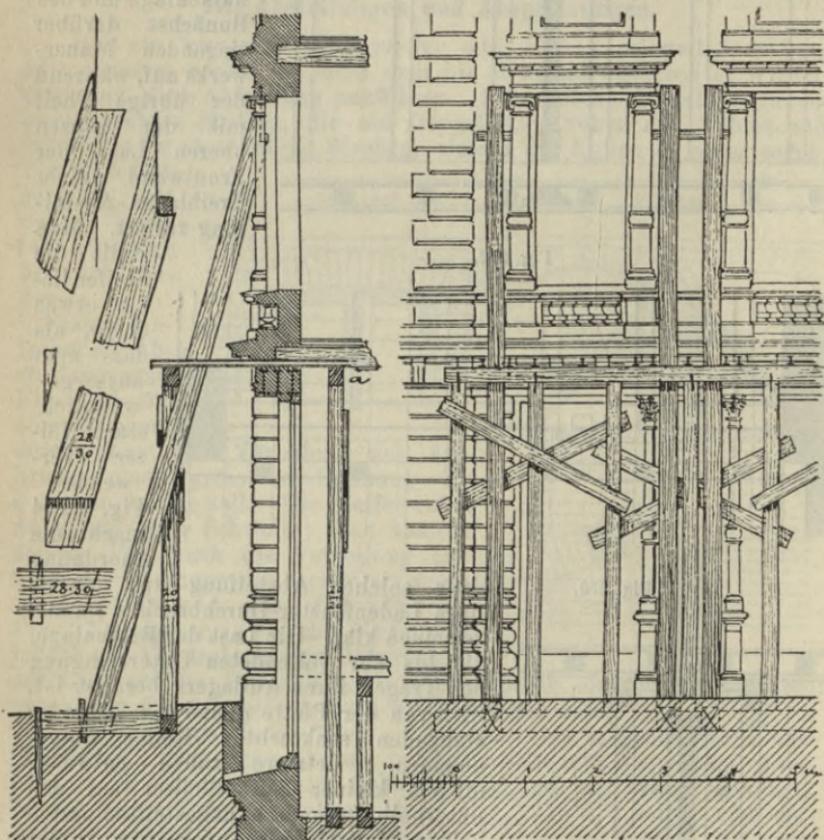
stellt die Steifen lieber etwas enger, als dass man aussergewöhnlich starke Hölzer verwendet.

Fig. 274 macht die Anordnung

einer solchen Absteifung zum Zweck eines Ladenfenster-Durchbruches im allgemeinen klar. Die Last der Balkenlage, die bis zur vollendeten Unterbringung der Träger ihres Auflagers beraubt ist, wird von der Pfette *a* und den darunter stehenden senkrechten Steifen aufgenommen. Letztere ruhen entweder mittels kleiner Schwellhölzer auf den unterhalb besonders abgesteiften ersten beiden Kellerbalken, oder, wie in der Figur angegeben, auf dem mitervn Kellerfussboden, bezw. auf festem Uassgrunde. Eine entsprechende Reihe senkrechter Steifen wird an der äusseren Seite der Front gestellt, und nimmt im Verein mit den erwähnten inneren Steifen mittels kurzer Querriegel, statt deren man sich mit Vortheil auch alter Eisenbahnschienen bedienen kann, die Last desjenigen oberen Mauerwerks auf, welches nicht durch die Treibladen-Streben abgefangen

werden kann. Letzteren fällt die Last des ganzen oberen Mauerwerks zu; ihre Unterbringung muss mit grösster Vorsicht und sorgsamer Berücksichtigung aller besonderen Umstände des einzelnen Falles stattfinden. Sie müssen stets so gestellt werden, dass ihre Verlängerung, wie in der Figur angedeutet ist, eine Balkenlage trifft. Man stellt sie mit einem rechtwinkligen Ausschnitt mit Lothschmiege unter eine Streckerschicht, nachdem man ein Stück hartes Holz von $\frac{12}{15}$ cm Stärke und 25 cm Länge zwischen die Klaue der Strebe und die betr. Steinschicht gebracht hat. Unter letzterer muss ein hinreichend tiefes Loch

Fig. 274.



zur Aufnahme des Strebenendes gestemmt sein, so dass die Schmiege beim Antreiben nicht mehr das Mauerwerk fassen, sondern frei mit dem Ausschnitt in die Unterlage greifen kann. Das Antreiben geschieht mittels Verkeilung in der Treiblade. Letztere, ebenso stark wie die Strebe und 1,5—2 m lang, wird ganz eingegraben und event. mit einer vorgerammten Bohle, sonst nur zwischen 6 Pfählen festgestellt. Sie muss auf gewachsenem Untergrunde ruhen oder so fest unterstopft sein, dass sie an allen Stellen voll aufliegt. Zur Aufnahme der Verkeilung erhalten die Treibladen einen ganz durchgelochten Schlitz, dessen Breite etwa $\frac{1}{3}$ ihrer Stärke entspricht. Die Strebe erhält

einen entsprechend starken Zapfen von 25 cm Länge und mit einer Vertikalschmiege. Vor letzterer wird der erste Keil mit dem breiten Ende nach unten eingesteckt und dann die Strebe mit einem zweiten Keil angetrieben. Die Keile sollen etwa 30 cm lang, oben 5—6 cm breit sein und aus hartem Holze bestehen. Bei kurzen Treibbladen ist das volle Holz am Ende mit einem Bolzen zu sichern. Ob die Last von der Strebe aufgenommen ist, lässt ein klingender Ton erkennen, den ein Hammerschlag hervor bringt. Diese Probe ist auch bei den Senkrecht-Steifen massgebend, und sie muss im Verlaufe der Arbeit mehrfach wiederholt werden; jedoch ist insbesondere bei letzteren Vorsicht nothwendig, damit sie nicht zu stark angetrieben werden und die Balkenlage gehoben wird. Die Streben werden mit angenagelten Brettern abgeschwertet. Nach Vollendung der Arbeiten sind zunächst die Senkrecht-Streben, und erst 4—6 Tage später die Treibbladen zu entfernen. — Es ist zum Ausrüsten besser, die Keile stecken zu lassen und lieber die Schwellen bezw. Treibbladen zu untergraben.

Fig. 275.

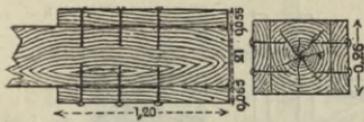


Fig. 276.

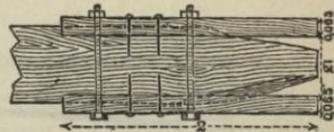


Fig. 277.

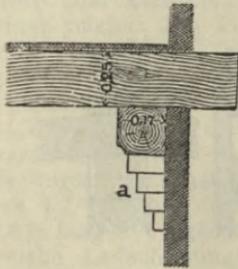
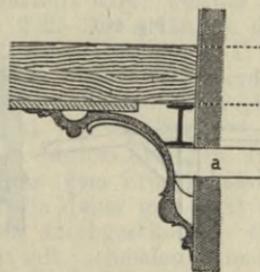


Fig. 278.



In Verbindung mit der Arbeit des Absteifens steht diejenige der etwa nothwendigen Erneuerung, bezw. Sicherung der Balkenaufleger. Letzteres ist stets von vornherein mit zu berücksichtigen, und es ist von besonderer Wichtigkeit, die alten Auflager der frei

gelegten Balken auf das Genaueste zu untersuchen. Fig. 275 zeigt die Verstärkung eines noch tragfähigen Balkenkopfes mittels aufgenagelter Bohlen; Fig. 276 zeigt einen bereits angefalteten Balkenkopf, bei welchem die Verstärkungsbohlen stets mit 2 durchgesteckten Bolzen zu befestigen sind. Scheint es nicht rathsam, die Balken ganz frei zu legen, so kann man auch, nach Fig. 277, einige vorgekragte Schichten einstemmen, und die Balken mit einem Wand-Unterzuge unterstützen. Soll dieser Unterzug nicht zu Gesicht treten, so lässt sich in der Regel ein eiserner Balken anwenden, den man, Fig. 278, hinter einer Gesims-Hohlkehle verstecken kann. Auch die Balkenanker sind bei der Ausführung eines Umbaues einer genauen Untersuchung zu unterziehen, und wo dies nöthig ist, neu zu befestigen. Stellt sich heraus, dass ein einzelner Balken ganz schlecht ist, so armirt man ihn seiner ganzen Länge nach mit Bohlen, sofern auf alle Fälle die darunter befindliche Decke erhalten bleiben soll. Anderenfalls ist vollständiger Ersatz durch einen neuen Balken überall vorzuziehen.

Ueber Erneuerung der vom Hausschwamm zerstörten Balkenlagen eines 4 geschossigen Hauses in Mannheim, ohne dass dabei das Haus geräumt werden musste, und ohne dass Schalung und Deckenputz fortgenommen wurde, ist eine ausführliche Mittheilung in der Deutschen Bauztg. 1885, S. 500 enthalten. In den zunächst „ausgeräumten“ Decken wurden, vor Fortnahme der Holzbalken I-Träger (je 1 zum Ersatz von 2 Holzbalken) gelegt, dann die Holzbalken in kurze Längen zerschnitten, die man mittels Winden zur Seite drückte, so dass sich die Schalungsnägel sanft auszogen. Alsdann legte man zu einer Seite je eines Eisenbalkens ein starkes Bohlstück, welches an Zwischen-eisen aufgehängt wurde und an diesen Bohlstücken wurden die Schalbretter usw. jedes mit zwei Holzschrauben wieder sicher befestigt. Zwischen den Eisenträgern wurden alsdann Kappen eingezogen und durch übergelegte Schwellhölzer die Grundlage für die Parkett-Fussböden geschaffen. Die vom Architekten Manchot bewirkte Ausführung wird als „sehr gelungen“ bezeichnet.

In ähnlicher Weise, wie oben beschrieben, wird auch die Ab-

Fig. 279.

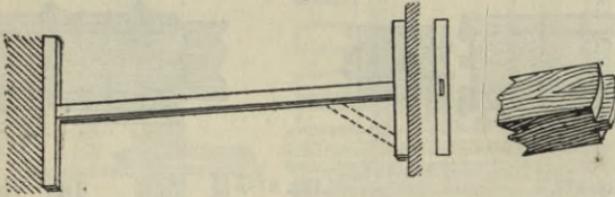
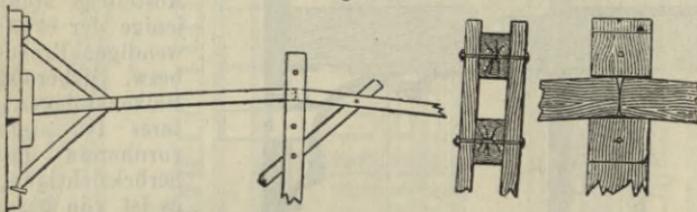


Fig. 280.

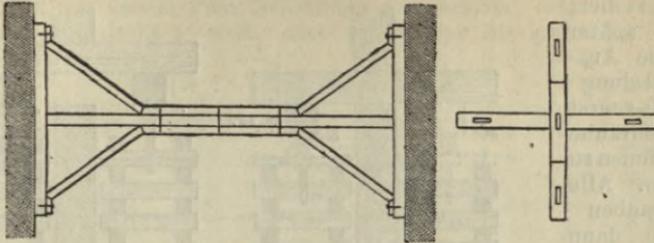


stiefung von Gewölben vorgenommen; doch verwendet man für diesen Fall häufig Steifen mit untergesetzten Schrauben; hierzu sei auf einen Sonderfall verwiesen, der in Deutsche Bauzeitg. 1882, S. 257 beschrieben ist. —

Soll bei geschlossener Bebauung ein zwischen 2 anderen Häusern stehendes drittes Haus niedergelegt werden, so ist es nothwendig, die Giebelwände der Nachbarhäuser gegen einander abzuspreizen, bis das neue Zwischenhaus die Lücke wieder gefüllt hat. Für diese Arbeit werden gleich während des Abbruchs in Abständen von etwa 8—10 m Balken so von Länge geschnitten, dass sie in wenig schräger Richtung mit runden Zapfen, wie Fig. 279 zeigt, zwischen 2 „Klebhölzer“ getrieben werden können. Die Abspreizung darf nur an solchen Stellen vorgenommen werden, wo in den Nachbarhäusern eine Balkenlage oder eine stärkere Scheidewand die Giebelwände vor dem Eindrücken sichert. Da gewöhnlich die alten Balken vom Abbruch zu Spreitzen verwendet werden, so ist es oft vorzuziehen, sie aus 2 Stücken herzustellen; Fig. 280 zeigt diese Anordnung. Die Stossflächen sind leicht abgerundet und darüber liegt ein Zangengeschränk, welches

gesenkt wird und, in diesem Zustand befestigt, die Spreizbalken gegen die Giebelwände drückt. Eine noch weiter gehende Anordnung mit Sprengbändern nach allen 4 Seiten zeigt Fig. 281. Sind mehre

Fig. 281.



Spreitzen wagrecht oder senkrecht neben einander angeordnet, so verbindet man dieselben vortheilhaft durch angenagelte Dielen, wodurch eine grössere Steifigkeit erzielt wird.

IV. Heben und Bewegen von Bauwerken.

Die Vorkehrungen zum Bewegen von Bauwerken von ihrer Stelle sind zwar den jeweiligen Verhältnissen genau anzupassen; gemeinsam ist denselben jedoch, dass das betr. Bauwerk von seinen Fundamenten losgelöst und darnach auf einen besonders konstruirten Unterbau von Holz- oder Eisenwerk gestellt wird, welcher auf den festen Baugrund hinab reicht. Die Fig. 282—286 erläutern diese Arbeit an dem Beispiel eines Hauses, welches in Buffalo, N.-Y. im Juli 1882 um 1,52 m gehoben und um 10,66 m verschoben worden ist.¹⁾ Das massive 4geschossige Haus hatte eine Länge von 27,45 m, bei einer Tiefe von 24,5 m und einem Gewicht von rd. 2300 tons. Die Umfassungsmauern waren 0,4 m und die zu unterstützenden Innenmauern 0,3 m stark. Es wurden zunächst unter dem Erdgeschoss-Fussboden in Abständen von 1,2 m Löcher durch die Mauer gestemmt und die 30/30 cm starken, 2,4 m langen Tragebalken durchgeschoben. Die Frontwand, Fig. 284, welche Ladenöffnungen mit schmalen Fensterpfeilern und eisernen Säulen enthält, hätte hierfür eigentlich zunächst abgesteift werden müssen; doch liess sich diese Arbeit umgehen, indem man bei den Säulen und Pfeilern überall zunächst das halbe Fundament freistemmte, hierunter zwei Längsschwellen auf zwei Tragebalken brachte, und, nachdem die Last von diesen durch Unterkeilung aufgenommen war, die zweite Hälfte ebenso unterling. Nachdem die Tragebalken durchgeschoben waren, wurde der Grund rings um die Mauern für den Aufbau des Netzwerkes ausgehoben. Letzteres besteht aus 0,9 m langen Querhölzern und Längshölzern von unbestimmter Länge, beide 10/15 cm stark. Fig. 282 a zeigt den Zustand, bei dem das erste Stadium des Unterbaus erreicht ist. Alle Hölzer müssen auf das Sorgfältigste überall voll aufliegend und wagrecht verlegt werden. Ist die Höhe von Fig. 282 a erreicht, so wird die bei b gezeigte Tragschwelle unter die durchgeschobenen Balken gebracht, welche die obere Last mittels der dazwischen gestellten Schrauben mitten auf den Netzwerkunterbau überträgt. Die eisernen Schrauben sind in

¹⁾ Artingstall, Raising and moving of buildings bodily.

Fig. 283 in grösserem Maasstabe dargestellt. Sie werden in Muttern mit seitlichen Ansätzen, die in eine 10 cm starke Eichenholzbohle eingefügt sind, bewegt. Unter jedem Tragebalken müssen auf jeder Seite zwei Schrauben stehen, um später für die Auswechslung überall zuerst eine Schraube fortzunehmen zu können. Alle Schrauben werden dann soweit angezogen, dass sie die ganze Last des Gebäudes gerade

aufnehmen, ohne aber dasselbe zu heben. Sind alle Schrauben gesetzt, so gruppirt man die Arbeiter paarweise an je 2 Schrauben unter einem Tragebalken. Es sind so viele Arbeiter erforderlich, dass auf jeden derselben nicht mehr als 12—14 Schrauben kommen. Auf ein gegebenes Kommando ziehen

Fig. 282.

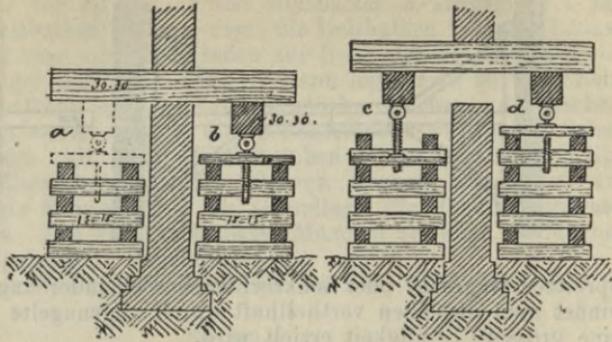


Fig. 283.

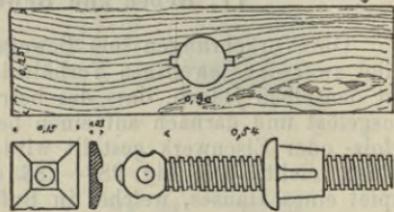
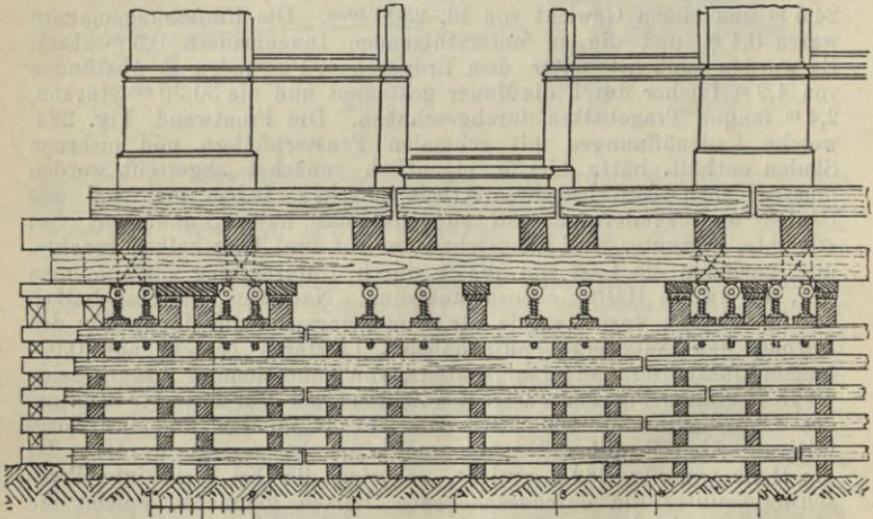


Fig. 284.



alle Arbeiter ihre Schraube um eine halbe Windung an, wozu sie sich eines langen Schlüssels bedienen. Nachdem das Kommando so oft wiederholt worden ist, dass jedes Paar von Arbeitern die ihm

zugewiesenen Schrauben um eine halbe Windung angezogen hat, wiederholt sich der Vorgang. Wenn alle Schrauben um etwa 30 cm höher gerückt sind, müssen sie ausgewechselt werden. Fig. 282c stellt diesen Zustand dar. Man legt zwischen die Schraubenbohlen eine neue Reihe kurzer Querbalken, darüber zwei neue Längsbalken, nimmt dann von jedem Paar Schrauben eine heraus, setzt sie an die neue Stelle und dreht so weit, dass sie wieder die ganze Last auf-

Fig. 285.

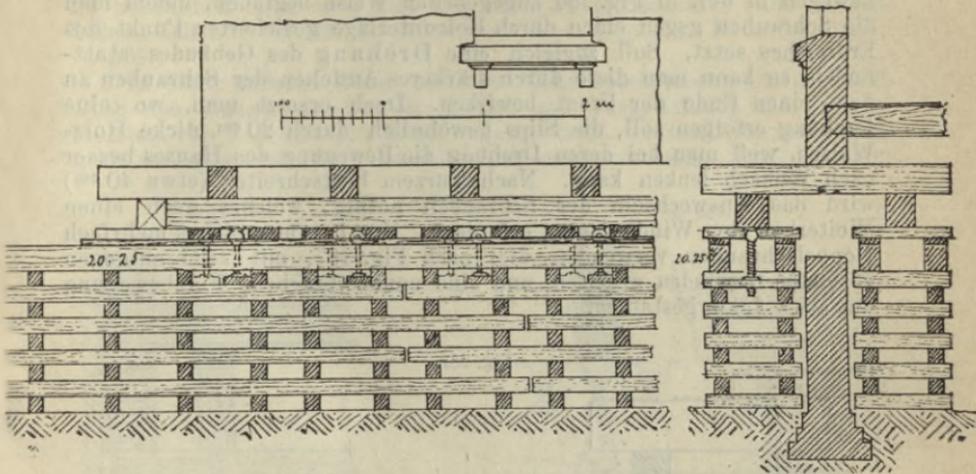
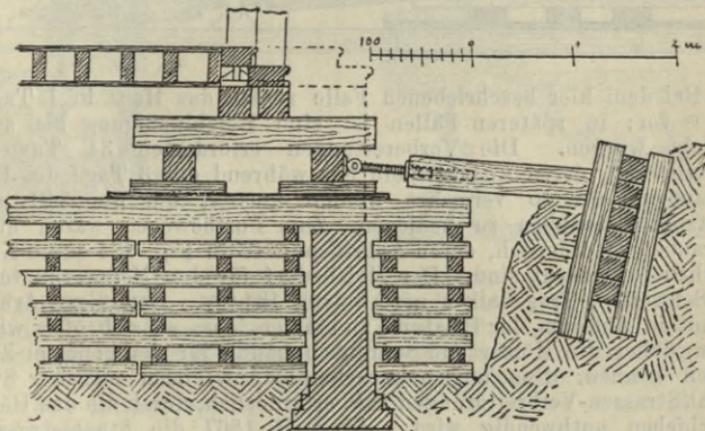


Fig. 286.

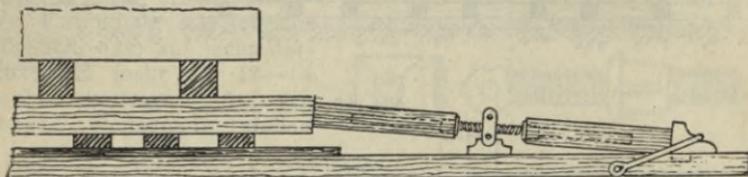


nimmt. Hierauf wird mit der zweiten Schraube jedes Paares ebenso verfahren und kann alsdann das Aufschauben von neuem beginnen.

Wenn das Gebäude um die gewollte Höhe gehoben ist, werden, wie Fig. 285 ersichtlich macht, noch einmal Querhölzer auf den Netzwerkunterbau gebracht, und hierauf $20\frac{0}{25}$ cm starke Gleitbalken verlegt. Dieselben haben gehobelte Oberfläche, müssen möglichst lang sein, und werden in den Stößen durch beiderseits angebolzte Bretter fest verbunden. Sie erstrecken sich — wenn auch nicht in einer

Länge — bis auf den neuen Standort des Gebäudes auf dem ebenfalls bis dahin verlängerten Netzwerkunterbau und müssen sehr genau verlegt werden. Man bestreicht sie sorgfältig mit Talg oder Seife und bringt unter das Gebäude 2,5 cm starke gehobelte Eichenholz-Bretter. Hierauf wird, wie ebenfalls aus Fig. 285 ersichtlich ist, überall eins von den Schraubenpaaren entfernt, und der Zwischenraum bis unter die Schwelle mit 10/13 cm starken, 0,9 m langen Eichenholz-Blöcken fest verkeilt. Haben diese die Last aufgenommen, so entfernt man auch die zweite Schraube aller Paare und es kann nun das Fortbewegen in der, in Fig. 286 angegebenen Weise beginnen, indem man die Schrauben gegen einen durch Holzunterlage gesicherten Punkt des Erdreiches setzt. Soll zugleich eine Drehung des Gebäudes stattfinden, so kann man diese durch stärkeres Anziehen der Schrauben an dem einen Ende der Front bewirken. Doch ersetzt man, wo eine Drehung erfolgen soll, die Slips gewöhnlich durch 20 cm dicke Holz-Walzen, weil man bei deren Drehung die Bewegung des Hauses besser nach Wunsch lenken kann. Nach kurzem Fortschreiten (etwa 40 cm) wird das Auswechseln der Schrauben nöthig, welches auch einen Weiterbau des Windenlagers erfordert. Man hat neuerdings mehrfach Doppelschrauben verwendet, die, nach Fig. 287, mit zwei entgegen gesetzten Gewinden arbeiten, und eine ununterbrochene Fortbewegung um etwa 1,8 m gestatten.

Fig. 287.



Bei dem hier beschriebenen Falle rückte das Haus in 1 Tag um 3,66 m vor; in späteren Fällen ist eine Beschleunigung bis zu 6 m erreicht worden. Die Vorbereitungen erforderten 34 Tage mit 15 Arbeitern, deren Anzahl dann nur während der 3 Tage des Hochschraubens auf 45 vermehrt werden musste, um die 540 untergesetzten Schrauben zu bedienen. Zum Fortbewegen waren nur 12 Schrauben erforderlich, deren Angriffspunkte in Fig. 284 durch Kreuze ersichtlich gemacht sind. Der Holzbedarf für den Netzwerkunterbau, die Schwellen, Tragebalken usw. betrug 184 cbm. Derartigen Arbeiten kommt in Amerika der Umstand zu statten, dass sie sich öfter wiederholen, daher die Hölzer und Schrauben häufig für den gleichen Zweck dienen können. Das ungemein schnelle Anwachsen mancher Städte macht Strassen-Verbreiterungen usw. erforderlich, durch die das Häuserverschieben nothwendig wird. Als z. B. 1867 die Staatsstrasse in Chicago von 24,2 m auf 30,5 m verbreitert, und zum Schutz gegen die jährlich wiederholten Wasserschäden wesentlich erhöht werden musste, sind auf einer Länge von 5 km viele drei- und viergeschossige Häuser auf die angegebene Weise gehoben und verschoben worden.

In Fig. 288 ist noch die Anordnung des Fundamentunterbaues für ein eingebautes Haus gezeigt, bei dem man die Last der Giebelwände von kontinuierlichen Balken aufnehmen lässt, welche 30—35 cm stark sind, und in Entfernungen von 0,9 m unter die Last gebracht werden. Die grösste derartige Arbeit war die Verschiebung des

Pelham-Hotels in Boston im Jahre 1881. Das Gebäude hat 7 Geschosse, ruht unten auf mächtigen Granitsäulen, und wiegt rd. 5000 tons. Dasselbe sollte 4 m weit zurückgeschoben werden, wozu die Vorbereitungen in 2½ Monat mit 4351 Tagewerken ausgeführt wurden. Weder der Hotelbetrieb noch jemand von der Bewohnerschaft ist dabei auch nur einen Augenblick gestört worden. Gas- und Wasserrohrleitungen waren durch Einlegung biegsamer Stücke verlängert, so dass auch sie während des Fortschiebens in Wirksamkeit erhalten werden konnten. Letzteres geschah in zwei Tagen mit 56 Schrauben etwa nach Fig. 286 durch Menschenkraft. Die Kosten haben sich auf 120,000 M. belaufen. (S. a. Deutsche Bauzeitg. 1881, S. 585.)

In einer anderen Weise, als vorstehend beschrieben, ist im Jahre 1888 das Brighton-Beach-Hotel auf Covey-Island, ein grosser Holzbau von 4 Geschossen-Höhe, welcher durch die See-Unterspülungen gelitten hatte, um 180 m landeinwärts versetzt worden. Das Gebäude

Fig. 288.

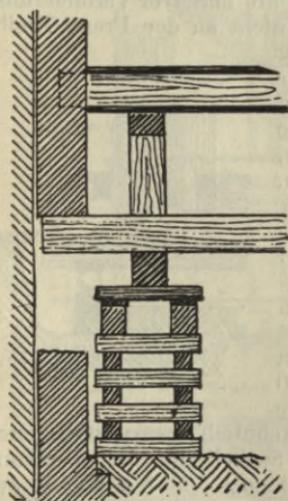
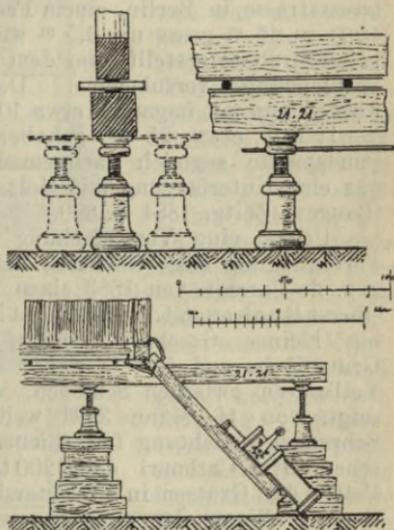


Fig. 289.



ward mittels Schrauben um 2,5 m gehoben; alsdann führte man 24 Schienengleise normaler Spurweite darunter, auf die man 122 Wagen mit Plattformen, in 24 kurze Züge vertheilt, brachte. Nunmehr wurde durch Lösen der Schrauben das Gebäude auf die Wagen gestellt und alsdann spannte man vor die Züge 6 schwere Lokomotiven, mittels welcher das Gebäude an seinen neuen Standort gerückt ward.

Das Gelingen dieser Arbeiten hängt wesentlich von dem fast peinlich sorgsamem Aufbau der Netzwerkunterfangung, und der Unbeweglichkeit des Untergrundes ab. Die Schnelligkeit und Leichtigkeit der Bewegung ist stark beeinflusst von der Witterung; bei staubigem Wetter wird es mitunter unmöglich, das Schmiermaterial auf dem Holze rein zu erhalten. Die Leitung der Arbeiten muss eine vollkommen einheitliche, und der Betrieb ein übersichtlicher sein.

In Europa sind bisher grosse bezügliche Ausführungen dieser Art nicht vorgekommen. Fig. 289 zeigt die betr. Vorkehrungen für

das im Jahre 1880 mit Schrauben gehobene Stationsgebäude der Köln-Düsseldorfer Dampfschiffahrts-Gesellschaft in Mainz, nach einer Mittheilung im Wochenblatt für Arch. und Ing. 1881, S. 68. Das Haus, ein Fachwerkbau von 8 m zu 32 m wog 50 tons. Es musste 1,75 m gehoben und dann 10,21 m nach Osten und hierauf 11,25 m nach Süden verschoben werden. Ersteres geschah mit 24 Schrauben, letzteres auf eisernen Walzen von 30 cm Länge, und 3,5 cm Durchmesser, mit zwei Zahnstangen-Winden. 5 Mann gebrauchten zu den Vorarbeiten fünf Tage, zum Hochheben fünf Tage, zur Bewegung nach Osten acht und zu derjenigen nach Süden sieben Tage, und somit zur Beendigung der ganzen Arbeit 25 Tage. Thüren und Fenster wurden geschlossen gehalten und blieben ohne Schaden. Die Kosten betragen 1100 M.

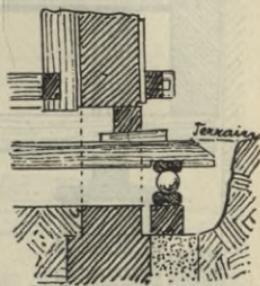
Bei Gebäuden geringer Güte ist es nothwendig, die Fenster heraus zu nehmen, die Oeffnungen auszusteifen, und den ganzen Verband durch Hinzufügung von sicher befestigten Diagonal- und Querzangen zu sichern.

Bei der 1884 vorgenommenen Hebung der Schulbaracke in der Grenzstrasse in Berlin, einem Fachwerkbau mit massiver Verblendung, 15 m zu 45 m gross um 1,5 m wurden ausserdem an der Front Treibladen-Streben gestellt, um dem Ablösen der Verblendung vorzubeugen. Das Gebäude wurde dann mit imganzen etwa 100 Schrauben in 1 Tag etwa 25 cm gehoben. Da die Fundamente sogleich nachgemauert wurden, war eine Unterfangung mit Holz entbehrlich. (Baugew. Zeitg. 1884 S. 890.)

Ueber eine Vereinfachung bezgl. der Fortbewegung eines Gebäudes theilt die Rev. gén. de l'archit. von 1883 einen Versuch des Oberst Rochas mit. Derselbe hat in Remoratin ein kleines Geschoss-Magazin von 16^{qm} Grundfläche und 50 t Gewicht, auf eisernen Vollkugeln zwischen Schienen, wie Fig. 290 zeigt, von 16 Mann 35 m weit ohne alle Schraubenvorrichtung fortschieben lassen. Aehnlich transportirte auch schon Graf Carbouri den 1200 t schweren Sockel für das Denkmal Peters des Grossen in St. Petersburg auf Schienen und Vollkugeln aus Bronze. Wenn aber auch zugegeben werden muss, dass für die Fortbewegung auf Kugeln nur $\frac{1}{80}$ des Gewichts der fortzuschaffenden Masse als Kraftleistung erforderlich ist, so liegt dennoch bezgl. der Verschiebung von Bauwerken kein grosser Vortheil in dieser Ersparniss, da das Unterfangen und Aufsetzen des Hauses auf ein besonderes Fundament die Hauptarbeit bleibt. Danach aber lässt sich die Bewegung auch auf Slips oder Walzen mit wenigen Schrauben leicht bewerkstelligen.

Bei Gebäuden usw. von nicht grosser Grundfläche, hat man mehrfach mit Vortheil statt der Schrauben Wasserdruck-Pressen benutzt. Diesem Vorgehen steht bei grösseren Bauwerken nur die sehr erhebliche Zahl von Pressen entgegen, welche erfordert wird, und die das Unternehmen unverhältnissmässig vertheuert. Als Beispiel sei die Verwendung von 12 Wasserdruck-Pressen zur Hebung und Drehung des Kreuzbergdenkmals in Berlin um 8 m im Jahre 1878 angeführt. Das Denkmal, eine 18,4 m hohe eiserne Spitzsäule, ruht auf einem Mauerkörper aus Kalkstein von 3 m Höhe und 10 m Durchmesser. Unter letzterem wurden die Pressen so vertheilt, dass

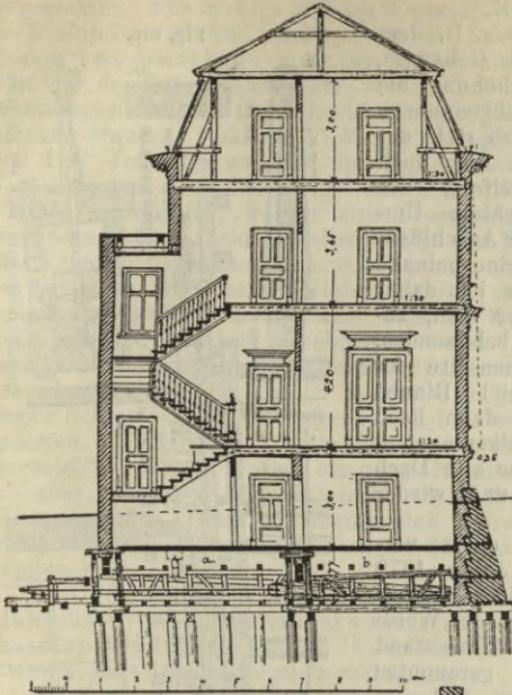
Fig. 290.



4' in der Peripherie eines Kreises von 0,70 m und 8 in derjenigen

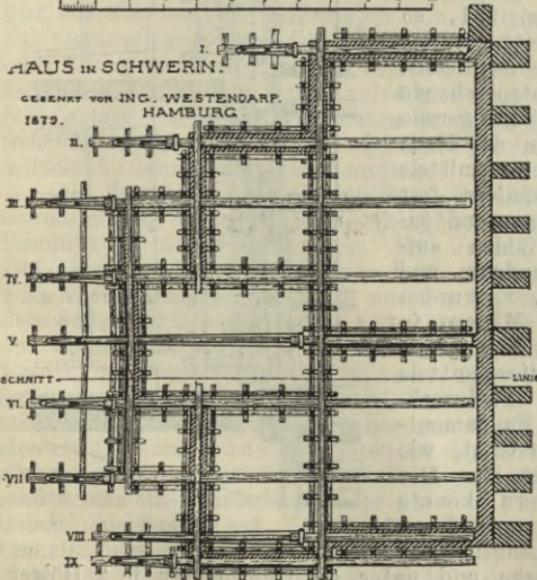
eines Kreises von 1,58 m Halbm. aufgestellt waren. Jede Presse hob 16 t bei einer 4000 fachen Uebersetzung der Kraft an den Pumpen. Behufs der Drehung des Monumentes um $20^{\circ} 46'$ waren die Presszylinder, den Boden nach oben gekehrt, aufgestellt, die Kolben also fest stehend. Letztere waren oben kugelförmig abgerundet und nur mit einem kurzen Längentheil zylindrisch gestaltet. Wenn daher die Presszylinder die höchste Stellung erreicht hatten, hörte die Führung in senkrechter Richtung auf und konnte durch Hinzutritt einer Seitenkraft ein Kippen erzielt werden, welches, wenn die Kippkante entsprechend gelegt ward, zu einer Drehung führte. Diese Kippkante war in eiserne Teller gelegt, die man zwischen Fundament und Pressen einfügte. Näheres über die Einrichtung s. Deutsch. Bauztg. 1878 S. 402.

Fig. 291.



HAUS IN SCHWERIN.

GEZEHNT VON ING. WESTENDARF.
HAMBURG.
1879.



Einzelne Theile von Bauwerken sind ausserdem, wo man sie zweckmässig aufstellen konnte, mit Vortheil mittels Hebeln gehoben worden. Als Beispiel kann die Hebung von 3 gekuppelten eingleisigen Gitterträgern der Wittenberger Elbbrücke die 1887 nach dem Bahnhofs-umbau nöthig wurde, erwähnt werden. Jeder dieser Träger wog

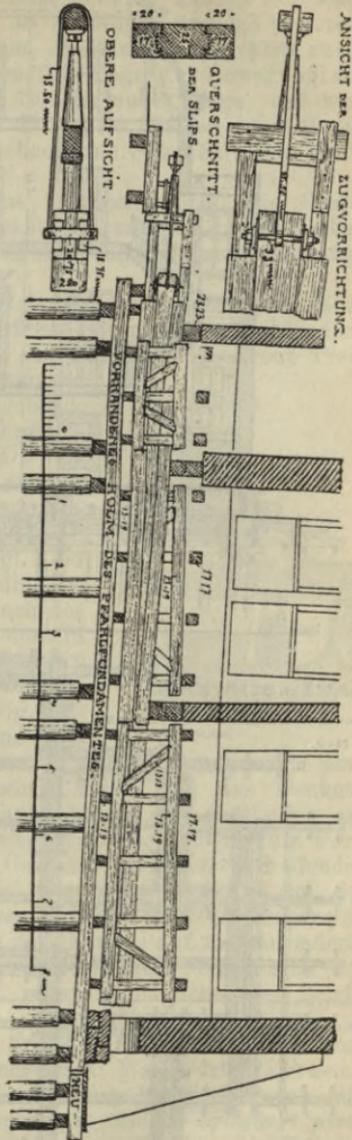
1887 nach dem Bahnhofs-umbau nöthig wurde, erwähnt werden. Jeder dieser Träger wog

80 t und wurde von 32 Hebeladen, von denen 8 an jedem Ende und 19 in der Mitte vertheilt waren, in $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden 0,94 m hoch gehoben. (Deutsche Bauzeitg. 1881 S. 525.) Die Kosten der Hebung für alle 3 Träger betragen 4500 M.

Bei kleinen Lasten, z. B. dem hölzernen Dachwerk eines Gebäudes, welches während der Erhöhung um ein Geschoss nicht abgenommen werden soll, wird man sich stets der Schraubensätze bedienen. Aber auch bei guter Zangenversteifung des Dachwerks ist eine spätere Umdeckung schon wegen der Anschlüsse an Giebel und Schornsteine beinahe immer nothwendig. Es ist daher meist zweckmässiger, vor dem, zunächst unberührt zu belassenden, alten Dach an der Innenseite der Frontwand vorübergehend Rinnen anzuordnen, die Wände dann hoch zu führen, die neue Balkenlage zu legen, und erst dann das alte Dach rasch neu aufzustellen und wieder einzudecken. —

Das Geraderichten eines versackten Hauses ist im Jahre 1879 von Westendarp bei einem Wohnhause in Schwerin in folgender Weise ausgeführt worden. Das Haus stand auf einem mangelhaft gerammten Pfahlrost und war, Fig. 291, so gleichmässig an einer Seite gesackt, dass man sich dazu entschliessen konnte, es durch entsprechende Senkung der anderen Seite gerade zu richten. Zuerst wurde das Haus auf der gesunkenen Seite mittels einer Reihe von Strebepfeilern fest gestellt, welche auf neuen und zuverlässig gerammten Pfählen aufgemauert wurden: Grundriss und Schnitt, Fig. 291 u. 292. Es wurden dann durch sämtliche Mauern in Entfernungen von 0,70 bis 0,90 m Tragehölzer geführt und diese mittels einer beiderseitigen Fachwerkverbauung, die auf den Fundamentholmen ruhte, so unterstützt, wie bei *a* in Fig. 291 gezeigt ist. Der untere Theil der Mauern konnte nun entfernt werden, worauf an dessen Stelle unter die Längsmauern Träger von $22/23$ cm Stärke und unter die Quermauern je 2 Hölzer gebracht werden konnten, zwischen die man einen mit Talg und Seife eingeschmierten Keil legte, dessen Stärke und Steigung der vorzunehmenden Senkung für jede Mauer genau angepasst war. Die Gleit-

Fig. 292.



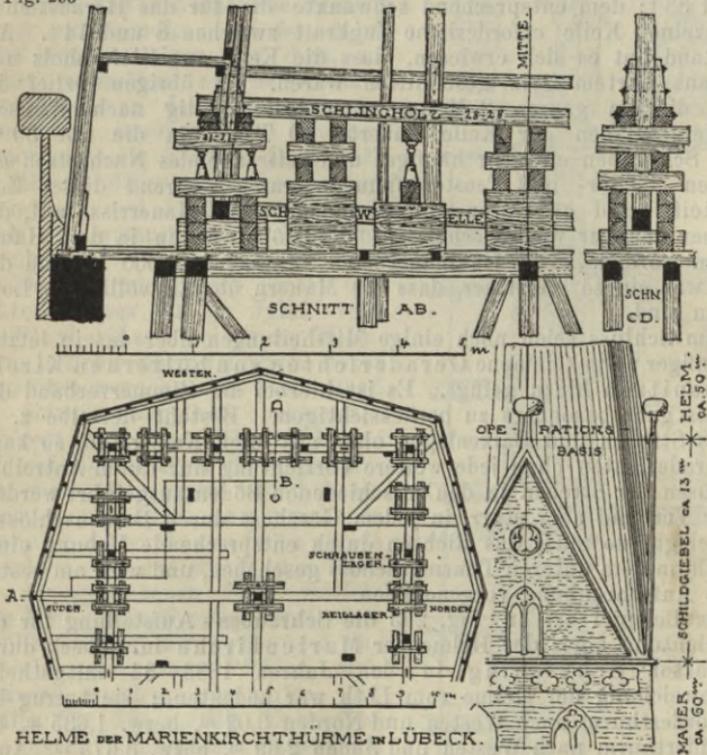
flächen des Keils waren zur Vermeidung der Reibung mit Eisen beschlagen. Die Hölzer nahmen jetzt die ganze Last der Mauern auf, und die Fachwerkverbauung wurde beseitigt und von neuem so wieder hergerichtet, wie in Fig. 291 bei *b* gezeigt ist. Alle Stiele sind um die Keildicke verkürzt, und nehmen die Last der Traghölzer in den Mauern erst wieder auf, wenn die Keile heraus gezogen sind. Fig. 292 zeigt in doppeltem Maasstabe rechts den zum Theil schon wieder angezogenen Keil II und die in diesem Theil wieder ins Loth getretenen Mauern, links im Vordergrund den noch nicht beseitigten Keil III. Das Herausziehen der Keile geschah mittelst Schrauben. Wie aus dem Grundriss Fig. 291 ersichtlich ist, waren im ganzen 9 Keile erforderlich, welche eine Gesamtbelastung von 456 t aufzunehmen hatten. Die Einzelbelastung der Keile wechselte zwischen 49 und 88 t; dem entsprechend schwankte die für das Herausziehen der einzelnen Keile erforderliche Zugkraft zwischen 8 und 14 t. Als Uebelstand hat es sich erwiesen, dass die Keile aus Kiefernholz und nicht aus hartem Holz geschnitten waren. Im übrigen verlief die Arbeit, die im ganzen 2 Monate erforderte, völlig nach Wunsch. Das Herausziehen der Keile dauerte 10 Tage, da die nur 30 cm langen Schrauben ein sehr häufiges und zeitraubendes Nachsetzen erforderten. Thür- und Fensteröffnungen waren während dieser Zeit ausgesteift, und es traten einige unbedeutende Mauerrisse auf, die sich aber nachher wieder schlossen; die Möbel waren in dem Hause belassen worden. Die Gesamtkosten betragen 18 000 M. und der Erfolg war ein so günstiger, dass die Mauern überall völlig ins Loth getreten sind.

Zum Schluss seien noch einige Mittheilungen über das in letzter Zeit häufiger vorgekommene Geraderichten von hölzernen Kirchturmspitzen hinzu gefügt. Es ist hierbei der Zimmerverband des Thurmes ganz besonders zu berücksichtigen. Besteht derselbe z. B. nur aus Streben und Balkenlagen ohne mittleren Kaiserstiel, so kann das Geraderichten ohne jede weitere Vorrichtung nur durch Antreiben oder Lösen der Streben in den verschiedenen Böden ausgeführt werden. Ist der Verband aber starr, in jedem Geschoss durch Balkenschlösser fest gelegt, so muss das Richten durch entsprechende Hebung einer Schwelle in dem unteren Thurmggeschoss geschehen, und wird am besten mittels Aufschraubung vorgenommen.

Als Beispiel ist in Fig. 293 die Schrauben - Aufstellung für die Geradrichtung eines der Helme der Marienkirche in Lübeck durch Baudirektor Schwiening in den Jahren 1883—84 mitgetheilt. Die Abweichung der Helme vom Loth war bedeutend; sie betrug bei dem Norderthurm nach Westen und Norden 3,02 m, bzw. 1,635 m, bei dem Süderthurm nach Westen und Süden 2,69 m, bzw. 3,675 m. Auch das Schaftmauerwerk war bei dem erstgenannten Thurm 1,18 m, bzw. 1,88 m, bei dem zweiten 0,97 m, bzw. 1,61 m aus dem Loth gewichen an dessen Geradrichtung indessen der Kosten und Gefahr wegen nicht zu denken. Es konnte sich daher nur darum handeln, die Helme zu richten. Hierzu wurde als Plattform der Boden oberhalb der Schildgiebel gewählt. Nachdem die Balkenlage entsprechend verstärkt war, stellte man die Schrauben in der aus dem Grundriss Fig. 392 ersichtlichen Anordnung auf. Für jeden Helm wurden 24 Schrauben gebraucht, von denen 2 unter dem Kaiserstiel angebracht waren. Die Auswechslung der Schrauben wurde sehr einfach durch Keillager ermöglicht, welche, wie der Schnitt *ab* zeigt, zwischen je 2 Schraubensstellungen angeordnet waren. Schnitt *cd* macht deutlich, wie durch Antreiben der Keile nach jeder Höherdrehung der Schrauben die

Last sogleich von dem ersteren aufgenommen wurde, so dass die Schrauben dann jederzeit leicht nachgesetzt werden konnten. Ihren Angriffspunkt fanden dieselben unter Schlinghölzern, welche zur Vornahme dieser Arbeit an die Tragepfosten angebolt waren. Die Schwelle war an letzteren fest gemacht, hob sich daher zugleich mit und wurde nach Vollendung mittels untergebrachter eichener Schwellklötze von im max. 0,47, bezw. 0,56 m Höhe, wie Schnitt *a b* erkennen lässt, in ihrer neuen Lage erhalten. Das Richten dauerte 2—3 Tage, während welcher Zeit alle Verbindungen des Dachstuhls oberhalb und unterhalb der Plattform gelöst, und, zur Vermeidung von Unglücksfällen, durch Spannketten ersetzt waren. Dieselben konnten je nach der Bewegung des Helms angezogen oder ge-

Fig. 293.



HELM DER MARIENKIRCHTHÜRME IN LÜBECK.

löst werden. Zur Entlastung des Dachstuhls war die Bleibedachung, welche durch eine solche aus Kupfer ersetzt werden sollte, vorher abgenommen. Zur Beobachtung der Bewegung der Helmspitzen waren letztere mit Latten-Skalen versehen, deren Bewegung durch aufgestellte Theodolithe kontrollirt wurde. Nach Vollendung der ganzen Hebung wurden die Schwellklötze mit den Schwellen und Tragepfosten verbolt, die Verstrebungen zwischen oberem und unterem Stuhl wieder angebracht, und erst dann die Schrauben gelöst und die Hilfshölzer beseitigt. Die Kosten der Geraderichtung haben für jeden Helm rd. 3000 M. betragen.

IV. Die Rücksichten auf Feuer- gefahr und Verkehrssicherheit in den Gebäuden.

Bearbeitet von C. Mühlke, Regierungs- und Baurath in Schleswig.

I. Sicherungen für Wohn- und Miethhäuser.

Litteratur: Bau-Polizei-Ordnung für den Stadtkreis Berlin 1887. Bau-Polizei-Ordnung für die Vororte von Berlin vom 5. Dezember 1892. — Bau-Ordnung für die k. k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien 1891. — Münchener Bauvorschriften mit den auf das Bauwesen bezüglichen feuer- und reinlichkeitspolizeilichen Bestimmungen 1880. — Baupolizei-Gesetz der Stadt Hamburg 1882. — Neue Bauordnung, betreffend das Bauen in der Aussenstadt Frankfurt a. Main 1891. — v. Gruber, Anhaltspunkte für die Verfassung neuer Bauordnungen, Wien 1893, usw.

a. Allgemeines, insbesondere über offene und geschlossene Bebauung, sowie ländliche Bauten.

Das Bedürfniss nach einer feuersicheren Bauweise unserer Wohnhäuser hat sich im Laufe der Jahrhunderte gesteigert. Während in den eng gebauten Städten bereits am Ende des Mittelalters der Steinbau begann den Holz- und Fachwerkbau zu verdrängen, und auch das Schiefer- und Ziegeldach anstelle des Stroh- und Schindeldaches trat, vollzieht sich dieselbe Wandlung auf unseren Dörfern im Lande theilweise noch jetzt und hat in abgelegenen Gebirgs- und Küstengegenden erst ihren Anfang genommen. In den Städten ist die Gefahr der Entstehung eines Brandes gegen früher durch die wachsende Zahl der Feuerstellen in einem Gebäude, durch die weitergehende Verwendung von künstlichem Licht, durch die Vermischung von Wohnhäusern mit Fabrikanlagen und dergleichen zweifelsohne erheblich gesteigert.

Auf dem Lande machte sich das Bedürfniss nach feuersicherem Bau der Wände und der Anlage „harter“ Dächer hauptsächlich erst geltend, nachdem an die Stelle der Herde ohne Schornstein zunächst der besteigbare Schornstein und in jüngerer Zeit das russische (enge) Rohr getreten ist. Wie Professor Kossmann in seiner Abhandlung über die Bauernhäuser des badischen Schwarzwaldes (Zeitschr. f. Bauwesen 1894) treffend ausführt, bedingte die Freizügigkeit des Rauches in den alten Bauernhäusern, welche noch keinen Schornstein besaßen, keine Feuergefahr. Die Funken des Herdes wurden durch ein Gewölbe über dem Herde aufgefangen und am weiteren Aufsteigen gehindert. Der sich frei ausdehnende und schneller erkaltende Rauch jedoch wirkte allmählich auf das Gebälk und Dachholz derartig erhärtend, dass letzteres durch ein schwaches Feuer garnicht zur Entzündung gebracht werden konnte.

Nachdem jetzt Kamine eingeführt sind, wird es erforderlich, die weichen Dachdeckungsarten, Schindeln, Stroh, Rohr und dergl. gegen die aus dem Schornstein ausgeworfenen Funken zu schützen, die Flächen um den Schornstein herum mit Ziegeln oder Blech zu decken.

Uebrigens wird es sich bei dem Brande eines mit „weicher“ Dachdeckung versehenen Hauses in erster Linie darum handeln, zunächst Menschen und Vieh zu retten. Es wird dies dadurch erschwert, dass das vom Dach herabschiessende brennende Deckmaterial die Ausgänge aus dem Hause versperrt. Am zweckmässigsten ist es daher, wenn die Ausgänge nicht an der Traufseite der Dächer, sondern am Giebel, wie bei den alten sächsischen Bauernhäusern, liegen, oder wenigstens ein besonderes kleines Giebeldach über dem Ausgange angebracht ist, wie dies auf den friesischen Inseln von Alters her gebräuchlich war. Ebenso soll es sich bewährt haben, das Strohdach oberhalb der Eingänge nicht mit Weidenruthen, sondern mit Draht an die Dachlatten zu binden. In Mecklenburg ist es Sitte, nachträglich auf den alten Strohdächern oberhalb des Einganges ein engmaschiges Drahtnetz zu befestigen. In Schleswig-Holstein, einem der wenigen Landestheile Deutschlands, in welchen die Anlage neuer Stroh- und Rohrdächer innerhalb geschlossener Dorflagen überhaupt noch baupolizeilich zugelassen wird, ist die Drahtbefestigung des weichen Dachdeckungsmaterials allgemein vorgeschrieben, und die Anlage besteigbarer Schornsteine (nicht russischer Röhren) zur Bedingung gemacht.

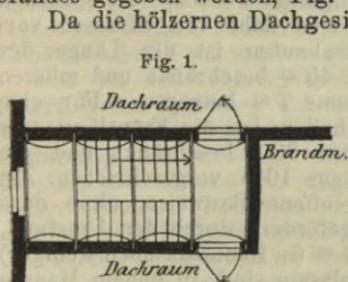
Eine weitere Gefahr der weichen Dachdeckungsart liegt in der schnellen und leichten Uebertragung des Feuers von einem brennenden Hause auf das andere. In den meisten Landestheilen ist daher die Neuanlage von weichen Dächern durch Baupolizeigesetz auf ganz isolirt gelegene Gehöfte beschränkt, während in geschlossenen Dorflagen selbst die Erhaltung der alten weichen Dächer durch das Verbot grösserer Reparaturen erschwert wird. In der Mark Brandenburg sind unter grösseren Reparaturen solche zu verstehen, die auf mindestens $\frac{1}{6}$ des Daches in zusammenhängender Fläche sich erstrecken.

Bei städtischen Bauten wird das Bedürfniss geringerer oder grösserer Feuersicherheit der Gebäude für die frei stehende Villa, das Einfamilienhaus und das städtische Miethshaus sehr ungleich sein. Auch haben sich in den einzelnen Ländern und Provinzen, entsprechend den heimathlichen Materialien und der eingebürgerten Technik, verschiedene Konstruktionen zur Sicherung der Gebäude gegen Feuersgefahr herausgebildet, welche zumeist durch die baupolizeilichen Vorschriften den Bauenden zur Pflicht gemacht sind. Allgemein giltige Regeln aufzustellen wird hiernach kaum thunlich sein. Es ist daher in den nachstehenden Ausführungen auf die verschiedenen Bestimmungen in einzelnen deutschen Grossstädten Bezug genommen, wobei die Städte Berlin, Wien, München, Hamburg, Frankfurt a. Main vorzugsweise berücksichtigt worden sind.

Für die geschlossene städtische Bebauung der genannten Grossstädte und der meisten deutschen Städte bildet die Ausführung der Umfassungs- und tragenden Mauern massiv, in Stein oder Eisen die Regel. Fachwerksgebäude sollen in Wien nur ausnahmsweise zugelassen, in Berlin, München und Hamburg auf Nebengebäude von 6^m Höhe und bestimmten geringen Grundflächen, in Frankfurt a. M. auf eingeschossige Gebäude ohne Feuerungen beschränkt sein. Die grösste Gebäudehöhe, welche im Interesse der Feuersicherheit zugelassen wird, liegt zwischen den Grenzen 20^m in Frankfurt a. M. und 25^m

in Wien; Berlin, München und Hamburg fallen mit 22 m bzw. 24 m innerhalb dieser Grenzen. Die Anzahl der über einander liegenden Geschosse ist überall auf fünf, in Köln auf vier beschränkt. In München dürfen in Strassen, welche nach dem Pavillon-System bebaut werden müssen, nur 4 bewohnte Geschosse über einander angelegt werden, während in bestimmten Bezirken Wiens durch Gemeinderathsbeschluss die Anzahl der Geschosse beschränkt werden kann.

An den Nachbargrenzen sind Brandmauern anzulegen, die über Dach geführt werden. Grössere Gebäude erhalten auch im Innern Brandmauern, welche in Berlin mindestens alle 40 m, in Wien alle 30 m anzulegen sind. In Hamburg sind in den Dachgeschossen in Entfernungen von nur 15 m durchgehende Scheidewände anzulegen, welche jedoch auch als geputztes Fachwerk oder geputzte Brettwände hergestellt werden dürfen. Oeffnungen in Brandmauern werden durch feuersichere Thüren geschlossen, welche gegen feuersichere Anschläge schlagen, und zweckmässigerweise mit Zuwerfvorrichtungen versehen werden. Es empfiehlt sich, die inneren Brandmauern im Anschluss an die Treppenhäuser derartig anzulegen, dass man vom Treppenhaus nach beiden Abschnitten des Dachbodens gelangen kann, weil hierdurch der Feuerwehr mehr Angriffspunkte zur Bekämpfung eines Dachbrandes gegeben werden, Fig. 1.



Da die hölzernen Dachgesimse bei geschlossenem Bausystem leicht zur Weiterverbreitung eines Brandes Veranlassung geben, so ist die Herstellung dieser Gesimse aus nicht brennbaren Stoffen, wie es in Wien für die ganze Länge der Gebäude vorgeschrieben ist, empfehlenswerth. In Frankfurt a. M. und Berlin ist das Gesims auf wenigstens 1 m Entfernung von der Nachbargrenze, in Hamburg auf die doppelte Länge der Ausladung derartig auszuführen.

Da in Wohnhäusern die Dachräume sowohl hinsichtlich Entstehung als auch Uebertragung eines Feuers am meisten gefährdet sind, ist auf die Sicherung von Wohnungen in Dachgeschossen besonderer Bedacht zu nehmen. In Wien ist die Anlage von Dachwohnungen untersagt und nur in Villen und Einfamilien-Häusern gestattet. In Berlin darf der Fussboden des ausgebauten Dachgeschosses, ebenso wie jedes anderen Wohngeschosses, nicht höher als 17,5 m über Strassengleiche liegen. Die Dachwohnung muss einen feuersicher abgeschlossenen Zugang zu zwei Treppen oder einer feuerfesten Treppe erhalten, von dem Dachboden durch massive Wände geschieden sein und unmittelbar über dem letzten massiven Geschoss liegen. In München und in Frankfurt sind die Bestimmungen für Dachwohnungen ähnlich. In den nach dem offenen Bausystem hergestellten Gebäuden zu München dürfen nur 3 Geschosse unter der Dachwohnung liegen. In Frankfurt a. M. muss das Kehlgebälk über der Dachwohnung noch durch einen oberen Fussboden aus unverbrennlichem Material geschützt werden. In Altona sind gesonderte Dachwohnungen in sogen. Etagenhäusern überhaupt nicht zulässig.

Eine Art offener Bauweise mit Zwischenräumen zwischen den einzelnen Häusern hatte sich bereits in den deutschen Städten des Mittelalters eingebürgert. Es handelte sich hier um ziemlich enge Traufgänge, welche die mit dem Giebel nach der Strasse gekehrten schmalen, aber tiefen Häuser von einander trennten, und einerseits zur Auf-

nahme der beiden Dachtraufen, andererseits zur Anlage von Fensteröffnungen für die Beleuchtung untergeordneter Räume der Häuserdiensten. Diese Traufgänge, auch Bauwiche genannt, deren Zugänglichkeit für die Löscharbeiten noch erschwert war, erleichterten das Ueberspringen eines Feuers von einem Hause zum anderen einmal von Dach zu Dach, das andere mal mittels gegenüberliegender Fensteröffnungen ganz erheblich, und war es daher im Interesse der Feuersicherheit ein grosser Fortschritt, als sich allmählich in den letzten Jahrhunderten die Anlage der Häusertraufen parallel zur Strasse, und die Herstellung von Brandmauern an der Nachbargrenze einbürgerte und durch Bauvorschriften zur Pflicht gemacht wurde.

Erst in neuerer Zeit sind die Bestrebungen dahin gerichtet, namentlich in den Vororten und Vorstädten grösserer Städte, die offene Bauweise mit weiten Häuserabständen zu schaffen. Es ist hierbei Absicht, bessere Lüftung und Beleuchtung der an allen Seiten von Luft umspülten Häuser zu erzielen. Namentlich in einzelnen westdeutschen und süddeutschen Städten wurde bereits längere Zeit eine derartige offene Bebauung durch die Baupolizeivorschriften begünstigt. So betrug der Bauwich in Frankfurt a. M. nur 2,5 m, derselbe war auch für den Nachbar verbindlich und musste in der Regel wenigstens an einer Seite des Hauses angelegt werden. In München ist die offene Bauweise für eine gewisse Zahl von Strassen vorgeschrieben. Für diese sogen. Pavillonbauten ist die Länge der Gebäude und der Gebäudegruppen auf 45 m beschränkt und müssen die Abstände zwischen letzteren mindestens 7 m betragen. Für eine kleinere Fläche von Münchener Stadttheilen ist die Frontlänge der Gebäude und Gebäudegruppen sogar auf 30 m beschränkt und die Breite der Zwischenräume auf mindestens 10 m vorgeschrieben. In Stuttgart und Hannover hat sich die offene Bauweise, ohne dass dieselbe besonders vorgeschrieben ist, gefördert durch den Umstand, dass bereits in einer Entfernung von 2,87 m (in Hannover noch weniger) von der Nachbargrenze Fensterwände zulässig sind, in hohem Maasse eingebürgert.

In Wien hat sich der Gemeinderath vorbehalten, wenigstens für einzelne Gebietsheile die Art der Verbauung dahin zu regeln, dass die Häuser in geschlossenen Fronten, mit oder ohne Vorgärten, oder einzeln stehend errichtet werden. Auch wird der zwischen den einzelnen Gebäuden mindestens zu belassende Zwischenraum, endlich die geringste und grösste Höhe und die Geschossezahl der Häuser besonders festgesetzt. Andererseits werden für solche Gebäude, die gewöhnlich nicht mehr als zwei Geschosse über dem Erdgeschoss erhalten, Erleichterungen zugestanden. Dieselben beziehen sich auf die Verwendungs von Fachwerk zu den Aussenwänden, desgl. von Betonmauern, sowie die Anlage von Dachwohnungen.

Diese Bestrebungen auf Einführung offener Bauweise haben in neuester Zeit einen grösseren Umfang angenommen. Ihre Durchführung wird gefördert, wenn für diejenigen Stadtviertel, in welchen Häuser mit einer geringeren Geschossezahl und in Abständen von einander errichtet werden, Erleichterungen hinsichtlich der Zulässigkeit weniger feuersicherer Bauweisen zugelassen werden. Desgleichen ist es förderlich und liegt zugleich im Interesse der Gesundheit und der Feuersicherheit, die Breite des Bauwichts von der Gebäudehöhe abhängig zu machen. So ist in der Bauordnung für die Vororte Berlins die Breite des Bauwichts (d. i. der Abstand von der Nachbargrenze) zu 6 m, 5 m, 4 m oder 3 m vorgeschrieben, je nachdem es sich um Baugelände der Klasse I mit 4 Geschossen und

18 m Maximalhöhe, um Baugelände II. Klasse mit 3 Geschossen und 15 m Maximalhöhe, um Landhausviertel mit 2 geschossigen Gebäuden, oder um Kleinbauten bis zu 9 m Höhe handelt. Für Landhausviertel ist zugleich die Ausführung des obersten Geschosses und des Dachgeschosses in Fachwerk zulässig erklärt. Auch die neue Bau-Polizei-Ordnung für die Aussenviertel von Frankfurt a. M. gestattet Fachwerkwände unter gewissen Bedingungen für Landhäuser in Wohnvierteln, ebenso theilweise Holzverkleidungen von Dachausbauten, hölzerne Veranden und dergleichen. Aehnliche Erleichterungen sind in den neuen Bau-Polizei-Ordnungen von Altona und Lübeck vorgesehen. Da dieselben in letzterem Orte seit 1881 bestehen und zu Gefahren bei Feuersbrünsten nicht Veranlassung gegeben haben, können diese Erleichterungen als durchaus unbedenklich angesehen werden.

Noch weitergehende Abstufungen hinsichtlich der an die Feuersicherheit der Gebäude zu stellenden Anforderungen sind in der Bauordnung von Oldenburg gemacht. Hier werden Gebäude mit grosser Gefahr, Gebäude mit mittlerer Gefahr und solche mit geringer Gefahr unterschieden, und zu ersteren die gewerblichen Anlagen mit grösseren Feuerungen, mit Futterräumen, die Holzwerkstätten, die Versammlungssäle, die Schulen usw. gerechnet, während zu den Gebäuden mit mittlerer Gefahr die gewöhnlichen Wohnhäuser und gewerblichen Anlagen mit kleinen Feuerungen, zu den Bauten mit keiner Gefahr die Gebäude ohne Feuerstätten zählen.

Es ist selbstverständlich, dass eine derartige Abstufung in der feuersicheren Bauweise der Gebäude nach ihrer Gefährdung nur in kleineren oder mittleren Städten zweckmässig ist, in welchen die Benutzung der Gebäude nicht häufigem Wechsel unterliegt. Für grössere und Grossstädte dagegen wäre es im gesundheitlichen wie sicherheitlichen Interesse wichtiger, grössere Fabrikanlagen und gefährlichere Betriebe möglichst getrennt von den Wohnvierteln in besondere Fabrikviertel zu verlegen. Dahingehende Bestrebungen sind bisher nur in einer geringeren Anzahl von Städten durchgeführt worden. (Vergl. die Ausführungen zu II b η .) Immerhin sind in jüngster Zeit Altona, Frankfurt a. M. und die Vororte Berlins zu denjenigen Städten hinzugekommen, in welchen besondere Einschränkungen hinsichtlich der Anlage von Fabriken innerhalb der Wohnviertel und Landhausviertel festgesetzt sind. Es ist anzunehmen, dass diese Bewegung noch weitere Kreise ziehen wird.

b. Behandlung einzelner Einrichtungen und Konstruktionen.

α . Decken.

Die Decken mehrgeschossiger Gebäude, welche die Geschosse von einander trennen, sollen zugleich verhindern, dass ein in einem Geschosse ausbrechendes Feuer sich ohne weiteres auf das darüber liegende und darunter liegende Geschoss verbreitet. In einfachen Wohnhäusern ohne feuergefährlichen Inhalt wird eine geputzte und gestaakte Balkendecke im allgemeinen genügenden Schutz gegen Uebertragung des Feuers bieten, und ist daher ihre Ausführung allgemein baupolizeilich gestattet. In Berlin wird auf das Putzen der Unterseite so grosser Werth gelegt, dass dasselbe auch unterhalb sichtbarer Holzdecken gefordert wird. Auch soll die Staakung zwischen den Balken in der Stärke von mindestens 13 cm mit unverbrennlichem Material ausgefüllt werden. In Wien sind zwischen Keller und Erdgeschoss keine hölzernen Decken zulässig, ebenso muss die Decke des obersten Geschosses feuersicher belegt und so stark

hergestellt werden, dass sie dem bei einem Dachbrande auffallenden Dachgehölz und Mauerwerk genügenden Widerstand zu leisten vermag; auch sind die Bestandtheile des Dachstuhles von der obersten Deckenkonstruktion vollständig zu isoliren. Diese Bestimmung macht die (auch sonst in Wien nicht zulässige) Anlage von Dachwohnungen unmöglich. In München muss bei Wohngebäuden mit mehr als 3 Geschossen ausser dem Erdgeschoss ein Belag mit feuersicherem Pflaster über der Dachbalkenlage hergestellt werden. Weiter sind dort die unter Wohnräumen befindlichen Keller, Stallungen, Futterräume, Waschküchen, sowie Räume mit starken Feuerungen zu überwölben. In Hamburg dürfen Balkendecken in Räumen von mindestens 2,5 m Höhe auch unverputzt zugelassen werden.

Die Ausführung eines Gipsestrichs als Fussboden in den nicht ausgebauten Räumen des Dachgeschosses empfiehlt sich der grösseren Feuersicherheit wegen auch da, wo die baupolizeilichen Vorschriften dies nicht fordern. Mehrkosten entstehen kaum, da der Gipsestrich auch auf einer gestaakten Balkendecke hergestellt werden kann. Behufs Vermeidung von Schwammbildung ist jedoch darauf zu achten, dass der Gipsestrich erst aufgebracht wird, nachdem das Holzwerk der Balken genügend ausgetrocknet ist.

β. Scheidewände.

Nicht tragende Scheidewände müssen in Wien massiv und mindestens 15 cm stark ausgeführt werden. In München ist Riegel- oder Fachwerk vorgeschrieben. Holzscheidewände sind in Berlin, Hamburg und Frankfurt a. M. zulässig, in Berlin jedoch nur, sofern dieselben keine Hohlräume enthalten, beiderseitig verputzt sind und nicht unmittelbar neben Feuerungen stehen.

Neben Feuerungen müssen die Scheidewände auch in Frankfurt a. M. massiv gemauert werden. In München sind offene Feuerstätten nur neben massiven Mauern zu errichten, während das Mauerwerk neben geschlossenen Feuerungen in 1 m Entfernung massiv herzustellen ist. In Berlin wurden früher die Scheidewände neben Feuerungen (sogen. Feuermauern) durchweg massiv durch das ganze Gebäude reichend ausgeführt, in neuerer Zeit werden vielfach statt derselben unverbrennliche, sogen. Rabitzwände hergestellt. Letztere müssen jedoch entweder zwischen festen Mauern oder eisernen Auslegern eingespannt werden.

γ. Treppen.

Die Vorschriften über die Anlage von Treppen sind in den verschiedenen Städten vielfach abweichend, stimmen jedoch darin überein, dass die Anzahl und Feuersicherheit der Treppen mit der Höhe des obersten bewohnten Geschosses über Strasse zu vermehren ist, ebenso mit der Gebäudegrösse und der Anzahl der Wohnungen. In Berlin gilt eine Treppe als „feuerfest“, deren tragende Theile, Tritt- und Futterstufen massiv oder in Eisen hergestellt sind. Für Gebäude, deren oberstes Geschoss nur 2 m über den Erdboden liegt, genügt hier eine hölzerne, an der Unterseite verputzte Treppe. Liegt der Fussboden des obersten Geschosses jedoch mehr als 6 m über dem Erdboden, so sind mindestens zwei in gesonderten Räumen liegende Treppen, oder eine feuerfeste Treppe erforderlich. Bei der Lage des höchsten Geschosses von 10 m über der Strasse soll jedoch eine feuerfeste Treppe nur in Ausnahmefällen zulässig sein. Diese Ausnahme wird nur bei Gebäuden von geringer Baufläche zugelassen, sowie

gleichzeitig zur Bedingung gemacht, dass die Treppe nicht bis ins Kellergeschoss hinuntergeführt und das Treppenhaus im Dachgeschoss feuerfest abgedeckt wird. Im übrigen muss jeder Punkt des Gebäudes auf 25^m Entfernung von der Treppe aus erreichbar sein. Jede Wohnung muss Zugang zu zwei oder einer feuerfesten Treppe haben. Das Treppenhaus ist mit massiven Wänden, auch im Dachgeschoss zu umschliessen und feuersicher abzudecken. Als geringste Treppenbreite ist 1^m festgesetzt. Als sicher gangbar wird die Treppe angesehen, wenn das Steigungsverhältniss nicht grösser ist als 18 zu 26^{cm}.

In Wien müssen feuersichere Treppen für jede Wohnung angelegt werden, und wird je nach der Ausdehnung des Gebäudes die Herstellung einer oder mehrerer feuersicherer Haupttreppen verlangt. Bei mehrgeschossigen Gebäuden muss die Breite der Haupttreppe in den oberen Geschossen mindestens 1,10^m, in den unteren mindestens 1,25^m im Lichten betragen. Das grösste erlaubte Steigungsverhältniss für Haupttreppen ist 16 zu 29^{cm}.

In München sind hölzerne, auf der Unterseite geputzte Haupttreppen zwischen massiven Wänden zulässig. Unverbrennliche Treppen werden nur für Versammlungsgebäude, mehrgeschossige Fabrikgebäude, Theater und Wohngebäude mit vier bewohnten Geschossen über dem Erdgeschoss verlangt.

In Hamburg genügen ausgemauerte Fachwerkwände als Umfassungsmauern der Treppen; die Treppe muss jedoch aus Stein hergestellt werden, wenn sie den alleinigen Zugang zu mehr als sechs Wohnungen bildet. Etagenhäuser erhalten auf der Unteransicht der hölzernen Treppen Rohrputz.

In Frankfurt a. M. müssen dreigeschossige Häuser eine feuersichere oder zwei Treppen erhalten. Jeder bewohnte Raum darf von der Treppe höchstens 20^m entfernt liegen; geringste Treppenbreite ist 1,20^m.

Im allgemeinen ist bei der Anlage der Treppen zu beachten, dass diese die natürlichen Rettungswege beim Brande des Hauses sind, und andererseits ein Feuer, welches das Treppenhaus erreicht hat, vom letzteren „angezogen“ wird, so dass die Treppe durch das Eindringen von Rauchgasen und die Stichflamme bald unbegehbar gemacht ist. Bei einem Dachboden-Brande ist die Gefahr für das Treppenhaus geringer. Hier wird die massive Umschliessung des Treppenhauses, sowie die feuersichere Abdeckung desselben durch gestaakte Decken und einen Eisenbeschlag der Bodenthüren selbst für einen weit vorgeschrittenen Brand genügende Sicherheit bieten. In den Wohngeschossen wird die Herstellung feuersicherer Thüren zwischen der Wohnung und dem Treppenhaus selten ausführbar sein, da in den meisten Fällen das Treppenhaus zur Beleuchtung der Wohnungsflure dienen muss. Die Kellerräume eines Hauses sollten jedoch, selbst wenn sie nur zu Wirtschaftszwecken dienen, stets mit festen Bohlenthüren vom Treppenhaus abgeschlossen werden, was im übrigen auch in gesundheitlicher Beziehung zweckmässig ist. Werden Keller zu Lagerzwecken benutzt, wie dies in den Geschäftsstrassen grosser Städte viel üblich ist, so sind diese Abschlüsse feuersicher herzustellen. Besser ist es, die Lagerkeller von den Treppenhäusern vollständig massiv abzuschliessen und für dieselben besondere Zugänge von der Strasse oder dem Hofe aus anzulegen. Sind Wohnungen von einer Haupt- und einer Nebentreppe zugänglich, so wird ein Bedürfniss zur Herunterführung der Haupttreppe zum Keller auch nur selten vorliegen.

Besonders gefährlich für die „Verqualmung“ eines Treppenhauses ist die Lage desselben neben einem Lichthofe, welcher zugleich dem Treppenhaus und den Nebenräumen der Wohnungen Licht und Luft zuführt, noch ungünstiger, wenn an der unteren Hälfte dieses Lichthofes Lagerräume oder Werkstätten liegen.

Ist es nicht zu vermeiden, an derartigen Lichthöfen in den unteren Geschossen Läden und Werkstätten mit Fensteröffnungen zu versehen, so sollte wenigstens eine feste Verglasung gewählt werden, welche dem Feuer längere Zeit Widerstand leistet, am sichersten Siemens'sches Drahtglas. Ebenso verlangt die Einrichtung von Tischlereien und anderen gleich feuergefährlichen Werkstätten, sowie die Anordnung von Lagerräumen zur Aufnahme feuergefährlicher Waaren in Wohngebäuden, dass sämtliche oberhalb belegenen Wohnungen mindestens einen, mit den betr. Betriebsstätten ganz ausser Berührung stehenden Treppenzugang haben und durch feuerfeste Decken von den Arbeitsstätten und Lagerräumen getrennt sind.

d. Deckendurchbrechungen.

Ausser den Treppen durchbrechen auch Lichtschachte, Aufzugschachte und Entlüftungsrohre die einzelnen Decken der Miethshäuser und können als Leiter des Feuers von einem Geschoss zum anderen die Feuersgefahr vermehren.

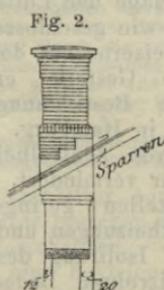
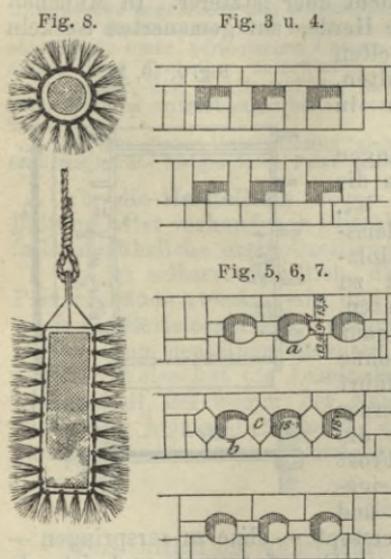
Lichtschachte sind, soweit dieselben nicht allein dem obersten Geschoss Licht zuführen und somit nur das Dach durchbrechen, in sämtlichen Geschossen mit massiven Wänden zu umschliessen. Durchbrechen die Lichtschachte dagegen nur den Dachraum, so genügt es, die Schachte im Dachraume mit Wellblech oder sonst einem unverbrennlichem Baustoff zu ummanteln. Nach den neueren ungünstigen Erfahrungen, welche mit unbedecktem Metall gemacht sind, sind Rabitz- bzw. Gipsdielen- oder Monier-Wände zu diesem Zwecke jedenfalls vorzuziehen. Werden in Wohnhäusern Aufzüge angelegt, so wird bei grösseren Personenaufzügen es in der Regel möglich sein, dieselben innerhalb der Treppenhäuser anzuordnen, in welchem Falle von einer feuersicheren Umschliessung Abstand genommen werden kann. Für kleinere Aufzüge, wie Speisenaufzüge und dergleichen, welche in den Wohnräumen selbst liegen, genügt eine Ummantelung der Schachte mit unverbrennlichem Material. Ebenso ist es ausreichend, wenn Schlote und Röhren, die zur Lüftung dienen, mit Metall bekleidet oder mit einem unverbrennlichen Material ummantelt werden.

e. Feuerstellen und Schornsteine.

Neben der künstlichen Beleuchtung sind die Feuerstellen und Schornsteine vielfach die Ursachen von Bränden in Wohngebäuden. Die Isolirung der Schornsteinwangen von den Balkenlagen geschieht in Berlin und Norddeutschland meistens durch doppelte, in Lehm gelegte Dachsteinschichten. In Frankfurt a. M. sind hierzu 12^{cm} breite Rollschichten vorgeschrieben. Wenn Rauch aus den Fussböden dringt, ist anzunehmen, dass Undichtigkeit innerhalb der Balkenlage besteht. Man untersucht alsdann den Schornstein dadurch, dass derselbe oben verstopft und am Fusse ein Feuer aus Stroh oder Papier angezündet wird. Die Reinigungsöffnung am Fusse des Schornsteins muss so angebracht sein, dass sich kein Sack bildet. Besondere Vorsicht ist bei der Anlage von Schornsteinreinigungs-Oeffnungen im Dachgeschoss anzuwenden. Ist die Reinigung der Schornsteine vom Dache aus durch Anlage von Laufbrettern nicht durchführbar, so

sind die Reinigungsöffnungen im Dach jedenfalls nicht in Dachverschlagen, sondern leicht erreichbar anzuordnen. Holzwerk sowie Dielung in der Nähe dieser Thüren ist zweckmässig mit Blech zu beschlagen, wie dies in Wien vorgeschrieben ist. Auch ist (vergl. Seite 390) die Herstellung eines Gipsestrich als Fussboden eines Dachgeschosses sehr zu empfehlen. Das Aeussere des Schornsteinkastens im Dachgeschoss ist durchweg zu putzen oder zu berappen. Vielfach wird eine Verstärkung der Schornsteinwange an der Durchführung des Schornsteins durch die Dachfläche angeordnet, welche oberhalb der Dachfläche als Sockel wieder absetzt. Dieselbe bildet nicht nur eine Isolirung des Holzwerkes der Sparren und der Dachschalung, sondern vermehrt zugleich die Standfestigkeit, Fig. 2.

Die gewöhnliche Herstellung der Schornsteinkästen im Mauerwerk mittels des sogen. Schornsteinverbandes (vergl. Fig. 3 und 4) hat den Nachtheil, dass der Verband eine grosse Zahl von Stossfugen zeigt, von denen einige sich von der inneren Wangenwand



unmittelbar nach den angrenzenden Räumen öffnen. Die Stossfuge ist aber gegen das Durchlassen der Verbrennungsgase viel weniger sicher als die Lagerfuge. Die zur Reinigung des rechteckigen Rohres übliche Verwendung des Kreuz-

besens mit frei hängender Kugel ist für die Erhaltung der Dichtigkeit der Rohrwange gleichfalls wenig vortheilhaft, da die Kugel im Auf- und Niedergange allerorten anschlägt und das Mauermaterial beansprucht. Regierungsbaumstr. Engelbrecht hat zur Abstellung dieser Uebelstände in No. 8, Jahrg. 1893, des Centralbl. d. Bauverwaltung in Vorschlag

gebracht, bauchige Querschnitte für das Rauchrohr zu verwenden und die Wandungen aus Formsteinen nach Fig. 5—7 derartig herzustellen, dass Stossfugen überhaupt nicht unmittelbar vom Rohr nach den Aussenflächen der Mauer führen. Gleichzeitig empfiehlt derselbe, anstelle der frei pendelnden Kugel des Schornsteinfegers das Gewicht als Kern eines Drahtgehäuses anzuordnen, welches gleichzeitig als Träger der Borsten dient, Fig. 8. So einleuchtend die Vortheile dieser Konstruktion auch erscheinen wird die landläufige Herstellung der Schornsteinrohre sich voraussichtlich sehr schwer verdrängen lassen, es sei denn, dass durch schärfere baupolizeiliche Vorschriften der alte Schlendrian allmählich verdrängt wird.

Namentlich in den Gebäuden der Militärbauverwaltung war es lange Zeit vielfach üblich, dicht nebeneinander liegende Rauch- und Lüftungsrohre nur durch eiserne Wangen von einander zu trennen. Die hierbei meist verwendete Konstruktion einfacher gusseiserner Platten, welche in einen Falz der gemauerten Wangen hineingreifen, erfordert

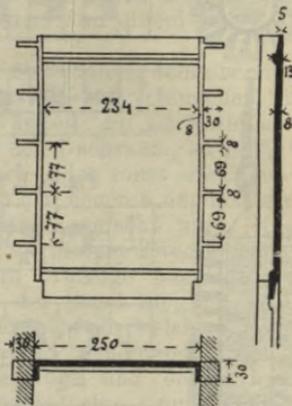
das Einhauen von Nuthen in die Ziegelsteine der Wangen, was bei $\frac{1}{2}$ Stein starken Wangen recht bedenklich ist. Die rheinische Provinzialverwaltung verwendet Zungen nach Fig. 9—11, bei welchen seitlich Leisten, die genau in die Lagerfugen passen, angegossen sind. Hierdurch wird das Zuhauen der Ziegelsteine unnöthig gemacht. Diese Zungen haben sich in mehrjähriger Praxis gut bewährt.

Gegen ungerippte Zungen aus Gusseisen ist auch das Bedenken geltend zu machen, dass sie von der Kugel, die der Schornsteinfeger gebraucht, leicht durchschlagen werden. Dasselbe Bedenken greift vielleicht Platz bei Schornsteinrohren, die aus glasierten Thonrohren mit rundem oder viereckigem Querschnitt hergestellt sind.

Hinsichtlich der Isolirung der Feuerungen von den Decken gehen die Berliner Vorschriften am weitesten. Hier müssen unter sämtlichen Küchenherden, unter Waschküchen-Feuerungen und ähnlichen gewerblichen Feuerungen die Decken ganz aus unverbrennlichem Material hergestellt werden. Für Ofenfeuerungen genügt eine 5 cm starke massive Unterlage und Luftschicht über letzterer. In München müssen Zimmeröfen, wie geschlossene Herde, auf gemauerten Sockeln erbaut werden oder eiserne auf doppelten Steinbelag ruhende Gestelle erhalten. Aehnlich sind die Bestimmungen in Frankfurt a. M. und in Hamburg.

Durch Anlage von Zentralheizungen wird die Feuersgefahr vermindert, da die Anzahl der Feuerstellen geringer ist. Jedoch ist bei Dampfheizungen und Heisswasserheizungen auf Isolirung des Holzwerks von den Heizrohren Bedacht zu nehmen. Es ist zweifellos nachgewiesen, dass Dampfrohre, welche Dampf von ganz geringer Spannung enthalten und ohne Isolirung durch Balkenlagen geführt werden, letztere entzünden können. Ferner ist bei allen Wasserheizungen für die Sicherung der Heizrohre gegen Frost Sorge zu tragen. Friert das Hauptsteigerrohr einer Warmwasserheizung ein, und wird so dieses Rohr durch das Eis verstopft — ohne zu zerspringen — so wird bei Anfeuerung des Heizkörpers Dampf erzeugt und ist, da das Expansionsgefäß von der Feuerung abgeschnitten ist, der Dampf somit nicht entweichen kann, und der Dampfdruck sich steigert, eine Explosion des Heizkörpers unvermeidlich. Das sicherste Mittel gegen das Gefrieren der Heizröhren bei starker Kälte ist die Unterhaltung des Heizbetriebes auch während der Nachtzeit.

Fig. 9, 10, 11.



ζ. Blitzableiter.

Die Blitzgefahr hat sich nachweislich der statistischen Aufnahmen der Feuerversicherungs-Gesellschaften in den letzten Jahren insofern vermehrt, als die Zahl der Blitzschläge in dem Zeitraum 1850—1880 etwa um das Dreifache gestiegen ist. Dagegen haben sich die durch Blitz hervorgerufenen Zündungen vermindert, was jedenfalls mit der Abnahme der feuergefährlichen Bedachungen zusammenhängt. In Berlin wird die Anlage eines Blitzableiters in Verbindung mit den eisernen Fahnenstangen, sowie für Theater, hohe Schornsteine, Thurmspitzen usw. vorgeschrieben. Während nach der vom Verband der Architekten-

und Ingenieurvereine veranstalteten Ermittlung es als durchaus zweckmässig und nothwendig bezeichnet wird, die Endleitungen der Blitzableiter an die grossen Eisenmassen der Strassenleitungen für Gas und Wasser anzuschliessen, hat die Stadtgemeinde Berlin als Eigentümerin des Strassengrundes die Herunterführung des Blitzableiters an der Strassenfront verboten, um die unter dem Bürgersteig liegenden Leitungen für Gas, Wasser und Elektrizität zu sichern; daher müssen daselbst die Blitzableiter an der Hoffront herunter geführt werden.

Im allgemeinen wird jeder Blitzableiter, der nicht sicher funktioniert und hierauf hin zeitweisen Prüfungen unterworfen wird, für das Haus eher eine Gefahr als ein Schutz. In München gelten daher folgende ortspolizeilichen Vorschriften:

„Auf Gebäude, in welchen feuergefährliche Gegenstände angehäuft werden, oder welche nach ihrer Situation und Höhenlage oder ihren übrigen Verhältnissen, insbesondere mit Rücksicht auf das Material der Dacheindeckung den Blitzschlägen, in hervor ragender Weise ausgesetzt sind, müssen auf Grund technischen Gutachtens innerhalb der vom Stadtmagistrate vorgesezten Frist vollkommen leistungsfähige Blitzableiter angebracht und entsprechend unterhalten werden.

Die Hausbesitzer sind verpflichtet, die auf ihren Gebäuden befindlichen Blitzableitungen einer periodischen Untersuchung durch die vom Stadtmagistrate hierzu aufgestellten Techniker unterwerfen zu lassen, denselben, sowie deren Gehilfen, wenn nöthig, den Zutritt auf das Dach zu gestatten und zu ermöglichen und die etwa nöthigen Aufgrabungsarbeiten zur Untersuchung der Bodenleitungen bethätigen zu lassen.

Die bei dieser Untersuchung sich ergebenden Mängel sind innerhalb der vom Stadtmagistrate festgesetzten Frist in der angeordneten Weise zu beseitigen.“

Für die Herstellung neuer Blitzableiter sowie für die Instandhaltung alter vorhandener Blitzableiter bestehen in dieser Stadt gleichfalls ausführliche ortspolizeiliche Vorschriften.

Es ist selbstverständlich, dass eine Revision der Blitzableiter der Privatgebäude zweckmässig und sicher nur durchgeführt werden kann, wenn die Revisionsarbeiten planmässig in grösseren Städten und Landestheilen von denselben Beamten vorgenommen werden. In dankenswerther Weise hat die Landesdirektion von Schleswig-Holstein, einem Landestheil, der wegen der Nähe zweier Meere besonders stark von Gewittern heimgesucht wird, die Revision der Blitzableiter in der ganzen Provinz durch besondere Aufsichtsbeamte einheitlich geregelt.

7. Beleuchtung.

Hinsichtlich der künstlichen Beleuchtung von Wohnhäusern wird auf die Mittheilungen unter II Bezug genommen. Die dort beschriebenen Sicherungs-Vorkehrungen werden, so weit dies erforderlich ist, auch für Wohnhäuser Anwendung zu finden haben.

II. Sicherungen für Geschäftshäuser, Fabriken, Lagergebäude und gewerbliche Anlagen.

Litteratur: Die unter I genannten Bauordnungen. — Die Gewerbeordnung für das Deutsche Reich und die dazu ergangenen zahlreichen Nachträge und Ausführungs-Vorschriften. — Sammlung der Polizei-Verordnungen für Berlin 1887. — Bekanntmachung des Reichskanzlers betr. allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln vom 28. August 1890. — Handbuch der praktischen Gewerbehygiene von Dr. Albrecht 1894 usw.

a. Gesetzliche Bestimmungen und Grundlagen.

Die Gewerbeordnung für das deutsche Reich schreibt im § 16 vor, dass zur Errichtung von Anlagen, welche durch die örtliche Lage oder die Beschaffenheit der Betriebsstätte für die

Besitzer oder Bewohner der benachbarten Grundstücke oder für das Publikum überhaupt erhebliche Nachtheile, Gefahren oder Belästigungen herbei führen können, die Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörde erforderlich ist. Es gehören dahin:

- | | |
|---|---|
| Schiesspulverfabriken. | Stauanlagen für Wassertriebwerke. |
| Anlagen zur Feuerwerkerei und zur Bereitung von Zündstoffen aller Art. | (§ 23) Hopfen-Schwefeldörren. |
| Gasbereitungs- und Gasbewahrungs-Anstalten. | Asphaltkochereien und Pechsiedereien, soweit sie ausserhalb der Gewinnungsorte des Materials errichtet werden. |
| Anstalten zur Destillation von Erdöl. | Strohpapierstoff-Fabriken. |
| Anlagen zur Bereitung von Braunkohlentheer, Steinkohlentheer und Koks, sofern sie ausserhalb der Gewinnungsorte des Materials errichtet werden. | Darmzubereitungs-Anstalten. |
| Glas- und Rüsschütten, Kalk-, Ziegel- und Gipsöfen. | Fabriken, in welchen Dampfkessel oder andere Blechgefässe durch Vernieten hergestellt werden. |
| Anlagen zur Gewinnung roher Metalle. | Kalifabriken. |
| Rostöfen. | Anstalten zum Imprägniren von Holz mit erhitzten Theerölen. |
| Metallgiessereien, sofern sie nicht blosse Tiegelgiessereien sind. | Kunstwolle-Fabriken. |
| Hammerwerke. | Anlagen zur Herstellung von Celluloid. |
| Chemische Fabriken aller Art. | Dégrasfabriken. |
| Schnellbleichen. | Die Fabriken, in welchen Röhren aus Blech durch Vernieten hergestellt werden. |
| Firnissiedereien. | Anlagen zur Erbauung eiserner Schiffe, zur Herstellung eiserner Brücken oder sonstiger eiserner Baukonstruktionen. |
| Stärkefabriken, mit Ausnahme der Fabriken zur Bereitung von Kartoffelstärke. | Anlagen zur Destillation oder zur Verarbeitung von Theer und von Theerwasser. |
| Stärkesyrupfabriken. | Anlagen, in welchen aus Holz oder ähnlichem Fasermaterial auf chemischen Wege Papierstoff hergestellt wird (Cellulosefabriken). |
| Wachstuchfabriken. | Anlagen, in welchen Albuminpapier hergestellt wird. |
| Darmsaitenfabriken. | Anstalten zum Trocknen und Einsalzen ungegerbter Thierfelle. |
| Dachpappenfabriken. | Verbleibungs-, Verzinnungs- und Verzinkungsanstalten. |
| Dachfilzfabriken. | |
| Leim-, Thran- und Seifensiedereien. | |
| Knochenbrennereien. | |
| Knochendarren. | |
| Knochenkochereien und Knochenbleichen. | |
| Zubereitungsanstalten für Thierhaare. | |
| Talgschmelzen. | |
| Schlächtereien. | |
| Gerbereien. | |
| Abdeckereien. | |
| Poudretten- und Düngpulverfabriken. | |

Dieses Verzeichniss (in welchem auch die bisher ergangenen Nachträge berücksichtigt sind) ist nicht als abgeschlossen zu betrachten; da nach § 16 der R. G. O. dasselbe durch Bundesraths-Beschluss erweitert werden kann.

Die der Konzessionirung vorhergehende Prüfung der Anlagen soll sich nach § 18 R. G. O. zugleich auf die Beachtung der bestehenden Bau-, Feuer- und gesundheitspolizeilichen Vorschriften erstrecken. Zu den als nöthig festzusetzenden Bedingungen gehören auch diejenigen Anordnungen, welche zum Schutze der Arbeiter gegen Gefahr für Gesundheit und Leben nothwendig sind.“ Weiter befindet sich in § 120 der R. G. O. folgende Vorschrift:

„Die Gewerbeunternehmer sind endlich verpflichtet, alle diejenigen Einrichtungen herzustellen und zu unterhalten, welche mit Rücksicht auf die besondere Beschaffenheit des Gewerbebetriebes und der Betriebsstätte zu thunlichster Sicherheit gegen Gefahr für Leben und Gesundheit nothwendig sind. Darüber, welche Einrichtungen für alle Anlagen einer bestimmten Art herzustellen sind, können durch Beschluss des Bundesraths Vorschriften erlassen werden. Soweit solche nicht erlassen sind, bleibt es den nach den Landesgesetzen zuständigen Behörden überlassen, die erforderlichen Bestimmungen zu treffen.“

Durch Erlass des preussischen Ministers für Handel und Gewerbe vom 7. April 1874 ist hinsichtlich der Ausführung dieser Bestim-

mungen für Preussen vorgeschrieben, dass bei jeder gewerblichen Anlage, auch wenn dieselbe nicht zu den konzessionspflichtigen gehört, bei der polizeilichen Genehmigung die zum Schutz der Arbeiter erforderlichen Anforderungen zu stellen und, wenn die bestehenden Baupolizei-Ordnungen nicht bereits ausreichende Vorschriften enthalten, im Wege der Bezirks- oder Ortspolizei-Verordnung Bestimmungen zu treffen sind, wonach gleichzeitig mit dem Antrage auf Ertheilung der Bau-Erlaubniss für jedes Gebäude, welches für einen gewerblichen Betrieb bestimmt ist, „Art und Umfang des letzteren, Zahl, Grösse und Bestimmung der Arbeitsräume, deren Zugänglichkeit, Licht- und Luftversorgung, die Zahl der in jedem Raume zu beschäftigenden Arbeiter, sowie die Zahl und Art der aufzustellenden Maschinen angegeben werden müssen. Die gleiche Verpflichtung wird für die Fälle auszusprechen sein, in welchen ein bereits vorhandenes Gebäude für einen gewerblichen Betrieb in Benutzung genommen werden soll. Aufgrund dieser Vorlagen ist unter Berücksichtigung der für einzelne Kategorien gewerblicher Anlagen bestehenden allgemeinen polizeilichen Vorschriften zu prüfen, welche Anordnungen auf Grund von § 120 R. G. O. zu stellen sind.

Durch einen Erlass desselben Ministers vom 28. Februar 1889 werden diese Vorschriften dahin ergänzt, dass bei Neu-Herrichtung von Fabriken namentlich darauf hinzuwirken ist, dass den Arbeitern mehre Ausgänge aus den Arbeitsräumen ins Freie zu Gebote stehen; dass also bei Hochbauten Treppen und Ausgangsthüren in ausreichender Zahl angelegt werden, ferner, dass die Fenster die erforderliche Grösse besitzen, um im Falle einer Feuersbrunst als Ausweg benutzt werden zu können, sowie dass Thüren und Fenster nach aussen hin aufschlagen.

Die Berliner Baupolizei-Ordnung hat diesen gesetzlichen Vorschriften insofern Rechnung getragen, als in § 38 desselben weitergehende baupolizeiliche Anforderungen für folgende Gebäude bezw. Gebäudetheile vorbehalten sind:

1. in denen sich gewerbliche Betriebsstätten befinden, welche ungewöhnlich starke Feuerung erfordern, zur Verarbeitung leicht brennbarer Materialien dienen, oder einen starken Abgang unreiner Substanzen bedingen. Es gehören dahin zunächst die nach §§ 16 und 24 R. G. O. von besonderer gewerbepolizeilicher Genehmigung abhängigen Betriebsstätten und ausserdem namentlich: Glüh- und Schmelzöfen aller Art, Schmieden, Tiegelgiessereien, Theer- und Oelkochereien, Backöfen, Räucherammern, Holzbearbeitungs-Werkstätten (Tischlereien, Drechslerereien, Stellmachereien), Druckereien, Färbereien, Guttapercha-, Licht-, Kautschuk-, Wachstuchfabriken, gewerbmässig unterhaltene Stallungen;

2. welche bestimmungsmässig eine grosse Anzahl von Menschen vereinigen (Theater, Versammlungssäle, Gasthäuser, Schulen, Krankenhäuser, Gefängnisse usw.);

3. in welchen bestimmungsmässig grössere Mengen brennbarer Stoffe aufbewahrt werden (Speicher, Lagerräume).

Die hinsichtlich solcher Gebäude, bezw. Gebäudetheile den Umständen nach zu erhebenden besonderen Anforderungen werden vornehmlich betreffen:

Die Stärke und Feuerfestigkeit von Wänden, Decken, Dächern, Fussböden, Treppen, Feuerstätten und Schornsteinen, die Zahl und Anordnung der Treppen und Ausgänge, die Art der Aufbewahrung bezw. Beseitigung brennbarer Abfälle und unreiner Abgänge, die

regelmässige Zuführung frischer Luft, die Unterhaltung von Brunnen und Wasserbehältern. Es wird nach Umständen die Verwendung eiserner Oefen, wie frei liegender Rauchröhren untersagt und die Beheizung gewisser Räume überhaupt nur von aussen oder innerhalb feuerfester Vorgelege gestattet werden.

Diese Bestimmungen geben sonach keine Einzelschriften für die verschiedenen gewerblichen Anlagen, lassen vielmehr der Baupolizeibehörde in ihren Anforderungen einen weitgehenden Spielraum. Auch in anderen Baupolizei-Ordnungen grösserer Städte sind hinsichtlich der besonderen, an Fabriken zu stellenden Anforderungen genaue Vorschriften nur in wenigen Fällen gegeben. In Nachfolgendem sind daher diejenigen Konstruktionen besprochen, welche erfahrungsgemäss besondere Beachtung bei der feuersicheren Herstellung der genannten Gebäude verdienen.

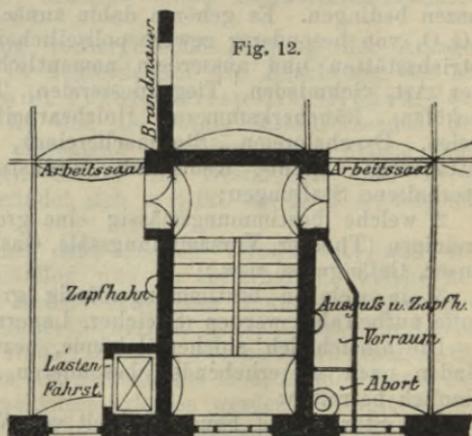
b. Behandlung einzelner Einrichtungen und Konstruktionen.

α. Mauern.

Die Umfassungsmauern von Fabrik- und Lagergebäuden sind mit Rücksicht auf die grössere Belastung, die Erschütterungen und die grössere Feuersicherheit für gewöhnlich bereits im zweiten Geschoss (von oben gerechnet) 51 cm (2 Stein anstatt $1\frac{1}{2}$ Stein) stark auszuführen. Ebenso sind die balkentragenden Mittelwände, selbst wenn sie nicht in Pfeiler aufgelöst sind, stärker als in Wohngebäuden anzulegen. Bei starken Durchbrechungen der Umfassungswände ist es zweckmässig, dieselben durch lisenenartige Vorsprünge zu verstärken. Längs der Umfassungsmauern von Fabrik- und Lagergebäuden durchgehende tiefe Lichtgräben anzulegen, ist nicht zu empfehlen, da hierdurch das Heranfahren der fahrbaren Rettungsleitern, sowie das Herantreten mit dem Sprungtuch verhindert wird.

β. Treppen und Ausgänge.

Die notwendigen Treppen sind ausnahmslos feuerfest herzustellen, die Treppenhäuser mit massiven Wänden einzuschliessen und feuerfest zu überwölben, oder sonst mit feuerfester Decke zu versehen. Eine einzige Treppe wird nur bei ganz kleinen Anlagen genügen; der Regel nach sind zwei Treppen vorzusehen. Wird eine einzige Treppe für eine mittelgrosse Fabrikanlage noch für genügend erachtet, so ist es erforderlich, wenigstens an einer Aussenmauer einen Balkon mit bequemer Steigeleiter als Nothausgang anzulegen. Um das Verqualmen der Treppenhäuser bei einem Brande möglichst zu vermeiden,



sind die von den Fabriksälen nach dem Treppenhaus führenden Thüren feuersicher, in feuersichere Falze schlagend und im übrigen nach aussen aufschlagend herzustellen und mit selbstthätigen Verschlussvorrichtungen zu versehen. Damit die nach aussen aufschlagenden Thüren die Treppenpodeste nicht versperren, empfiehlt es sich, die Thürflügel in die Thürlaibungen schlagen zu lassen und letztere, soweit erforderlich, durch Herstellen einer Vorlage zu verbreitern, Fig. 12. Die Lagerkeller werden am zweckmässigsten nicht an die Treppenhäuser angeschlossen, sondern erhalten besondere, vom Hof ausgehende Zugangstreppen. Auch für die Fabriksäle im Erdgeschoss sind, wenigstens neben den Verbindungen mit den Treppenhäusern, noch Nothausgänge unmittelbar ins Freie anzulegen.

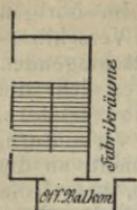
Für die Treppenbreiten werden im allgemeinen die Bestimmungen für Versammlungssäle maassgebend sein; es sind somit 120 Personen auf 1^m Treppenbreite zu rechnen. Wenn diese Personen jedoch in mehreren Geschossen vertheilt sind, und anzunehmen ist, dass bei Ausbrechen von Panik oder eines Brandes die zunächst betroffenen Geschosse sich zuerst entleeren, und die aus den folgenden Geschossen Kommenden den Weg theilweise schon frei finden, so wird eine Ermässigung der Treppenbreiten so weit, dass etwa 150 bis 180 Personen auf 1^m Treppenbreite kommen, wohl zulässig sein. Wird die Fabrik für einen bestimmten Zweck gebaut, so wird die dieser Berechnung zugrunde zu legende Zahl der Fabrikarbeiter für jeden Arbeitssaal leicht festzustellen sein. Sollen die Fabrikräume dagegen an verschiedene Betriebsunternehmer und Kleingewerbetreibenden vermietet werden, so kann die Zahl der Arbeiter nur nach der Grösse der verfügbaren Saalflächen geschätzt werden. Berücksichtigt man, dass ausser dem Arbeitsplatz für den Arbeiter noch der Platz für Maschinen sowie für das Lagern und Verpacken der Materialien und fertigen Waaren zu beschaffen ist, so wird die Durchschnittsannahme von 3 Arbeitern auf 10^{qm} Saalfläche im allgemeinen etwa zutreffend sein.

Werden (wie dies bei der grossen Tiefe der Grundstücke in Berlin vielfach üblich ist) Fabrikgebäude auf dem Hinterlande einer Baustelle und nicht unmittelbar an der Strasse errichtet, so muss eine Durchfahrt oder sonstige freie Zufahrt zwischen Strasse und Hof von mindestens 2,30^m lichter Breite und 2,80^m lichter Höhe, bereits nach den sonstigen baupolizeilichen Vorschriften angelegt werden. Bei grösseren Anlagen ist, entsprechend den Bestimmungen für Versammlungssäle, die Breite dieser Durchfahrt angemessen so zu erhöhen, dass neben dem Wagengleis noch ein erhöhter Weg für die Fussgänger bleibt; oder es sind neben der eigentlichen Durchfahrt besondere Durchgänge für den Fussgängerverkehr anzulegen.

Im übrigen ist auch eine angemessene Grösse der die Fabrikgebäude umgebenden Höfe für die Schnelligkeit der Entleerung der Fabrik bei Panik, sowie zur Heranschaffung von Löscheräthen von grösster Wichtigkeit.

Bei engen Baustellen innerhalb geschlossener städtischer Bebauung ist es meistens nicht zu umgehen, die Treppenhäuser innerhalb der Gebäude und nur durch massive Mauern von den Arbeitssälen getrennt, etwa in der Anordnung, wie in Fig. 12 dargestellt, anzulegen. Bei den Fabriken, welche in freiem Gelände erbaut werden, wird es meistens wohl durchführbar und daher nicht zu unterlassen sein, die Haupttreppenhäuser abgetrennt von den Fabriksaal-Bauten, neben denselben zu errichten. Eine derartige, auch sonst recht zweck-

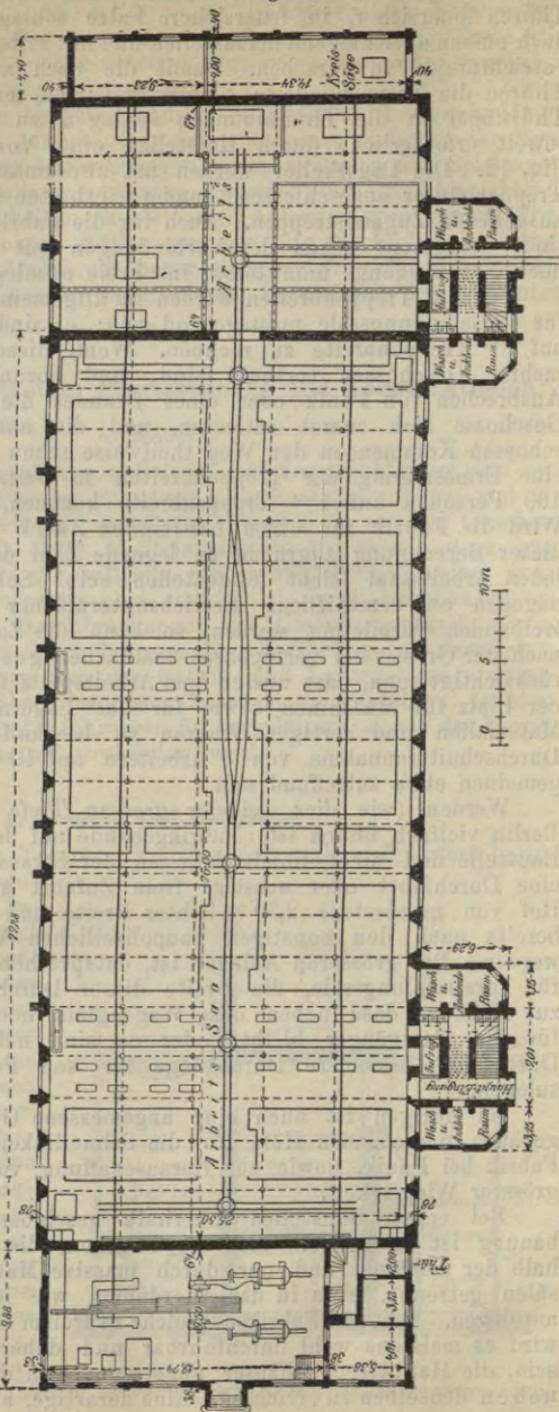
Fig. 14.



mässige Grundrissanordnung zeigt das in Fig. 13 dargestellte Fabrikgebäude der Wollwarenfabrik von Ferdinand Lewin in Göttingen. In dem seitlich des eigentlichen Fabrikgebäudes stehenden Treppenthurm sind ausser der Treppe noch der Aufzug und die Klossets in sehr geschickter Weise eingerichtet.

Für die rechtzeitige Rettung der Arbeiter in besonders gefährlichen Betrieben ist dafür zu sorgen, dass die Treppen möglichst lange vor Gluth und Rauch geschützt sind und begehbar bleiben. Um dies zu erreichen, schlägt Professor Henrici vor, zwischen den Treppenhäusern und Fabriksälen, wie in Fig. 14 dargestellt, keine Thüröffnungen anzubringen, sondern den Verkehr vom Treppenhaus nach den Arbeitssälen über offene Balkone hinweg zu leiten. Als noch weitergehende Sicherung wird vom Gewerbeinspektor Hoffmann im Handbuch

Fig. 13.



der praktischen Gewerbehygiene die Anlage der Treppe in einem besonderen Treppenturm empfohlen, welcher mit der Fabrik gleichfalls nur durch Laufbrücken und Balkone verbunden wird. Fig. 15 und 16 zeigt eine solche Anlage, bei welcher der Treppenturm zugleich zur Aufnahme des Dampfschornsteins eingerichtet ist.

Für die Sicherheit der Benutzung der Fabriktreppen im Falle der Gefahr ist noch eine ausreichende Helligkeit derselben, bequeme Begehbarkeit, zweckmässiger Belag der Stufen, eine sichere Konstruktion der Geländer und eine sorgfältige Reinhaltung erforderlich. Hölzerner Stufenbelag ist für sichere Begehbarkeit zweckmässiger als solcher von Stein und Eisen. Ebenso ist Linoleumbelag — der rechtzeitig zu erneuern ist — auf Steinunterlage zu empfehlen. Ausser den eigentlichen Geländern sind auch an der Wandseite der Treppen Handgriffe

Fig. 15.

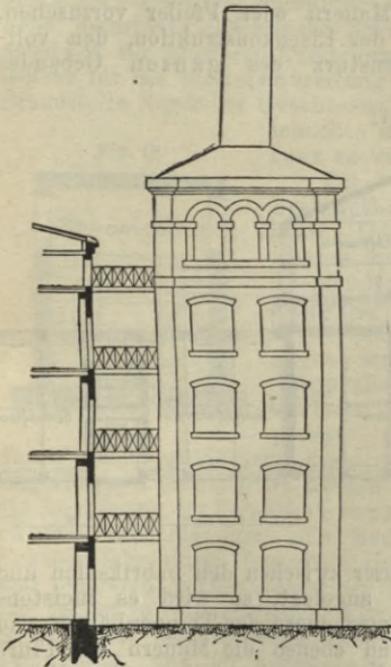
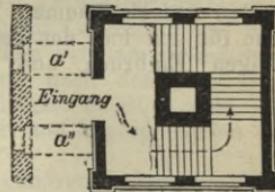


Fig. 16.



anzubringen. Steigeleitern an der Aussenseite der Fabrikgebäude, welche als Nothausgänge dienen sollen, müssen, um ihren Zweck einigermaassen zu erfüllen, wenigstens in jedem Geschoss mit Podesten versehen werden, besonders, wenn in den Fabrikräumen weibliche Personen arbeiten.

Galerien und Verbindungsbrücken, welche mehrere benachbarte Fabrikgebäude verbinden, sind thunlichst ganz aus feuersicherem Material herzustellen, und wenn dieselben nicht fest umschlossen und überdacht sind, mit Geländern zu versehen, deren Höhe gewöhnlich 1 m nicht unterschreiten sollte.

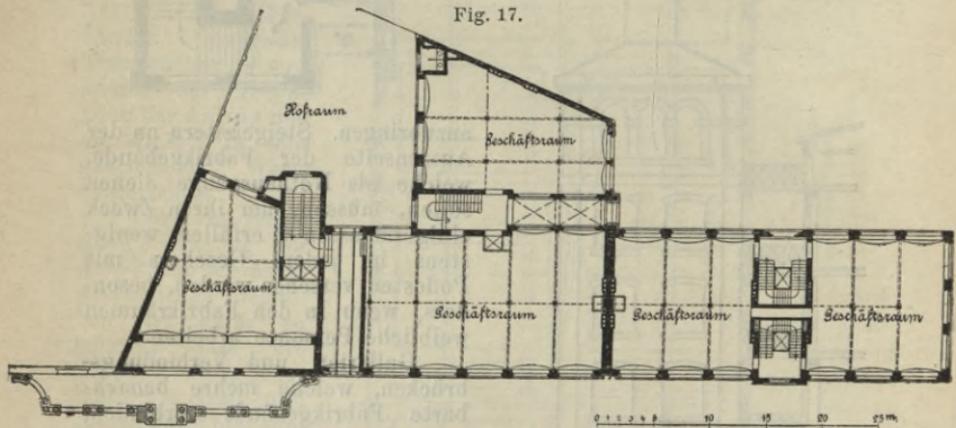
In industriellen grösseren Städten, wie namentlich in Berlin, sind, zum Schaden der Gesundheit und der Feuersicherheit der Bewohner, in früheren Wohnvierteln allmählich, unter engerer Bebauung der Grundstücke, Fabrikanlagen und kleinere Werkstätten zwischen den Wohnhäusern, namentlich auf dem Hinterlande grösserer Grundstücke, eingerichtet worden. Dieses Durcheinander der Werkstätten und Wohnungen bringt namentlich für den Betrieb der Kleingewerbe mancherlei Vortheile mit sich durch Erleichterung der Aufsicht des Werkstättenbetriebes. Um so durchgreifender sollte dafür Sorge getragen werden, dass die Wohnungen gegen ein Uebergreifen eines Feuers von den Werkstätten aus genügend geschützt werden, nämlich durch Anlage von Brandmauern zwischen Wohnungs- und Werkstättenflügel, Herstellung besonderer Treppenhäuser und Zugänge für die

Wohnungen und Werkstätten, sowie Sicherung etwaiger Verbindungsthüren durch feuersichere Abschlüsse.

γ. Eisenkonstruktionen.

Wird zu tragenden Gebäudetheilen (Säulen, Unterzügen, Balken) Eisen verwendet, wie dies bei Anlage grösserer Arbeits- und Lagersäle nicht zu umgehen ist, so ist gluthsichere Ummantelung der Eisentheile erforderlich, sobald die Bestimmung der Lager- und Fabrikräume die Möglichkeit der Entstehung eines grösseren Schadenfeuers bedingt. Die zweckmässigste Herstellung dieser Umhüllung ist an anderer Stelle des Buches behandelt.

Bei der geringen Sicherheit, welche die Eisenkonstruktionen einem grösseren Feuer gegenüber bieten, ist es zweckmässig, bei mehrgeschossigen Fabrikanlagen in den unteren Geschossen in bestimmten Zwischenräumen massive Mauern oder Pfeiler vorzusehen, welche für den Fall der Zerstörung der Eisenkonstruktion, den vollständigen Einbruch und Zusammensturz des ganzen Gebäudes



verhindern. Werden die Treppenhäuser zwischen den Fabriksälen und nicht als vorspringende Bautheile angelegt, so wird es meistens möglich sein, die massiven Umfassungsmauern der Treppenhäuser und Aufzüge in den Obergeschossen, und ebenso die Mauern der Flure und Durchfahrten in dem Erdgeschoss zur Aussteifung der Eisenkonstruktionen zu benutzen. Als ein Beispiel dieser Art ist in Fig. 17 der Grundriss des Geschäftshauses „zum Hausvogt“ dargestellt, welches in Berlin 1888—1890 von Architekt Otto March erbaut wurde. Werden, wie dies in den Hauptgeschäftsstrassen grösserer Städte fast die Regel ist, über den Läden des Erdgeschosses und den Verkaufsräumen der weiteren Geschosse Wohnungen angelegt, so ist die Anlage genügend starker tragender Mauerpfeiler zur Versteifung der inneren Eisenkonstruktion durchaus nothwendig. Besonders ungünstig ist hierbei, dass derartige Verkaufslöke gemeinlich Nachts nicht beaufsichtigt werden, somit ein Nachts etwa ausbrechendes Feuer bereits grösseren Umfang annehmen und die oberen Geschosse gefährden kann, ehe dasselbe entdeckt wird.

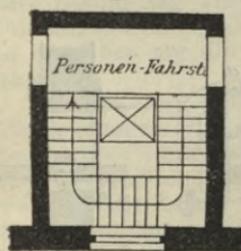
Ausser den brennbaren Stoffen, welche verarbeitet oder gelagert werden, kann auch die Art der Verpackung Ursache der Feuer-

gefährlichkeit sein. Es gilt dies besonders von Glas- und Porzellan- usw. Lagern, in welchen die einzelnen Stücke in offenen Regalen in Stroh verpackt gelagert werden. Für diese Betriebe ist ein besonderer Schutz der Beleuchtungskörper gegen die Berührung mit Stroh vorzusehen.

d. Deckendurchbrechungen.

♣ Besondere Beachtung als Leiter eines Feuers verdienen die Deckendurchbrechungen. Zu denselben zählen die Lichtschachte, die Verbindungstrepfen, die Aufzüge, Treibriemen- und Transmissionsöffnungen und Lukan. Selbst wenn die durch mehre Geschosse gehenden Lichtschachte von massiven Wänden umschlossen sind, so erfüllen sie ihren Zweck doch nur, wenn die Umfassungsmauern mit grösseren Oeffnungen durchbrochen werden. Erfahrungsgemäss ziehen hohe derartige Schächte die Stichflamme und Rauchgase an, tragen erheblich zur grösseren Entfaltung des Feuers bei und vermehren die Gefahr für die Weiterverbreitung des Feuers nach den oberhalb der Brandstelle liegenden Geschossen. Wenn irgend möglich, sind Lichtschachte in Fabriken und Lagergebäuden daher ganz zu vermeiden.

Fig. 18.



Die Aufzüge gehören zu den wesentlichen Bestandtheilen eines Fabrik- oder Lagergebäudes bzw. Geschäftsgebäudes. Personenaufzüge werden häufig frei im Treppenhaus von den Treppenläufen umschlossen ausgeführt und bedürfen dann keiner feuersicheren Umschliessung, Fig. 18. Für Waarenaufzüge dagegen wird die Lage in oder neben dem Treppenhaus meistens wenig zweckmässig sein, da beim Entladen des Fahrstuhls die Treppendeckste versperert werden und die Waaren durch die Verbindungsthüren von den Treppenhäusern nach den Lagerräumen transportirt werden müssen. Somit wird für den Betrieb die Anordnung der Fahrstühle innerhalb der Arbeits- bzw. Lagerräume zweckmässiger sein und, ist dann die Sicherung gegen Feuersgefahr durch feuerfeste Umschliessung des Fahrstuhlschachtes und feuersichere Herstellung der Thüren nothwendig (vergl. Fig. 12). Die in Berlin vorgeschriebene Einrichtung, dass die Zugangsthüren zum Schacht nur geöffnet werden können, wenn der Fahrstuhlkorb vor der Thür steht, und der Fahrstuhl nicht eher weiterfahren kann, bis die Thür wieder geschlossen ist, bezweckt zunächst Sicherung gegen Unfall; doch vermindert sie auch die Feuersgefahr, da nur eine Thür in einem Geschoss gleichzeitig offen stehen kann.¹⁾

Der Haupttreibriemen einer grösseren Fabrikanlage, welcher nach den oberen Geschossen führt, wird zweckmässig ebenfalls in einen gemauerten Schacht gelegt. Deckendurchbrechungen für kleinere Treibriemen sind in hölzernen Decken durch Eisenbeschlag der Oeffnung und im übrigen ausnahmslos durch eiserne Ummantelung bis über Brüstungshöhe zu sichern. Wenn Wellenleitungen durch massive Scheidewände oder Brandmauern geführt werden, so empfiehlt

¹⁾ Als Beispiel eines schweren Brandunglücks, welches durch einen Fahrstuhl verursacht wurde, sei der Brand in einer Druckerei in Cincinnati vom 20. Mai 1885 angeführt. Das im 1. Geschoss ausgebrochene Feuer wurde durch den Fahrstuhl so schnell nach dem obersten Geschoss übertragen, dass 17 Menschenleben durch Erstickung zu Grunde gingen.

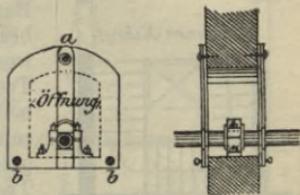
sich der Verschluss der Oeffnung durch die in Fig. 19 dargestellte, vom Branddirektor Stude angegebene Vorrichtung. Die Platten, welche die Oeffnung verschliessen, bestehen aus Eisenblech und sind um den Knopf *a* drehbar. Die Knöpfe *b* sind lediglich Handgriffe. Die Welle erhält einen Spielraum von 2 cm auf allen Seiten. Dieselbe Vorrichtung ist auf beiden Seiten der Mauer anzubringen.

Verbindungsstreppen, welche Arbeitssäle und Lagerräume verschiedener Geschosse unmittelbar mit einander verbinden, sind je nach der grösseren oder geringeren Gefahr entweder feuersicher zu ummanteln oder zum mindesten nur durch zwei über einander liegende Geschosse zu führen.

Offene Luken und Schüttöffnungen sind gefährlich infolge der leichten Uebertragbarkeit eines Feuers von Geschoss zu Geschoss, sowie wegen der Gefahr des Abstürzens. Erstere Gefahr wird gemildert, wenn unterhalb der Luken Schachte aus unverbrennlichem Material angebracht werden, welche wenigstens 1 m oder tiefer in den unteren Raum hinabreichen. Es wird dann verhindert, dass die ersten Rauchgase und die ersten Stichflammen bei einem ausbrechenden Feuer sofort von der Lukenöffnung angesaugt werden. Vielmehr wird der Rauch in die Lukenöffnung erst eindringen, nachdem der obere Theil des Raumes unter der Decke mit Rauch und Feuergasen gefüllt ist. Können die offenen Luken nicht vergittert werden, so sollten dieselben wenigstens mit einer emporragenden Saumleiste oder mit eisernen Bügeln eingeschlossen werden.

Luken mit beweglichen Verschlüssen werden zweckmässig so konstruirt, dass die aufgestellten Lukenthüren mit den verbindenden Gelenkstangen ein geschlossenes Geländer bilden. Bildet der bewegliche Verschluss den Abschluss eines nach unten gehenden Fahrstuhls, so ist derselbe selbstthätig so herzustellen, dass er sich nach Senkung des Fahrstuhlkörbes von selbst schliesst.

Fig. 19.



ε. Brandmauern.

Auf die zweckmässige Anlage der Brandmauern ist in Fabriken und Lagerräumen besonderer Werth zu legen. In Speichern, welche grosse Mengen brennbarer Stoffe bergen, wie in Wollspeichern und Rauhfourage-Magazinen, ist die Entfernung der Brandmauern möglichst klein zu bemessen; auch sind dieselben, um ihre Wirksamkeit zu erhöhen, höher als sonst üblich, etwa 1 m über Dach zu führen. Die eigentliche Stärke der Brandmauer ist ferner isolirt von den Eisenkonstruktionen der Biuder, Fetten und Unterzüge auszuführen. Dies erreicht man am einfachsten, wenn man die Fetten und Unterzüge auf Auskragungen oder Kragsteinen an der Mauer auflagern lässt. Die Brandmauern erhalten eine gute seitliche Aussteifung in ihrer ganzen Höhe, wenn die Treppenhäuser, sofern dieselben nicht in besonderen Thürmen gebaut sind, anschliessend an die Brandmauern angelegt werden, wie in Fig. 12 dargestellt ist. Ferner wird in Speichern und Magazinen eine möglichst feuerfeste Bedachung auszuführen sein, etwa Holzzement auf Gewölbeunterlage, oder Moniergewölbe mit Holzzement oder Doppelpappe-Deckung.

5. Abgetrennte Lage.

Wie bereits im Abschnitt I a ausgeführt ist, liegt es im Interesse der Feuersicherheit wie auch der gesundheitlichen Verhältnisse, Fabriken und grössere industrielle Bauten abgetrennt von den Wohngebäuden anzulegen. § 23 der R.-G.-O. überlässt es den Landesgesetzgebungen, zu bestimmen, dass die nach § 16 konzessionspflichtigen Gewerbe durch Ortsstatut in bestimmte Bezirke verwiesen werden. Nur einzelne deutsche Staaten (Sachsen, Württemberg, Baden, Hessen, Braunschweig) haben bezügliche Landesgesetze erlassen und hinwiederum sind nur wenige Städte mit dem Erlass von Ortsstatuten aufgrund dieser Gesetze vorgegangen (Dresden, Cannstatt, Esslingen, Heilbronn, Heidelberg, Darmstadt, Offenbach, Worms). Preussen hat bisher den Weg der Landesgesetzgebung nicht besritten, daher hier für den Erlass betr. Ortsstatute die Grundlage fehlt. Erst in neuester Zeit ist man, zunächst in Altona und in Frankfurt a. Main, auf Veranlassung des Oberbürgermeisters Adickes, mit dem Erlass neuer Baupolizei-Ordnungen vorgegangen, nach welchen den Fabriken besondere Stadtviertel zugewiesen werden, ausserdem gemischte Viertel für Fabriken und Wohnhäuser und reine Wohnviertel vorgesehen sind. Auch in der neuen Baupolizei-Ordnung für die Vororte Berlins ist die Errichtung von Fabriken in den umfangreichen, für landhausmässige Bebauung bestimmten Baugeländen verboten, und in denselben nur die Anlage kleinerer Geschäftsläden und Werkstätten gestattet.

In Oesterreich-Ungarn bestehen schon längere Zeit einschränkende Bestimmungen für die Anlage von Fabriken. So sind in Budapest bestimmte Fabrikviertel ausgelegt und in Wien bleibt es dem Gemeinderath vorbehalten, einzelne genau abzugrenzende Gebietstheile vorzugsweise für die Anlage von Industriebauten zu bestimmen. Die Industriebauten werden daselbst nach ihrer Lage in isolirt stehende und nicht isolirt stehende eingetheilt, und wird ein Industriegebäude oder ein Komplex derartiger Gebäude als isolirt angesehen, wenn jeder Punkt desselben von anderen Gebäuden und von den Nachbargrenzen mindestens 20 m entfernt ist. Die isolirt stehenden Industriebauten geniessen insofern eine Vergünstigung, als die Wahl der Konstruktionen und der Baumaterialien dem Bauherrn überlassen bleibt, während bei den nicht isolirten Industriebauten der Baupolizei vollständige Baupläne vorzulegen sind. Aber selbst für letztere Bauten brauchen nur die Wände an öffentlichen Strassen, Nachbargrenzen und Feuerungen massiv hergestellt zu werden; auch sind hölzerne Zwischenwände, Balkenlagen ohne Staakung und Deckenputz und die Benutzung der Bundrähme des Dachstuhles zu Deckenkonstruktionen gestattet. So milde diese Vorschriften über die Konstruktion von Wänden und Decken sind, so strenge sind in Wien die Vorschriften über die Treppenbreiten. Das Mindestmaass einer Treppenbreite für weniger als 50 Arbeiter beträgt, falls sie geradarmig ist, 1,25 m, wenn sie gekrümmt ist, 1,50 m. Für je weitere 50 Arbeiter sind 115 cm auf diese Breiten zuzuschlagen, oder es sind verhältnissmässig mehr Rettungsstiegen anzulegen. Zur grösseren Erleichterung können diese Stiegenhäuser an der Aussenseite der Gebäude an dem zur Isolirung bestimmten Raume angelegt werden. Es ist hiernach ein grösserer Werth auf die schnelle Entleerung der Fabriksäle gelegt, als auf den Widerstand, welchen die Bauwerke einem um sich greifenden Feuer entgegenzusetzen.

7. Langsam brennende Gebäudekonstruktionen und Wollspinnereien.

Es sei im Anschluss an diese Vorschriften auf eine eigenartige Entwicklung im amerikanischen Bauwesen hingewiesen, deren Ausgangspunkt in dem Bestreben der Besitzer von Baumwollspinnereien lag, eigene Versicherungsgesellschaften auf Gegenseitigkeit zu gründen. Ueber diese auf Selbstschutz gerichteten Bestrebungen ist im Jahrg. 1887, No. 47 des Centralbl. d. Bauverwaltg. ausführlich berichtet. Die baulichen Regeln erstreben keineswegs die Herstellung durchaus feuersicherer bezw. unverbrennlicher, sondern nur langsam, brennender Gebäude. Unter Vermeidung von Hohlräumen kommt die Unterschalung der Decken in Wegfall; die Dielung wird auf einer dichten Decke, einem starken Blindboden, event. unter Verwendung von Zwischenlagen aus Mörtel und Asbestpappe, verlegt. Mörtelbewurf auf Drahtlatten wird auf den Balken und Gefachen für sich angebracht. Aehnlich werden die Dächer konstruirt. An Löschvorrichtungen werden neben dem zweifachen, von einander unabhängigen Anschluss an eine Druckwasserleitung mit gewöhnlichem Hydranten, selbstthätige Sprengvorrichtungen angelegt, wie solche hier für Theater auch bereits ausgeführt sind. Diese baulichen Einrichtungen werden durch Vorschriften über den Betrieb, die Beleuchtung, Vermeidung von zu Selbstentzündung neigenden Thier- und Pflanzenölen als Schmiermaterial, sowie Einrichtung eines geregelten Wachdienstes ergänzt.

Die Gefährlichkeit der zur Selbstentzündung neigenden Wollabgänge in Wollspinnereien, namentlich des sogen. Maschinen-Ausputzes hatte übrigens bereits im Jahre 1863 zu einer Polizei-Verordnung in Berlin Veranlassung gegeben, welche die Aufbewahrung des Maschinen-Ausputzes in feuersicheren Gefässen, bezw. in abgedeckten gemauerten Gruben vorschreibt.

Seit in Preussen, infolge der Neuorganisation der Fabrikaufsicht, auf die Sicherheit der Arbeiter in den Fabriken behördlicherseits in weitgehendem Maasse Bedacht genommen wird, und der Aufsichtsbehörde umfangreichere Erfahrungen zu Gebote stehen, werden für die einzelnen Fabrikbetriebe vielfach besondere Vorsichtsmaassregeln dem Fabrikherrn zur Pflicht gemacht. So sind unterm 22. Dezember 1894 für diejenigen Wollspinnereien, in denen neben thierischer Wolle auch Baumwolle verarbeitet wird, aufgrund eines Gutachtens der Berliner Feuerwehr, Sicherheits-Vorschriften aufgestellt, als deren wichtigste bauliche Bestimmungen folgende erwähnt seien:

„Abgesehen von dem Massivbau der Wände, der gluthsicheren Umhüllung der Eisenkonstruktionen, bezw. dem Blechbeschlag der alten Holzkonstruktionen, sind vor allem die Decken und Wände des Wolfes feuersicher herzustellen, und ist letzterer, ohne Verbindung mit Treppenhäusern und sonstigen Ausgängen, mit eigenen unmittelbaren Ausgängen, die ins Freie führen, anzulegen. Ueber den Oeffnungen, die zum Wolf führen, und 2^m seitlich derselben, sind in den oberen Geschossen Fenster und sonstige Oeffnungen nicht anzulegen. (Ist letzteres bei älteren Anlagen nicht ausführbar, so muss über der Oeffnung des Wolfraumes ein eisernes vorstehendes Schutzdach hergestellt werden.) Die Trockenräume und die Lagerräume dürfen nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit den Arbeitssälen stehen. Die Treppen sind mit frei liegenden Podesten (nach den von Henrici gemachten Vorschlägen, vergleiche β) anzulegen. Bei Entfernungen der Treppenhäuser von mehr als 20^m von einander, sind vor den

Fenstern der Arbeitssäle Gallerien herzustellen, die zu den Treppenhäusern führen, oder besondere Abstiege erhalten. Die Fussböden sind bei Neubauten massiv anzulegen. Die Fenster erhalten niedrige Sohlbänke, sind sämtlich zum Öffnen und nach aussen schlagend einzurichten. Als Heizung ist nur Zentralheizung, jedoch unter Ausschluss der Luftheizung, zulässig. Die Belichtung ist elektrisch einzurichten. In den Wolf- und Mischräumen sind die Glühlampen mit Schutzglocken zu versehen. Für die Sicherungen der Fahrstühle, Transmissionsöffnungen, Transportkanäle ist, wie in Abschnitt *d* ausgeführt, Sorge zu tragen. Die einzelnen Maschinen sind durch Eisenblechschirme von einander zu trennen. Vor allem sind Sicherheitsvorkehrungen für das Abstellen der Maschinen von den Arbeitsstellen aus zu treffen. Die weiteren Vorschriften beziehen sich auf die Vorhaltung von Löscheinrichtungen, Lärmvorrichtungen und Betriebs-einrichtungen.

9. Besonders feuergefährliche Lagerräume usw.

In München kann bei Bauten, die zur Lagerung grösserer Mengen leicht entzündlichen oder schwer zu löschenden Materials bestimmt sind, nach Umständen allseitig freie Lage vorgeschrieben werden. Ausserdem besteht daselbst eine besondere Verordnung, betr. die Verhütung von Feuersgefahr durch leicht feuerfangende Gegenstände vom 19. März 1874, nach welcher neue Fabrikräume zur Zubereitung oder Verarbeitung derartiger Stoffe in besonderen, nach allen Richtungen hin frei stehenden, von anderen Gebäuden wenigstens 25^m entfernten Gebäuden angelegt werden müssen. Als Stoffe, auf welche diese Vorschriften Anwendung zu finden haben, sind erklärt:

I. Ungereinigtes Petroleum, Petroteum-Aether, Benzin, Ligroin, Kamphin, Pinolin, Photogen, Schwefeläther und andere flüssige Aetherarten, Schwefelkohlenstoff (Schwefelalkohohl);

II. Weingeist, Holzgeist, Terpentinöl, gereinigtes Petroleum, Solaröl;

III. Phosphor und Reibfeuerzeuge.

Nach diesen Vorschriften sind auch die Feuerungen so anzulegen, dass die Heizung von aussen geschieht; ebenso dürfen die Fabriksäle nur von aussen beleuchtet werden.

In Hamburg ist gleichfalls Beleuchtung derartiger Fabriksäle von aussen her vorgeschrieben. Die Flammen müssen ausserhalb der Arbeitsräume, hinter starken, durch Drahtgitter gegen Zertrümmerung geschützten Glasscheiben und so angebracht werden, dass sie von aussen angezündet und die Verbrennungsprodukte nach aussen abgeleitet werden.

Ganz besondere polizeiliche Vorschriften bestehen auch in Berlin für die Lagerung und Aufbewahrung feuergefährlicher Stoffe. Auf dieselben näher einzugehen, würde zu weit führen; sie seien daher hier nur kurz angeführt, nämlich:

1. Die Polizei-Verordnung vom 25. Juli 1883, betr. den Verkehr mit Mineralölen.
2. Die Bekanntmachung vom 28. Oktober 1843, betr. die Verhütung der Selbstentzündung von Stein- und Braunkohlen.
3. Die Polizei-Verordnung vom 10. April 1854, betr. die Aufbewahrung von Brennmaterialien.
4. Die Polizei-Verordnung vom 25. Juni 1886, betr. Spiritus-Lagerräume.

4. Holzbearbeitungs-Werkstätten.

Die ausführlichsten Vorschriften für Holzbearbeitungs-Werkstätten bestehen in Berlin. Die bezügliche Bekanntmachung vom 28. April 1887 schreibt Folgendes vor:

1. Die Werkstätten müssen massive Umfassungswände haben.
2. Die Decken der Werkstätten sind, wenn sich oberhalb derselben Wohnungen befinden, feuerfest herzustellen; an hölzernen Decken ist alles Holzwerk zu bohren und zu beputzen; zur Erhaltung des Deckenputzes ist derselbe zweckmässig mit gewelltem Eisenblech zu bekleiden.
3. Zur Erwärmung der Werkstätten bei Winterszeit, oder zum Trocknen dürfen keinerlei Metallöfen oder metallene Röhrenleitungen benutzt werden. Die Öfen sind aus Stein oder Kacheln herzustellen und so einzurichten, dass sie nur von aussen oder von einem feuerfest hergestellten Vorgelege von mindestens 1 m Höhe und 0,5 m Tiefe aus geheizt werden können. Etwa vorhandene eiserne Abdeckungsplatten an den Öfen müssen mindestens mit zwei, in Verband in Lehmörtel gelegten Dachsteinschichten bedeckt werden. Zur Abführung des Rauchs von den Öfen zum Schornstein sind gemauerte Kanäle anzuwenden.

Für die vorgedachten Werkstätten, welche in einem oder mehren mit einander verbundenen Räumen mehr als 30 qm Grundfläche aufweisen, gelten ausserdem folgende Vorschriften:

a) In Wohngebäuden dürfen Holzbearbeitungs-Werkstätten, sowie die dazu gehörigen Lagerräume nur dann eingerichtet werden, wenn sämtliche oberhalb derselben belegenen Wohnungen mindestens einen mit den Werkstätten und Lagerräumen gänzlich ausser Berührung stehenden Treppenaufgang haben und durch feuerfeste Decken von denselben getrennt sind.

b) Die zu den Werkstätten gehörenden Treppen müssen feuerfest, die von diesen zu den Werkstätten führenden Thüren von Eisen selbstthätig schliessend und nach aussen aufschlagend hergestellt werden. Die Thüren dürfen nicht an hölzernen Zargen oder Dübeln befestigt werden.

c) Für jede Werkstatt ist eine besondere Leimküche einzurichten, welche mit massiven Umfassungswänden zu versehen und zu überwölben ist; unter der Leimküche ist die Decke einschliesslich des Fussbodens durchweg aus unverbrennlichem Material herzustellen. Die Leimküche ist von der Werkstatt durch eine eiserne Thür abzuschliessen. Zwischen der Thür und dem Herde der Leimküche muss ein Abstand von mindestens 0,50 m vorhanden sein.

Sogen. Leimkamme sind unstatthaft.

d) Jede Werkstatt muss ein abgesondertes Spähne-Gelass haben, welches, im Keller oder zu ebener Erde gelegen, durch massive Wände von allen übrigen Räumen geschieden und gewölbt sein muss. Dasselbe muss vom Hofe aus einen besonderen Zugang haben, der durch eine eiserne oder mit Eisen beschlagene Thür verschliessbar ist.

Für Drechslereien, Stellmachereien, Holzbildhauereien, das sind Holzbearbeitungs-Werkstätten, in welchen verhältnissmässig wenig Spähne erzeugt werden, gelten diese Vorschriften nur bedingungsweise, dagegen in allen Punkten strikte für Tischlereien, Holzschneideanstalten und Fraiseanstalten. Für grössere Tischlereien empfiehlt es sich im übrigen, zur Vermeidung von Feuersgefahr, den Leim auf grossen, durch Dampf erhitzten Eisenplatten zu wärmen, auch die erzeugten Spähne von den Arbeitsmaschinen durch feuerfeste Kanäle absaugen zu lassen; so dass die Arbeitssäle vollständig frei von Spähne-Vorräthen bleiben.

5. Gewerbliche Feuerungen.

Für grössere gewerbliche Feuerungen ist, um ein Platzen der Schornsteinwangen infolge der Einwirkung der Hitze zu vermeiden, die Herstellung der letzteren in grösserer Stärke als $\frac{1}{2}$ Stein erforderlich, selbst dann, wenn die Standfähigkeit des Schornsteins nicht bereits eine grössere Stärke vorschreibt. Hierzu sind zu rechnen u. a.: Glühöfen, Bolzenöfen in Plättanstalten, Trockenöfen in Färbereien, Darren in Brauereien, Porzellanbrennöfen, Lackierereien und grosse Konditoreien, grössere Restaurationsküchen sowie einzelne Kleinmotoren.

Werden auf Herden brennbare Flüssigkeiten in grösseren Mengen gekocht (destillirt), so ist nach Umständen ein erhöhter Rand um die obere Herdfläche herzustellen. Die Eingussstelle muss so liegen, dass der Arbeiter beim Giessen nicht unmittelbar vor der Feuerungstür steht.

Beim Kochen von Theer, Bohnermasse, Firniss usw. ist stets Aufsicht nöthig, da leicht Erwärmung und Ueberkochen stattfindet. Bohnermasse und Firniss sollen nur auf geschlossenen Handplatten (also solchen ohne Kochlöcher und Ringe) erwärmt werden.

Sehr ausführliche Bauvorschriften über gewerbliche Feuerungen bestehen in München. Von denselben seien als besonders wichtig nachstehende aufgeführt:

Die Feuerungsräume der Brenn- und Dampfkessel, der Malzdarren und ähnlicher Anlagen wie auch der Warmwasser- und Luftheizungen, müssen ringsum frei stehen, so dass zwischen den äusseren Seiten ihrer Ummauerung und den Umfassungswänden der Lokalitäten, worin sie stehen, ein freier Luftraum von wenigstens 0,30 m verbleibt.

Bei Brennereien und sonstigen Rektifikations-Einrichtungen, Trockenkammern, sowie bei Kesseln, worin Talg und Fett geschmolzen oder Oele gekocht werden, und bei der Bearbeitung leicht entzündlicher Stoffe sind die Heizöffnungen stets ausserhalb des Betriebsraumes anzubringen.

Die Kamine zu solchen Anlagen sollen bestiegbar sein und in der Höhe von 6 m über dem Feuerherde mindestens die Wangen- oder Wandungsstärke von 1 Stein haben; von dieser Wange ist alles Holz 0,25 m entfernt zu halten.

Gehen solche Kamine durch Räume, in welchen brennbare Gegenstände lagern, so sind sie daselbst mit feuersicheren Mänteln zu versehen.

Dunstabzüge bei Darren müssen aus Mauerwerk oder anderem, nicht brennbarem Material ausgeführt und mit selbstschliessenden metallenen Klappen versehen werden.

In den Thüröffnungen, welche zu Brenn-, Rektifikations- und Destillirräumen führen, sind mindestens 0,15 m hohe feuersichere Schwellen anzulegen; ferner sind in diesen Räumen Gruben herzustellen, die ein grösseres Volumen als die Betriebsapparate fassen.

Bei Trockenkammern, die eine Wärme von mehr als 30° R. erfordern, müssen da, wo es für nöthig erachtet wird, doppelte Thüren und vor den Fenstern eiserne Läden angebracht werden. Diese, wie auch etwa vorhandene Luftklappen, sind so einzurichten, dass sie bei einem in der Trockenkammer entstehenden Feuer sich von selbst schliessen oder von aussen leicht geschlossen werden können.

Die Decken dieser Räume müssen eingewölbt werden.

Die Heizapparate, sowie die Heizkanäle oder Heizrohre in solchen Anstalten müssen durch darüber in der Entfernung von 0,30 m anzubringende Blechtafeln von genügender Grösse oder, wenn es statthaft ist, durch Drahtgitter geschützt werden; wo die Heizkanäle oder Heizrohre unmittelbar unter dem Fussboden durchgeführt werden, müssen sie mit doppeltem Steinbelag verbandsmässig überdeckt sein.

Für die Oefen zum Betriebe von Konditoreien, Bäckereien und sonstigen Geschäften mit gewöhnlichen Feuerungen wird ausser der üblichen Isolirung der nicht massiven Fussböden noch vorgeschrieben, dass wenn dieselben nicht in gewölbten Räumen stehen, die Decken darüber zu verputzen sind; im übrigen muss zwischen diesen Decken und der oberen Fläche des Ofens ein freier Raum von

mindestens 0,60 m, gegen den Nachbar ein solcher von 0,30 m verbleiben.

Bei Betrieb mit offenem Feuer sind über den Herden feuerfeste Mäntel anzubringen.

Räucherammern sind auf feuerfester Unterlage an Wänden und Decken massiv auszuführen und die Oeffnungen mit metallenen Thüren dicht zu schliessen.

Kommen die Räucherammern auf dem Dachraum zu stehen, so müssen Doppelthüren von Metall an den Eingängen dieser Kammern angebracht werden.

Nach den Hamburger Vorschriften darf eine Räucherammern nur an einen besteigbaren Schornstein angeschlossen werden. Die Feueressen der Schmiede, Schlosser, Mechaniker, Wagenbauer und ähnlicher Gewerbe müssen auf festem Grund oder auf massive Gewölbe zu stehen kommen, Gewölbe unter dem Herde und massive oder feuerfeste Kappen oder Mäntel über demselben erhalten. Die Rückwand der Esse muss mindestens 0,25 m stark sein und von der Umfassungsmauer, wenn diese nicht massiv ist, wenigstens 0,30 m entfernt bleiben. Der Fussboden und die Decke ist von der freien Seite der Esse auf angemessene Entfernung, ersterer mit Steinen oder einem anderen feuerfesten Material zu belegen, letztere mit Mörtel zu verputzen.

2. Kesselhäuser und Dampfkessel.

Die Anlage von Kesselhäusern und Dampfkesselanlagen ist für das Deutsche Reich einheitlich durch die Bekanntmachung des Reichskanzlers v. 5. August 1890 geregelt. Von den bezügl. Bestimmungen sind für die Bautechniker die §§ 14 und 15, betr. Aufstellung der Dampfkessel, besonders wichtig:

Dampfkessel, welche für mehr als 6 Atm. Ueberdruck bestimmt sind, und solche, bei welchen das Produkt aus der feuerberührten Fläche in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atm. Ueberdruck mehr als 30 beträgt, dürfen unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, nicht aufgestellt werden. Innerhalb solcher Räume ist ihre Aufstellung unzulässig wenn dieselben überwölbt oder mit fester Balkendecke versehen sind.

An jedem Dampfkessel, welcher unter Räumen, in denen Menschen sich aufzuhalten pflegen, aufgestellt wird, muss die Feuerung so eingerichtet sein, dass die Einwirkung des Feuers auf den Kessel sofort gehemmt werden kann.

Dampfkessel, welche aus Siederöhren von weniger als 10 cm Weite bestehen, und solche, welche in Bergwerken unterirdisch, oder in Schiffen aufgestellt werden, unterliegen diesen Bestimmungen nicht.

Zwischen dem Mauerwerk, welches den Feuerraum und die Feuerzüge fest stehender Dampfkessel einschliesst, und den dasselbe umgebenden Wänden muss ein Zwischenraum von mindestens 8 cm verbleiben welcher oben abgedeckt und an den Enden verschlossen werden darf.

Die Einrichtung von Dampfkesseln wird in neuester Zeit auch für Geschäftshäuser, in welchen keine Gewerbe mit Arbeitsmaschinen betrieben werden, sowie in grösseren öffentlichen Gebäuden für die verschiedensten Zwecke erforderlich, wie Heben von Druckwasser für hydraulische Aufzüge, Dampfheizungen mit höherer Spannung, Drucklüftungen, elektrische Beleuchtung. Bei beschränktem Raum im Innern der Städte wird die Aufstellung der Dampfkessel im Hauptgebäude, so wenig dieselbe auch im Interesse der Feuersicherheit erwünscht ist, nicht zu vermeiden sein. Es werden alsdann, da Kessel, deren Produkt aus feuerberührter Fläche und Dampfspannung nicht mehr als 30 beträgt, selten genügen, meistens Röhrenkessel Verwendung finden müssen.

Ist auf dem Grundstück ausreichender Raum für die Anlage eines besonderen Kesselhauses, welches immer vorzuziehen ist, vorhanden, so

wird, falls die Verbindung mit dem Raum für die Dampfmaschine nicht den einseitigen Anschluss an das Hauptgebäude erforderlich macht, dasselbe möglichst weit vom Hauptgebäude an versteckter Stelle anzulegen sein. Für den letzteren Zweck empfiehlt sich die Tieferlegung des Fussbodens unter Erdgleiche, so dass das Kesselhaus den Charakter einer Terrassenanlage erhält. Zu einer solchen Anlage wird in Berlin allerdings die Gewährung eines Dispenses seitens des Bezirksausschusses erforderlich sein, da ein Kesselhaus als ein Raum anzusehen ist, in welchem sich der Kesselwärter bestimmungsmässig dauernd aufhält.

Ist der Bau eines frei stehenden Schornsteins für das Kesselhaus aus ästhetischen oder sonstigen Gründen nicht erwünscht, so bleibt der Ausweg, den Schornstein innerhalb des Hauptgebäudes anzulegen und mit dem Kesselhaus durch einen unterirdischen Fuchs in Verbindung zu setzen. Es muss alsdann jedoch für die grösste Isolirung des Schornsteines von dem Gebäudeinnern Sorge getragen werden. Beim Umbau des Universitätsgebäudes zu Berlin ist dies dadurch

Fig. 20.

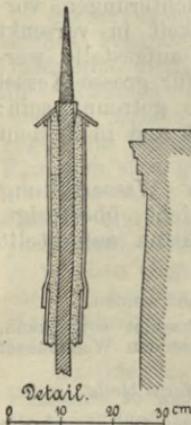
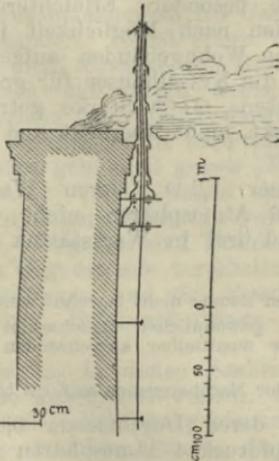


Fig. 21.



erreicht, dass der aus starken gusseisernen Röhren hergestellte Schornstein frei inmitten eines breiteren, von massiven Mauern umgebenen Schachtes aufgestellt ist. Dieser Schacht ist ähnlich, wie der in Fig. 15 u. 16 dargestellte, innerhalb eines Treppenhauses so angelegt, dass er leicht zugänglich bleibt.

Besondere Sicherheits-Maassregeln sind bei der Konstruktion von Blitzableitern auf den Köpfen von Fabrikschornsteinen anzuwenden. Wie ein in Deutsch. Bauzeitg. 1893, No. 54 beschriebener Fall lehrt, werden die Auffangstangen von den Verbrennungsgasen schnell angegriffen und zerstört. Als Schutzmittel wird von Ingenieur Breuer eine Umschliessung der Stange unter-

halb der Platinspitze mittels gläserner Muffenröhren vorgeschlagen, wie solche von der Glashütte „Carlswerk“ in Bunzlau eigens zu dem genannten Zwecke hergestellt werden, Fig. 20 u. 21.

Den Bestimmungen über Konzessionirung der Dampfessel unterliegen nach § 22 der genannten Verordnung folgende Apparate nicht:

1. Kochgefässe, in welchen mittels Dampfes, der einem anderweitigen Dampfenwickler entnommen ist, gekocht wird;

2. Dampfüberhitzer oder Behälter, in welchen Dampf, der einem anderweitigen Dampfenwickler entnommen ist, durch Einwirkung von Feuer besonders erhitzt wird;

3. Kochkessel, in welchen Dampf aus Wasser durch Einwirkung von Feuer erzeugt wird, wofür dieselben mit der Atmosphäre durch ein unverschliessbares, in den Wasserraum hinabreichendes Standrohr von nicht über 5 m Höhe und mindestens 8 cm Weite oder durch eine andere von der Zentralbehörde des Bundesstaates genehmigte Sicherheitsvorrichtung verbunden sind.

Hierzu werden zu rechnen sein die Niederdruck-Dampfheizungen, Warmwasser-, Heisswasser- usw. Heizungen, Menagekochkessel, in welchen Speisen mit Dampf gekocht werden.

Nach dem Erlass des preussischen Ministers für Handel u. Gew. v. 3. Oktober 1890 ist es auch zulässig, für Anlagen, welche wegen zu geringer Höhe der betr. Räume die Anwendung eines 5 m hohen Standrohres unmöglich machen, das unter No. 35 440 patentirte Standrohr nach Art eines Hebermanometers mit Wasserfüllung und zwar in geringerer als 8 cm Weite anzulegen. Dieses schlangenförmige Standrohr findet man namentlich bei den Dampfentwicklern für Koch- und Badzwecke Anwendung.

Ein neuerer Erlass des Ministers für Handel und Gewerbe gestattet dieselbe Vergünstigung für Kochgefässe, welche mit einem unverschliessbaren aus dem Dampfraum ausgehenden Standrohr versehen sind, sofern letzteres einen Syphon mit einem aufsteigenden Schenkel von nicht über 5 m Höhe bildet und der innere Querschnitt dieses mit Wasser gefüllten Standrohres für je 1 qm der benutzten Kesselheizfläche mindestens 450 qmm, jedoch nicht unter 700 qmm beträgt, sowie über 5720 qmm nicht hinauszugehen braucht.

Die österreichischen Bestimmungen für Dampfkesselanlagen weichen insofern von den deutschen Bestimmungen ab, als neben den grossen und kleinen Kesseln noch Zwergkessel unterschieden werden und für letztere besondere Erleichterungen vorgesehen sind. Grosse Kessel sollen nach Möglichkeit in versenkt gelegten Räumen und entfernt von Wohngebäuden aufgestellt werden. Von Arbeitsräumen müssen die Kesselhäuser für grosse Kessel durch eine volle Mauer von mindestens 60 cm Stärke getrennt sein; dieselben dürfen nur leicht überdeckt, nicht überbaut und in keinem Falle gewölbt sein.

Kleinkessel, deren Durchmesser 1,2 m, deren Wasserfüllung 1 cbm und deren Dampfdruck 6 Atmosphären nicht übersteigt, dürfen in bewohnten Häusern und frei in Werkstätten aufgestellt werden, wenn:

1. die unmittelbar darüber befindlichen Räume nicht bewohnt werden,
2. der Schornstein, der auch ein gewöhnlicher Rauchsclot sein kann, mindestens die Höhe des Dachfirstes der unmittelbar angrenzenden Wohnhäuser überragt,
3. der Kessel wenigstens 3 m von jeder Nachbargrenze entfernt bleibt.

Zwergkessel, d. h. solche, deren Durchmesser 0,8 m, deren Wasserfüllung 0,5 cbm, deren Dampfdruck 4 Atmosphären nicht übersteigt, unterliegen hinsichtlich ihrer Aufstellung lediglich den für Anlage von Feuerungen geltenden Vorschriften.

Gaskraftmaschinen, Heissluftmaschinen und ähnliche durch Elementarkräfte arbeitende Motoren sind, wenn sie geräuschlos arbeiten, wie Zwergkessel zu behandeln.

„. Mühlen.

Die in Mahlmühlen und ähnlichen Anlagen zur Verhütung von Explosionen erforderlichen Vorkehrungen sind hier nicht berücksichtigt. Ueber einen besonderen Fall, welcher in der Litteratur eine sehr ausführliche Behandlung gefunden hat (die Explosion der Wesermühle in Hameln) ist das Centralbl. d. Bauverwaltung, Jahrgg. 1887, zu vergleichen.

Mit Rücksicht auf die Brandgefahr, welche durch die Nähe und den Betrieb einer Getreide-, Loh-, Oel- oder Schneidemühle für die Nachbarschaft entsteht, sind Wohn-, Wirtschaftsgebäude, Lagerhäuser

usw. isolirt von dem eigentlichen Mühlegebäude zu errichten. Nach den von der Landesfeuersozietät Sachsen 1889 herausgegebenen „Rathschlägen für die Verminderung der Feuersgefahr in dergleichen Anlagen“ ist die Isolirung als vorhanden anzusehen, wenn bei massiver Bauart ein Zwischenraum von mindestens 10 m, bei Fachwerksbau ein solcher von wenigstens 15 m vorhanden ist. Bei sehr grossen Mühlenanlagen, namentlich bei Holzschneidemühlen sind die Entfernungen um die Hälfte zu erweitern.

Bei der Anlage von Windmühlen ist zugleich auf Vorkehrungen zum Schutz der Vorübergehenden gegen Verletzungen durch die Flügel der Mühle Bedacht zu nehmen, und ist die Errichtung von Windmühlen z. B. in Schleswig-Holstein und Hannover nur in erheblicher Entfernung von öffentlichen Wegen gestattet.

v. Beleuchtung.

1. Gasbeleuchtung.

Bei der Anlage von Fabriken und Lagergebäuden sowie Werkstätten ist auch auf möglichste Feuersicherheit der Beleuchtung Bedacht zu nehmen.

Sicherungsmaassregeln bei Gasanlagen sind an anderer Stelle des Buches behandelt. Es ist Sorge zu tragen, dass auch die einzelne Gasflamme nicht Ursache von Bränden wird. Erforderlichenfalls sind die Flammen auf festen Armen anzubringen und durch Glasglocken, welche mit Draht umspannt sind, oder durch Drahtkörbe gegen die Berührung mit brennbaren Stoffen zu schützen. Ueber den Flammen sind genügend grosse „Blaker“ anzuordnen.

Alle diese Vorrichtungen sind jedenfalls erforderlich in Packräumen und Lagerräumen, in welchen mit Stroh hantirt bzw. verpackt wird. Dagegen sind Drahtschutzkörbe unpraktisch in Räumen, in welchen Gegenstände verarbeitet werden, von denen kleine Theilchen umherfliegen und viel Staub entsteht. (Mühlen, Spinnereien, Waffefabriken, Holzbearbeitungs-Anstalten mit Säge- und Hobelbetrieb.)

In Gängen, in denen Sachen transportirt werden, müssen die Flammen so angebracht werden, dass dieselben nicht mit getragenen Gegenständen in Berührung kommen. Wenn drehbare Gasarme brennbare Stoffe erreichen können, sind sie in ihrer Beweglichkeit durch Anschlagklammern (Gabeln) zu begrenzen.

Die Gasmesser sind in feuersicheren Räumen, welche möglichst durch Fenster erhellt, luftig und bequem zugänglich sind, jedenfalls nicht unter Treppen aufzustellen.

Ob und in wie weit die Beleuchtung mit Gasglühlicht eine Verminderung der Feuersgefahr herbeiführt, darüber liegen genügende Erfahrungen noch nicht vor.

2. Elektrische Beleuchtung.

Die Gefahr der elektrischen Beleuchtung beruht einmal in der Möglichkeit der Verletzung von Personen durch Berührung mit den Leitungen, andererseits in der Feuersgefahr. Letztere ist jedenfalls geringer als bei irgend einer anderen Beleuchtungsart, besonders wenn bei der Anlage die jetzt üblichen Sicherheitsmaassregeln beachtet werden. Nach den neuesten Erfahrungen haben sich die von deutschen Versicherungs-Gesellschaften aufgestellten Vorsichtsbedingungen nicht als vollständig genügend bewährt, und herrscht jetzt die Ansicht vor,

dass die von der englischen Versicherungs-Gesellschaft Phönix zu London aufgestellten Bedingungen als die ausführlichsten, strengsten und daher zweckentsprechendsten anzusehen seien. Von dem Abdruck derselben muss mit Rücksicht auf den Umfang derselben Abstand genommen werden und wird daher auf das Studium derselben, in der Uebersetzung von Dr. Oscar May (1891 im Verlag von F. W. v. Biedermann in Leipzig erschienen) hingewiesen.

In den Städten, in welchen städtische Elektrizitätswerke eingerichtet sind, pflegen letztere besondere Sicherheitsbedingungen für den Anschluss der Häuser an die Lichtkabel zu stellen, welche im allgemeinen als genügend anzusehen sein werden.

3. Petroleum-Beleuchtung.

Für Petroleum-Beleuchtung sind folgende Vorsichtsmaassregeln zu beachten:

Ueber Lagerung von Petroleum in grösseren Mengen bestehen ortspolizeiliche Bestimmungen. Kleinere Mengen für den Tagesbedarf unterliegen keinen Einschränkungen; doch sollen die Gefässe nicht in der Nähe von Feuerungen aufbewahrt werden, auch keine schmelzbaren (Zinn-) Hähne haben. Petroleumlampen sollen, wenn irgend möglich, ausserhalb der Werkstätten und Lagerräume angezündet und erst dann in Gebrauch genommen werden. Am zweckmässigsten ist es, eine besondere Lampenkammer einzurichten und die Zurichtung der Lampen, das Anzünden und den Transport, einem zuverlässigen Arbeiter zu übertragen. Petroleum-Hängelampen sind möglichst sicher an metallenen Ketten und mindestens 1,10^m mit Zylinderoberkante von verbrennlichen Decken entfernt, aufzuhängen. Blakerbleche über derartigen Hängelampen sollen ihre Befestigung an der Lampe, nicht aber am Deckenhaken erhalten.

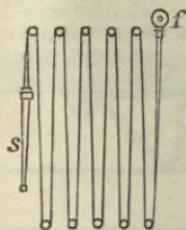
§. Zentral-Heizungen.

In städtischen Geschäftshäusern wird die Heizanlage für die Zentralheizung, um an werthvollen Räumen in den Geschossen zu sparen, meistens im Keller angelegt. Es empfiehlt sich, diesen Heizraum durch massive Wände von den übrigen Kellerräumen zu trennen und durch einen besonderen Zugang vom Hofe aus zugänglich zu machen. In Fabriken wird häufig der abgehende Dampf der Maschinen zu Heizzwecken benutzt. Die Wanddurchbrechungen für Dampf- und Heizrohre sind ebenso, wie die für Wellen, möglichst abzudichten. Bei der Durchführung der Dampfrohre, selbst wenn dieselben ganz niedrig gespannten Dampf, wie etwa das Abblaserrohr der Maschine enthalten, durch hölzerne Balkenlagen sind Isolirungen erforderlich. (Weitere Thonrohr-Muffen und Ausfüllung des Zwischenraumes mit unverbrennlichem Material). Es ist auch dafür Sorge zu tragen, dass auf und neben den Dampfrohren keine leicht brennbaren oder gar zur Selbstentzündung neigenden Stoffe (z. B. ölige Wollwaaren für Trikotfabrikation) lagern können. Die Verpackung von Dampfrohren darf nicht mit brennbaren Stoffen ausgeführt oder mit solchen umhüllt sein; die Flanschen dürfen nicht mit verpackt werden. Bei langen Strecken und besonders gefährlichen Betrieben ist die Verpackung nach Bedarf durch sogen. falsche Flanschen zu unterbrechen.

o. Löscheinrichtungen.

Die einfachsten Löscheräte, Eimer mit Wasser, sind die besten und sichersten, da Jeder mit denselben umzugehen versteht. Sehr gute Löscheräte sind einfache Zapfhähne und einige darunter oder darüber angebrachte Eimer. Die bezeichneten Löscheräte, ebenso Wasserhähne mit Schläuchen, werden am besten auf den Fluren, Treppenpodesten, sowie an Thüren angebracht, wo die Arbeiter auch ihren Rückzug gesichert sehen. Die vorhandenen Löscheräte müssen zeitweise sorgfältig nachgesehen werden. Ist keine Wasserleitung von genügendem Druck vorhanden, so sind besondere Wasserreservoirs an den höchst gelegenen Stellen der Gebäude aufzustellen, welche zugleich das Druckwasser für die Aufzüge liefern können. Ist am Orte eine organisirte Feuerwehr vorhanden so wird sich der Fabrikherr über die zweckmässigste Anlage der Feuerhähne und Hydranten mit derselben in Verbindung setzen. Bei isolirt liegenden grösseren Fabrikanlagen ist ein Theil der Arbeiter als Feuerwehr auszubilden und sind dann auch die nöthigen grösseren Feuerlöschapparate, als Spritzen, Leitern, Wasserwagen usw. zu beschaffen. (So besitzt z. B. die kaiserliche Werft zu Kiel und das bürgerliche Brauhaus zu Pilsen eine ausgebildete Feuerwehr nebst den erforderlichen Kasernen.) Wenn weibliche Personen in feuergefährlichen Betrieben beschäftigt sind, so ist die Beschaffung von Löschdecken, wie solche in Theatern eingeführt sind, nothwendig. Ist ein Rauchverbot nöthig, so sind in den betr. Räumen grosse Plakate anzubringen.

Fig. 22.



f = Feuerhahn.
s = Strahlrohr.

Bei grösseren Fabrikbetrieben, welche nur über Tag arbeiten, sind Vorkehrungen zur schnellen Meldung eines Nachts ausbrechenden Feuers zu treffen. Hierzu können selbstthätige Feuermelder benutzt werden; oder es sind Nachtwächter anzustellen und zu regelmässigen Rundgängen anzuhalten. Die selbstthätigen Apparate, bei welchen hauptsächlich die Eigenschaft der verschiedenen Metalle, sich in der Wärme ungleich auszudehnen, benutzt wird, haben den Nachtheil, dass sie in der Regel das Feuer erst melden, wenn der ganze Raum, in dem dieselben aufgestellt sind, beginnt sich anzuwärmen. Derartige Apparate sind von Oskar Schippe, Telegraphen-Bauanstalt in Leipzig, von Richard Schwarzkopf in Berlin und von M. Herren konstruirt. Die Anstellung von Nachtwächtern hat gleichfalls nur dann sicheren Erfolg, wenn diese zur regelmässigen Ausführung ihrer Rundgänge durch Anbringung von Kontroll- und Registrirapparaten gezwungen werden.

Feuerhähne. Werden im Innern der Gebäude Feuerhähne mit Schläuchen angelegt, so ist neben der Lage derselben auch auf die zweckmässigste Anordnung des Schlauches Bedacht zu nehmen. Im Centralbl. d. Bauverwaltg. 1886 No. 18 empfiehlt Leonhardt, die Schläuche nicht in gerolltem Zustande aufzubewahren, dieselben vielmehr nach Fig. 22 an der Wand über Riegel auf und ab zu führen. Es kann dann das Ende des Schlauches stets fest mit dem Feuerhahn verschraubt bleiben, während beim aufgerollten Schlauch diese Verschraubung erst nach der Aufrollung hergestellt werden kann. Feuerhahn und Schlauch sind durch einen kleinen Schrank ohne Rückwand zu umkleiden. Eine ähnliche Aufhängung der Schläuche, F. Schulze in Osnabrück patentirt, ist in No. 33 Jahrg. 1894 d. Ctrbl. d. B. beschrieben. Abgesehen von wenig ausgedehnten Räumlichkeiten, sind

15^m Schlauchlänge wünschenswerth. Die Grössenverhältnisse der Hähne müssen den jeweiligen Zwecken angepasst werden. Für Wohnräume sind meistens 25 mm Durchmesser ausreichend; dagegen sind da, wo leicht brennbare, bezw. sehr werthvolle Sachen lagern, je nach den Umständen, Hähne von 40 bezw. 50 mm Durchmesser zu verwenden.

Die feste Verbindung zwischen Schlauch und Feuerhahn wird auch bei einem auf eine Trommel aufgerollten Schlauch erzielt, wenn die unter No. 32, Jahrg. 1886 des Centralbl. d. Bauverwaltg. beschriebene patentirte Anordnung gewählt wird. Die Drehung bezw. Abwicklung des Schlauches kann entweder dadurch ermöglicht

Fig. 23.

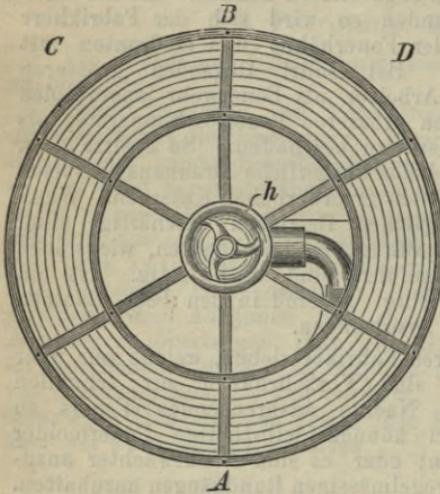


Fig. 24.

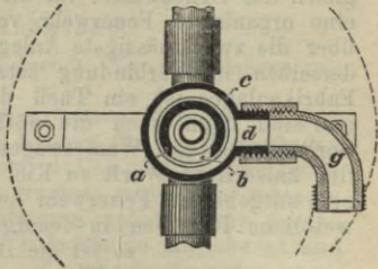


Fig. 25.

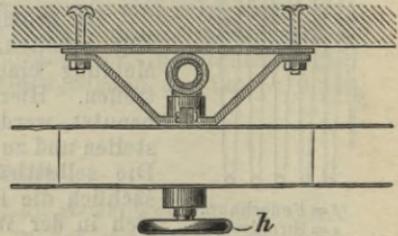
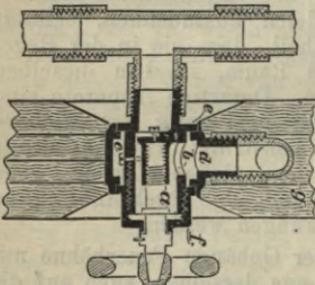


Fig. 26.



- a Niederschraubhahn,
- b Oeffnung,
- c Drehbare Hülse,
- g Bogenstück, an welchem der Schlauch angeschraubt ist,
- e Ringförmige Backe,
- f Verschlusskappe,
- h Rad zum Stellen des Hahns.

werden, dass die hohle Achse der Trommel kükenartig in das Wasserrohr eingesetzt wird, oder indem sich die Trommel auf einem festen Stutzen des Wasserrohrs mittels eines hohlen Ringstückes dreht; letztere Anordnung ist in Fig. 23—26 dargestellt.

Es sei zum Schluss noch ein in Amerika vielfach verbreiteter selbstthätiger Löschapparat erwähnt, welcher mit der in Theatern üblichen Regenrohrenrichtung Aehnlichkeit hat, der Apparat F. Grinnel, der z. Z. auch in Deutschland von Walther & Co. in Kalk a. Rhein geliefert wird. Er besteht im wesentlichen aus im Raume vertheilten Brausen, welche je eine Fläche von 9^{qm} bespritzen. Die Brausen

treten in Thätigkeit, sobald die Lufttemperatur in der Nähe 70° erreicht, bei welcher Temperatur die den Verschluss der Brause bildenden Verlöthungen schmelzen. Mit der Einrichtung pflegen Allarmsignale verbunden zu werden.

III. Sicherungen für Theater, Zirkusanlagen und Versammlungssäle.

Neuere Litteratur. Festschrift zur Eröffnung des Stadttheaters zu Halle. Theater der Ausstellung für Unfallverhütung. Centralbl. d. Bauverwaltg. 1889, No. 28. Konkurrenz für den Entwurf zu einem Mustertheater. Deutsch. Bauzeitg. 1888, No. 46. Der Neubau des Hoftheaters zu Schwerin. Deutsch. Bauzeitg. 1885, No. 47. Lessing-Theater zu Berlin. Zeitschr. für Bauwesen 1889. Die Bühneneinrichtung des Hallenser Theaters. Deutsch. Bauzeitg. 1887, No. 51. Elektrische Beleuchtungsanlage des Königl. Opernhauses zu Berlin. Zeitschr. für Bauw. 1889. Das städtische Spiel- und Festhaus zu Worms von Otto March 1890. Polizei-Verordnung betr. die bauliche Anlage und die innere Einrichtung von Theatern, Zirkusgebäuden und öffentlichen Versammlungssälen, Berlin 1889, nebst Erläuterungen, Abänderungen der Abschnitte II. und III. dieser Verordnung vom 18. März 1891. Theaterneubauten in London. Centralbl. d. Bauv. 1888, No. 43. Umbau des Schauspielhauses zu Berlin. Centralbl. d. Bauv. 1892, No. 41. Ronacher-Theater zu Berlin. Deutsch. Bauzeitg. 1892, No. 91. Die genannten Zeitschriften enthalten auch sonstige umfassende Mittheilungen.

a. Statistik der Theaterbrände.

Die grösseren Brandkatastrophen der letzten 12 Jahre von Brooklyn, Nizza, Wien, Paris, Exeter und Oporto haben allein 1600 Menschenleben gekostet. Dank den verbesserten Einrichtungen der Theater ist jedoch in den letzten Jahren, abgesehen vom Jahre 1887, eine merkliche Abnahme der Theaterbrände eingetreten, wie aus folgender Zusammenstellung ersichtlich ist:

Die Zahl der Theaterbrände betrug:

| | |
|----------------|----|
| 1882 | 25 |
| 1883 | 22 |
| 1884 | 10 |
| 1885 | 8 |
| 1886 | 8 |
| 1887 | 18 |

Die Statistik der Theaterbrände beweist (nach Fölsch), dass die Gefährdung in den Stunden nach Schluss der Vorstellung verhältnissmässig am grössten ist, nämlich 7 mal so gross als in der eigentlichen Tageszeit, dagegen während der Vorstellung nur 2 mal und bei Einlass des Publikums nur 3 mal so gross. Es ist hieraus zu schliessen, dass, trotzdem die Gefahr für den Ausbruch eines Feuers während der Vorstellung unlegbar am grössten ist, dieselbe während dieser Zeit durch die schärfere Ueberwachung bedeutend gemindert wird. Immerhin ist das Leben der Menschen selbstverständlich während der Vorstellung am meisten gefährdet, da zu dieser Zeit das Theatergebäude mit Menschen gefüllt ist, und daher die Folgen einer Panik im Zuschauer-raum wie im Bühnenhaus die schwersten sein werden.

b. Die besonderen Umstände und Ursachen der Theaterbrände.

Die Feuersgefahr eines Theaters ist vorwiegend in der Ansammlung und Benutzung leicht entzündlicher und nach der Entzündung theilweise rasch aufflammender Stoffe und Gegenstände der Bühnenausstattung begründet, und da die Menge dieser Stoffe mit der Bühnengrösse wächst, so wird die Feuersgefahr eines Theaters mit der Grösse desselben entsprechend wachsen.

Vermöge der üblichen Gestaltung und inneren Einrichtung des Bühnenraums ist dieser wie dazu geschaffen, Feuersgefahr zu befördern; es ist hier insbesondere hinzuweisen auf die hängende und gleichzeitig in enger Gassenform auszuführende Anordnungsweise der beweglichen Dekorationstheile, wie ebenso auf die Nothwendigkeit, zahlreiche Beleuchtungskörper oben, zwischen höchst brennbaren Stoffen versteckt, anzubringen.

So viele Gassen (Kulissen) vorhanden sind, so oft multipliziert sich die Fläche der höchst brennbaren Stoffe und so viele schachtähnliche Räume bilden sich, in denen Luftzug stattfindet, der einen Funken fortträgt, entfacht und der Flamme rasch die weiteste Ausbreitung verschafft. Der Luftzug wird um so stärker sein, je grösser die Höhe des Bühnenraumes ist. Deshalb die Höhe des Bühnenhauses einzuschränken, würde jedoch nicht rätlich sein, da vielmehr bei einem weit in die Höhe reichenden, den Zuschauerraum überragenden Bühnenhause die Feuergase eher nach oben steigen und vom Zuschauerraum weggeführt werden können. Als besonders gefährlich sind die Hanfseile der älteren Bühneneinrichtungen, welche zum Aufziehen der Dekorationen dienen, zu bezeichnen, da dieselben das Feuer wie eine Zündschnur weiter leiten und auf die anderen brennbaren Theile der Bühneneinrichtung übertragen. Die grosse Gefahr dieses plötzlichen Auflackerns eines Bühnenbrandes liegt ferner in dem Umstande, dass infolge Entstehung grosser Mengen von Gasen durch die Verbrennung der Stoffe, bei gleichzeitiger Erhitzung der Luft, der Druck dieser Luftmassen erheblich wächst, dieselben somit den Zwischenraum und das ganze Zuschauerhaus erfüllen müssen, wenn nicht für ihren Abzug nach oben Sorge getragen wird.

Gefahren minderer Ordnung sind ausserhalb der Bühne in den sogen. Dekorations-Magazinen, im Malersaal, in den Werkstätten der Tischler und sonstiger Handwerker, in den Putz- und Lampenräumen, im Feuerwerks-Laboratorium, in den Magazinräumen für Oel, Spiritus und sonstige brennbare Stoffe, in den Garderoben der Schauspieler, endlich in den Heiz- und Lüftungs-Anlagen zu suchen.

So weit Theaterbrände auf der Bühne zum Ausbruch kommen, sind dieselben etwa auf folgende Hauptursachen zurück zu führen: Beleuchtung, Gasausströmungen, Feuerwerks-Aufführungen, Abfeuerung von Schiessgewehren, Unvorsichtigkeiten und Zufälle beim Betriebe der Theater-Maschinerie.

c. Allgemeines über die Vorkehrungen zur Sicherheit gegen Lebensgefahr in Theatern, Zirkusgebäuden und Versammlungssälen.

Die Schutzmaassregeln, welche zur Sicherheit gegen die Entstehung von Lebensgefahren bei gedrängter Ansammlung von Menschenmengen in den genannten Gebäuden nothwendig sind, sind sehr treffend in den Erläuterungen zur preuss. Polizei-Verordnung vom Oktober 1889 beschrieben. Dieselben sollen nicht nur die unmittelbare Gefahr ins Auge fassen, wie sie etwa bei Entstehung eines Brandes das in geschlossenen Räumen versammelte Publikum durch Verbrennen oder Ersticken bedrohen, sondern auch die Folgen einer bei wirklicher oder vermeintlicher Gefahr entstehenden Panik.

Da letztere erfahrungsgemäss bei Ansammlung grösserer Menschenmengen in einem vollständig feuersicher und unverbrennlich hergestellten Gebäude kaum geringer ist, als in einem an sich weniger feuerbeständigen Bau, so genügt es zu einem wirksamen Schutz des Publikums nicht,

nur zu verlangen, dass Theater, Zirkusgebäude und öffentliche Versammlungsräume in ihrer baulichen Substanz möglichst unzerstörbar hergestellt werden sollen, sondern es müssen zu dieser Forderung noch bestimmte Vorschriften für die innere Einrichtung und für den Betrieb solcher Anlagen treten.

Entscheidend für die Rettung von Menschenleben bei Unglücksfällen und für die Verhütung von Lebensgefahr überhaupt ist vor allem die Sicherung einer schnellen und gefahrlosen Entleerung der Räume durch die Anlage hinlänglich breiter Gänge, Thüren, Korridore, Treppen, Flure und Durchfahrten, sowie durch Fürsorge dafür, dass das Publikum unter allen Umständen leicht, schnell und sicher die Ausgänge ins Freie erreichen kann.

Die nach dieser Richtung in einem derartigen Gebäude gemachten weitgehendsten Vorkehrungen werden zugleich den Besuchern eines Theaters usw. von vorn herein die Ueberzeugung grösserer Sicherheit für ihre Person gewähren und hierdurch bereits dem Eintritt einer Panik bis zu einem gewissen Grade vorbeugen.

Die Maassregeln gegen Feuersgefahr sollen ebenfalls nicht allein bezwecken, der Entstehung eines Brandes durch besondere Vorschriften inbezug auf Erleuchtung, Heizung und Betrieb thunlichst vorzubeugen, ein etwa ausgebrochenes Feuer alsbald durch geeignete Löschmittel wirksam zu bekämpfen und seine Verbreitung zu verhindern, sondern vornehmlich auch eine „Verqualmung“ der menschengefüllten Räume und der zu den Ausgängen führenden Treppen, Gänge und Flure verhindern, oder doch wenigstens thunlichst verzögern.

Diesem Zwecke dienen beispielsweise bei Theatern die Bestimmungen der genannten Verordnung: dass sowohl über dem Bühnenraum als über dem Zuschauerraum grosse Abzugsöffnungen angelegt werden sollen, letztere mit ihrer Mündung mindestens 1 m höher als die Decke des obersten Geschosses; dass der Schnürboden wenigstens 3 m höher liegen muss, als die Decke des Zuschauerraumes; und die für alle hier inbetracht kommenden Bauanlagen, Theater, Zirkus und Versammlungsräume gleich wichtigen Vorschriften, dass Korridore und Treppen mit genügenden Lüftungs-Einrichtungen versehen sein müssen, und dass die für den Verkehr des Publikums bestimmten Treppen niemals mit Kellerräumen unmittelbar in Verbindung stehen dürfen, weil erfahrungsgemäss in solchen, zu den mannichfachsten Zwecken benutzten und schwer kontrollirbaren Räumen leicht ein Feuer entsteht, welches an sich vielleicht nur unerheblich, doch in wenigen Minuten Treppen, Korridore und Flure mit Qualm erfüllen und dadurch eine gefährliche Panik hervorrufen kann.

Gegenüber den vorerwähnten Maassregeln für die Sicherheit der Personen kommt der Schutz der baulichen Substanz gegen Zerstörung durch Feuer erst in zweiter Linie inbetracht. Es sind deshalb selbst für Theater hölzerne Fussböden, theilweise auch Holztreppen für zulässig erklärt; bei Zirkusbauten ist die Herstellung der Umfassungswände und der Scheidewände aus ausgemauertem Fachwerk zugelassen; auch ist die Verwendung hölzerner Stützen ausdrücklich gestattet, weil zuversichtlich vorausgesetzt werden darf, dass bei den vorgeschriebenen Breiten der Gänge und Thüren, der Korridore, Treppen, Flure und Ausgänge, das Publikum unter allen Umständen sicher das Freie erreicht haben wird, ehe ein Feuer, auch wenn es noch so schnell um sich greift, derartige Holzkonstruktionen in Flammen gesetzt haben kann.

Es ist hierbei zu bemerken, dass betreffs des Feuerlöschwesens sachverständige Personen für die Bekämpfung eines Brandes und als

Rückzugsweg der Löschmannschaften hölzerne Treppen keineswegs als gefährlich erachten, ihnen vielmehr unbedingt den Vorzug geben vor Treppen, welche aus Granit-Blockstufen bestehen oder aus Eisen und Stein konstruirt sind, weil Granit, von einer Stichflamme getroffen, plötzlich zerspringt, während Eisen beim Erglühen Formveränderungen erleidet und an Festigkeit stark einbüsst, so dass ein plötzlicher Einsturz eintreten kann.

Die verhängnissvollen Theaterbrände in Nizza und Wien gaben Anfangs der 80er Jahre Veranlassung, dass allerwärts mit Vorschlägen für Verbesserungen im Bau und Betrieb von Theatern hervor getreten, und auch alsbald in den meisten Grossstädten mit einer Verschärfung der betr. polizeilichen Vorschriften vorgegangen wurde. Selbstverständlich gingen die Ansichten über die Tragweite und Zweckmässigkeit der einzelnen Vorkehrungen und Verbesserungen zunächst weit auseinander; es ist eine Klärung über dieselben erst allmählich im Laufe des verflossenen Jahrzehntes, hauptsächlich an der Hand der inzwischen an den neuen Ausführungen und hergestellten Verbesserungen gemachten Erfahrungen erfolgt.

Unter den mannichfachen Bestrebungen, für die Verbesserung der Theater zu wirken, sei der Preisbewerbung zu einem Mustertheater gedacht, welche im Jahre 1883 gelegentlich der Hygiene-Ausstellung zu Berlin ausgeschrieben war und in der Deutsch. Bauzeitung, 1883, No. 46 ausführlich beschrieben worden ist. Die in dem erstprämiirten Entwurf von Schmidt & Neckelmann gemachten Vorschläge, die einzelnen Bautheile des Theaters durch Lichthöfe von einander zu trennen, hat bisher keine praktische Anwendung gefunden. Es ist auch sehr zu bezweifeln, ob die Verfolgung dieses Gedankens eine glückliche ist, da gerade in jüngster Zeit Lichthöfe bei Bränden in Wohnhäusern und Lagerhäusern als recht gefährliche Einrichtungen sich erwiesen haben. Am längsten hat der Streit darüber gedauert, ob die auf den Bühnen angebrachten Lösch- und Sicherheitsapparate als Regenapparate, Abzugsöffnungen für die Feuergease, Schutzvorhänge usw. selbstthätig einzurichten sind, so dass das Feuer selbst dieselben in Wirksamkeit setzt. Für die Einrichtung zur Selbstthätigkeit ist Professor Kraft in Brünn vorzugsweise eingetreten; derselbe hat für das selbstthätige Anlassen der Regenvorrichtung auf der Bühne allein drei verschiedene Vorkehrungen in Vorschlag gebracht, nämlich:

1. Das Drehen eines Hahnes mittels eines Gewichtes, welches durch eine brennbare Schnur oder einen leicht schmelzbaren Körper abgestellt ist.

2. Einsetzung eines leicht schmelzbaren Pfropfens in die Rohrleitung.

3. Benutzung des Luftdrucks der Brenngase, welche auf die in einem Gefäss eingeschlossene Luft drücken und dadurch einen leicht drehbaren Konstruktionstheil und hierdurch das Ventil in Bewegung setzen.

Gegen diese Vorschläge haben sich sowohl der Stadtbaurath a. D. Sturmhöfel, als auch der Architekt Seeling, der Erbauer des neuen Hallenser Theaters, ausgesprochen. Ersterer legt besonderen Werth darauf, dass alles Verbrennliche aus der Bühneneinrichtung fortgeschafft wird; letzterer will ausserdem das Bühnenhaus möglichst hoch hergestellt haben und die oberen freien Umfassungswände mit Glasfenster versehen, deren Scheiben beim Ausbruch eines Brandes schnell springen und den Feuergasen freien Abzug gewähren.

Die neue preuss. Theaterverordnung nimmt sowohl bei den Lüftungseinrichtungen, wie bei dem feuer- und rauchsicheren Verschluss der Bühnenöffnung in Theatern von allen sogen. selbstthätigen Vorkehrungen grundsätzlich Abstand, weil, wie die Erfahrung gelehrt hat, dieselben im Augenblick der Gefahr nur zu oft ihren Dienst versagen. Es ist dort vielmehr vorausgesetzt, dass stets eine hinlängliche Anzahl zuverlässiger Feuerwachen zur Stelle ist, von denen jeder einzelne Mann mit genauer Anweisung seiner Thätigkeit beim Eintreten eines Unfalls versehen wird. Dabei soll das Schliessen der Bühnenöffnung durch den Schutzhorhang oder die Schiebethüren, sowie die Oeffnung der Rauchabzüge über der Bühne und dem Zuschauerraum bei Entstehung eines Feuers immer die erste und wichtigste Maassregel bleiben, um ein grösseres Unglück zu verhüten. — Eine merkwürdige Sicherheits-Vorrichtung für die Schliessung des Schutzhorhanges ist zu Budapest im National-Theater ausgeführt; dort sitzt der Wächter in einem Balkon an der Bühnenseite und kann denselben infolge einer eigenartigen Schlussvorrichtung erst verlassen, nachdem er mittels eines Hebels den Schutzhorhang aufgelöst hat.

Die weit tragendste Verbesserung in der Einrichtung der Theater ist durch Einrichtung der Bühnen nach dem sogen. Asphaleia-system erreicht worden. Abgesehen von der Aenderung der Hintervorhänge und Soffiten treten dabei anstelle der hölzernen Maschinerien, Hanfseile, hölzerne Latten usw. eiserne Maschinerien, Drahtseile und eiserne Latten; es wird hierdurch einem auf der Bühne ausbrechenden Feuer zunächst das Material zur weiteren Entfachung entzogen. Das Asphaleia-System ist zum ersten mal in Budapest, alsdann in Halle zur Ausführung gekommen. Umbauten der alten hölzernen Bühnenmaschinerien in eiserne hydraulisch betriebene, sowie der Schnürböden und Laufgalerien sind auch im Königlichen Schauspielhaus zu Berlin erfolgreich durchgeführt worden.

Eine gleichfalls weit tragende Verbesserung ist auch die Einführung des elektrischen Lichtes. Elektr. Beleuchtung hat die grossen Vorzüge, dass das Licht wenig Hitze und minimale Mengen von Verbrennungsprodukten erzeugt und dass dasselbe einerseits eine sehr weit gehende Konzentration — beim Bogenlicht — andererseits aber auch eine nicht minder weit gehende Theilung — beim Glühlicht — gestattet. Während das Bogenlicht durch Abspringen glühender Kohlenstückchen sowohl als auch unmittelbar zündungsfähig für brennbare Gegenstände ist, ist die Zündfähigkeit des Glühlichts durch luftdichte Umschliessung der Lichtquelle und durch die augenblickliche Aufzehrung des glühenden Kohlenfadens im Fall von Luftzutritt auf Null herab gedrückt. Auch darin besitzt das elektrische Licht einen Vorzug, dass die Zu- und Ableitungen minder gefahrdrohend sind, als die Leitungen für Gas. Die Leitungen für Bogenlicht bedürfen allerdings, um nicht durch Erglügen benachbarte Gegenstände in Gefahr zu bringen, einer isolirenden Umhüllung und isolirender Befestigungsweise. Bei den geringen Stromstärken aber, die für Glühlicht in Anwendung kommen, sind jene Gefahren — richtige Ausführungsweise vorausgesetzt — so gut wie ausgeschlossen, ausgenommen der Fall, dass der Bruch des Leitungsdrahts einer Lampe zur Entstehung eines Lichtbogens zwischen Zu- und Ableitung Anlass giebt. (Ueber die besonderen Einrichtungen der elektrischen Bühnenbeleuchtung siehe Seite 429.)

Um die schnelle Entleerung des Zuschauerhauses zu erleichtern, ist sowohl von Professor Kraft, wie auch von

Dr. M. Hirsch zu Frankfurt a. M. vorgeschlagen worden, seitlich des Zuschauerraumes grosse offene, nur durch ein leichtes Dach überdeckte Terrassenanlagen herzustellen, welche durch Treppen mit der Strasse in Verbindung stehen und besondere Beleuchtung erhalten sollen. Der Vorschlag ist (vergl. Deutsch. Bauzeitg. 1889 No. 82) unter Anlehnung an das Opernhaus zu Frankfurt a. M. in Zeichnungen durchgearbeitet, und es haben sich hier, damit sämtliche Besucher der Ränge aufgenommen werden können, Terrassen von 30^m Länge und 9^m Breite als nothwendig herausgestellt. Von einer Ausführung dieses Vorschlages ist bisher nichts bekannt geworden; immerhin ist die Ausbildung von Balkonen und Portiken in flacher Abdeckung, wie dieselbe z. B. am neuen Theater in Halle, am Lessingtheater zu Berlin und am Königl. Theater zu Wiesbaden ausgeführt ist, sehr empfehlenswerth, weil diese Plattformen nicht nur zur vorläufigen Zuflucht der Theaterbesucher dienen, sondern auch günstig gelegene Stützpunkte für die Feuerwehr bieten. Dagegen sind weit ausladende Gurt- und Hauptgesimse zu vermeiden, da dieselben, wenn aus Holz hergestellt, das Feuer leicht weiter leiten, massive Gesimse dagegen durch ihren Herabsturz den Löschmannschaften die grössten Gefahren bereiten. — Unmittelbar unter Fenstern sollten stark ausladende Gesimse oder Schmucktheile, welche erheblich aus der Wandfläche vortreten, niemals verwendet werden, weil dieselben hier das Einhängen von Feuerleitern unmöglich machen können; es wird sich überhaupt sehr empfehlen, die allgemeine Gestaltung der Fenster-Sohlbänke nach den ortsüblichen Haken der Feuerleitern einzurichten. An einspringenden schmalen Mauerflächen und sonst geeigneten Stellen des Gebäudes werden zweckmässig Leitern angebracht, welche, unten in etwa 4^m Höhe über Strassengleiche beginnend, Gelegenheit zum Eindringen in die Fenster bieten und deren oberes Ende zu einer Oeffnung in der Mauer oder im Dache führt, von welcher aus das Innere des Gebäudes erreichbar ist, ohne dass das Vordringen der Feuerwehr durch das Hinauströmen des Publikums behindert würde.

In neuester Zeit ist ein grosser Fortschritt auch in der Herstellung der Innenkonstruktion der Theater durch Verwendung unverbrennlichen Materials gemacht. Nach dieser Hinsicht ist das von Architekt Seeling erbaute Theater zu Halle, welches späteren Ausführungen, wie z. B. der des Lessingtheaters und des Neuen Theaters zu Berlin als Muster gedient hat, besonders bemerkenswerth. Es sind in demselben nicht nur die Bühnenmaschinerien und die Schnürböden, sondern auch die Ränge und Decken des Zuschauerraumes unverbrennlich hergestellt und es ist hierbei in ausgedehnter Weise Rabitz'scher Drahtputz verwendet worden.

d. Die preussische Polizei-Verordnung betr. die bauliche Anlage von Theatern usw. vom Oktober 1889.

Eine systematische Zusammenstellung sämtlicher Schutzvorrichtungen in Theatern wird durch die im Jahre 1889 in Kraft getretene preussische Polizei-Verordnung gegeben.

Im Königreich Sachsen war bereits im Jahre 1882 eine neue Verordnung für die Einrichtung von Theatern usw. in Wirksamkeit getreten und ebenso waren in Niederösterreich neue einheitliche Verordnungen zu einer Zeit eingeführt worden, als unter dem Eindrucke der kurz vorher gegangenen Katastrophen zwar die Nothwendigkeit weit gehender Verbesserungen im Bau und Betrieb der Theater klar

gelegt war, über die zweckmässigen Wege jedoch noch verhältnissmässig wenig Erfahrungen vorlagen. Auch in Paris waren im Jahre 1881 vom Präfekten Andrieux verschärfte bezügliche Polizei-Verordnungen erlassen, deren Durchführung jedoch auf erhebliche Schwierigkeiten seitens der Theater-Direktoren stiess. Da dieselben hiernach mehr auf dem Papier stehen blieben, haben sie den mit so vielen Menschenverlusten verknüpften Brand der komischen Oper im Jahre 1887 nicht verhindern können, welcher durch Entflammung der Sofitten durch die schadhafte Gasleitung verursacht worden ist.

In Preussen wurde zunächst nur durch einzelne Ortspolizei-Verordnungen, wie z. B. in Berlin durch die vom 29. Juni 1881, auf die möglichste Verbesserung der vorhandenen Zustände, ohne wesentlich grössere bauliche Aenderungen, ferner durch Vorschriften über die Feuerlösch-Einrichtungen, die Heizung und Beleuchtung, Herstellung der metallnen Schutzvorhänge, Betrieb der Bühnenhäuser, Anlage von Nothausgängen, nach aussen aufschlagende Thüren usw. hingewirkt. Erst im Jahre 1889 ist aufgrund der inzwischen gemachten Erfahrungen eine für das ganze Staatsgebiet geltende Polizei-Verordnung erlassen, welche ausser dem Bau der Theater auch den von Zirkusanlagen und Versammlungssälen betrifft und neben den Vorschriften für Neubauten besondere Bestimmungen für die alten Anlagen enthält.

Die wichtigsten Bestimmungen für Theater-Neubauten sind nachstehend zusammen gestellt:

Die Vorschriften unterscheiden grosse und kleine Theater. Als grosse Theater werden solche angesehen, die auf Sitz- und Stehplätzen mehr als 800 Zuschauer aufzunehmen vermögen; es gelten für dieselben folgende Bestimmungen:

Lage und Verbindung mit der Strasse (§ 3). Eine allseitig freie Lage des Theaters ist nicht unbedingt erforderlich; vielmehr genügt bei einer Lage zwischen nachbarlichen Brandmauern die Anlage von 6^m breiten Höfen seitlich des Zuschauerhauses, welche mit der Strasse durch mindestens 3^m breite und 3,5^m hohe Durchfahrten in Verbindung zu setzen sind. Auch muss alsdann die Front des Theaters mindestens 20^m von der gegenüber liegenden Strassenbegrenzung entfernt sein, während bei freier Lage oder Zugänglichkeit von einer zweiten Strasse letzteres Maass auf 15^m ermässigt werden kann. Die Anlage von Fenstern im Bühnenhause gegenüber von Nachbargrenzen oder anderen Bauten ist von der Höhe der letzteren abhängig und hiernach eine Entfernung von 6—9^m erforderlich.

Bauart (§ 4—8). Für die Umfassungswände, die Trennungswand zwischen Bühne und Zuschauerhaus, die Treppenhausemauern ist Massivbau, für die inneren Scheidewände mit Ausnahme der Logenzwischenwände wenigstens unverbrennliches Material vorgeschrieben. Die Dachstühle der feuersicheren Bedachung sind in Eisen zu konstruiren; etwaiges Holzwerk der Dachschalung ist von unten feuersicher zu bekleiden oder wenigstens zu behobeln. Schnürböden sind feuersicher herzustellen, Wände von Luftabzugöffnungen, Lichthöfen, Oberlichtern sind unverbrennlich und 50^{cm} über Dach ragend auszuführen. Fussböden der Vorsäle und Flure sind unverbrennlich oder unter Vermeidung von Hohlräumen dicht schliessend auf unverbrennlicher Unterlage herzustellen. Decken der Durchfahrten, Flure und Treppen sind aus unverbrennlichem Material herzustellen; für letztere ist Oberlichtbeleuchtung ausgeschlossen. Der Keller ist, abgesehen von der Unterbühne, zu überwölben. Die Anlage freitragender Treppen ist verboten. Das grösste zulässige Steigungsverhältniss ist 18:26^{cm}.

Wendelstufen, die nur in geschwungenen Treppen zulässig sind, müssen an der schmalsten Stelle noch 23^{cm} Auftritt haben. Die beiderseitig anzubringenden Geländer bezw. Handläufer dürfen keine freien Enden haben. So weit hölzerne Treppen nicht verboten sind, müssen dieselben an der Unterseite geputzt werden. Wohnräume sind im Zuschauerhause und im weiteren Maasse im Bühnenhause bestimmten Beschränkungen hinsichtlich der Höhenlage, des Abschlusses vom Keller und den Theaterräumen unterworfen und müssen unmittelbar von aussen zugänglich gemacht werden. Aehnliche Beschränkungen gelten für vermietbare Geschäftsräume und allgemein zugängliche Restaurationen, für die Theater-Restaurationsräume nur, wenn sie mehr als 50^{qm} Fläche besitzen. Die Anlage von Magazinräumen ist im Zuschauerhause, im Bühnenraum und in den Bühnenkellern verboten, Magazinräume in sonstigen Theilen des Bühnenhauses müssen wenigstens von den sonstigen Gängen und Treppen desselben abgetrennt liegen. Es sind mindestens zwei zum Dach führende Zugänge anzulegen, welche mit feuer- und rauchsicheren unverschiessbaren und selbstthätig zufallenden Thüren (Bohlenthüren mit beiderseitiger Eisenbekleidung) geschlossen werden. Jedes Theater ist mit einer Blitzableiteranlage, sowie mit eisernen Leitern an der Aussenfront nach näherer Bestimmung der Polizeibehörde zu versehen.

Im Zuschauerhaus dürfen über dem Parkett nicht mehr als 4 Ränge angelegt werden und es muss die Decke des obersten Ranges mindestens 2,5^m über dem höchsten Theil des Fussbodens liegen. Abgesehen von den Logenplätzen sind die Sitzreihen unverrückbar auf dem Fussboden und zwar als selbstthätig aufschlagende Klappsitze oder feste Bänke herzustellen. Die Mindestmaasse der Sitze sind 50^{cm} für die Breite, 80^{cm} für den Reihenabstand. Die Zahl der Sitze in ununterbrochener Reihe neben einem Gange ist auf 14 im Parkett und 1. Rang und 12 in den übrigen Rängen beschränkt. Für Stehplätze sind höchstens 3 Personen auf 1^{qm} Fläche zu rechnen. Die Gang- und Thürbreiten sind nach dem Verhältniss von 1^m für 70 Personen zu bemessen und müssen, abgesehen von der ersten Sitzreihe, mindestens 90^{cm} betragen. Rings um das Parkett und die Ränge müssen Korridore angelegt werden, welche mindestens 3^m, im übrigen nach dem Verhältniss von 1^m für 80 Personen zu bemessen sind.

Jeder Rang soll 2 besondere, unmittelbar ins Freie führende Treppen erhalten; nur für Parkett und 1. Rang sind gemeinschaftliche Treppen zulässig. Die Breite jeder der beiden Treppen soll für das Parquett bis zu 300 Personen, für die Ränge bis zu 270 Personen 1,50^m betragen. Bei höheren Personenzahlen erfolgt die Berechnung nach dem Verhältniss von 1^m Treppenbreite für 100 bezw. 90 Personen.

Bei eingebaut liegenden Theatern sollen ausser diesen Treppen noch eiserne, mindestens 1,25^m breite, mit den Höfen durch besondere Treppen verbundene Laufgänge in den Höfen angelegt werden. Die Ausgänge sind ständig dem Publikum zur Benutzung zu überlassen und, ebenso wie die Wege zu denselben, durch Aufschriften und Richtungspfeile kenntlich zu machen. Die Thüren und Treppen sind derart anzulegen, dass die Mehrzahl der Ausgehenden sich von der Bühne abwendet. Die Thüren müssen nach aussen aufschlagen. Wenn die geöffneten Flügel in die Korridore oder Treppenräume einschlagen, so müssen dieselben vollständig herumschlagen und es ist die Mindestbreite der Korridore entsprechend zu vergrössern. Schiebthüren sind verboten. Der Thürverschluss muss durch einen Hand-

griff in Höhe von 1,20^m über den Fussboden von innen leicht zu öffnen sein. Alle Fenster erhalten bewegliche, leicht zu öffnende Flügel und keine Vergitterung. Die Garderoben sind entweder in besonderen Räumen mit reichlich bemessenem freien Platz oder in Korridor-Erweiterungen so anzubringen, dass die Korridorbreite in ganzer Länge vor den Ausgabetischen angemessen vergrössert wird.

Bühnenhaus (§ 20—24). Der Schnürboden über der Bühne muss mindestens 3^m höher liegen als die Decke des Zuschauerraums. Der Bühnenraum ist von allen übrigen Theilen des Bühnenhauses, sowie vom Zuschauerhause durch massive, mindestens 50^{cm} über Dach geführte Wände zu trennen. In diesen Wänden sind Thüren nur im Keller und in Bühnenhöhe gestattet; sie müssen mit feuer- und rauch-sicheren, nach aussen aufschlagenden, selbstthätig zufallenden Thüren versehen werden, die während der Vorstellung nicht verschlossen werden dürfen. Der Schutzvorhang bezw. die leicht beweglichen Schiebethüren der Bühnenöffnung müssen feuer- und rauchsicher schliessen, aus unverbrennlichem Material hergestellt sein, an den schwächsten Stellen mindestens die Festigkeit von 1^{mm} starkem Eisenblech besitzen und so konstruirt sein, dass sie imganzen einen Ueberdruck von 90^{kg} auf 1^{qm} aushalten können. Von den zwei Bewegungs-Vorrichtungen des Vorhangs muss einer auch bei einem Brande auf der Bühne noch erreichbar bleiben, und der Verschluss durch einen einzigen Griff bewirkt werden können. Sämmtliche Bühnenräume müssen von zwei wenigstens 2^m breiten Fluren unmittelbar zugänglich sein und mindestens zwei aus unverbrennlichem Material hergestellte Treppen von je 1,30^m Breite erhalten. Bei einem Flächeninhalt der Vorderbühne von mehr als 300^{qm} sind die Flur- und Treppenbreiten zu vergrössern, oder es ist die Anzahl der letzteren zu vermehren. Ausserdem sind für die im Bühnenraum beschäftigten Arbeiter mindestens zwei unverbrennliche Treppen von je 90^{cm} Breite zwischen unverbrennlichen Wänden, welche vom Bühnenkeller bis zum Dach führen, anzulegen, die in Strassenhöhe ins Freie führen. Für den inneren Ausbau des Bühnenhauses sind die tragenden Konstruktionstheile unverbrennlich herzustellen; im übrigen sind thunlichst unverbrennliche Stoffe zu verwenden. Holzwerk ist, so weit es frei liegt, zu hobeln oder in anderer Weise gegen schnelles Entflammen zu sichern. Von dem Zwange zur Imprägnirung von Holzwerk-Dekorationen, Versatzstücken und dergleichen ist Abstand genommen, weil die Erwartungen, welche man von diesen Schutzmitteln gegen das Entflammen leicht brennbarer Stoffe hegte, sich nicht bestätigt haben; die Schutzkraft der Imprägnirung dauert nur eine verhältnissmässig kurze Zeit und eine zuverlässige Kontrolle über die regelmässige Erneuerung der Imprägnirung ist undurchführbar. Es sollen daher Vorhänge, Kulissen, Soffiten, Hinterhänge, Versatz- und sonstige Dekorationsstücke thunlichst aus unverbrennlichen oder schwer entflammaren Stoffen hergestellt werden.¹⁾ Die Zugvorrichtungen für die szenischen Verwandlungen sind so weit als möglich aus Drahtseilen herzustellen, auch Vorkehrungen zu treffen, dass Personen nicht in die Bahn der Gegengewichte und Fahrstühle treten können.

Beleuchtung, Heizung und Lüftung (§ 26—28). Sämmtliche Theile eines grossen Theaters müssen mit elektrischem Licht

¹⁾ Als solche haben sich nach den angestellten Feuerproben besonders die Asbestgewebe bewährt, wie solche von den Dekorationsmalern Müller & Schäfer hergestellt werden, ebenso die vom Dekorationsmaler Falck hergestellten Stoffe, nämlich Netzgewebe aus Asbest mit aufgeklebten Astbestpapier, und Netzgeflechte aus Asbestfäden.

beleuchtet werden, und es ist die Beleuchtung des Bühnenhauses und des Zuschauerhauses so einzurichten, dass bei Störungen des Betriebes völlige Dunkelheit in beiden Räumen nicht eintreten kann. Ausserdem ist besonders auf Fluren und Korridoren eine Nothbeleuchtung mit Kerzen oder Oellampen herzustellen, welche in geeigneter Weise gegen Zug oder Rauch zu sichern ist. — Die Erwärmung des Zuschauerraums und der Bühne mit ihren Nebenräumen darf nur mittels Zentralheizung erfolgen. Für die Abtrennung der Heizkammern, die Isolirung der Heiz- und Luftkanäle, Dampf- und Wasserheizröhren, die rauchsicheren Verschlüsse aller Lüftungs- und Luftheizungskanäle sind ebenfalls besondere Vorschriften gegeben. In Magazinräumen ist jede Heizung verboten. Im Dach der Bühne, sowie der Decke des Zuschauerraums sind Luftabzugsöffnungen anzulegen. Die Summe der freien Durchgangflächen dieser Abzüge soll über der Bühne mindestens 5% der Bühnengrundfläche, über dem Zuschauerraum mindestens 3% der Grundfläche betragen. Der Verschluss dieser Luftabzüge muss durch einen einzigen Griff von gesicherter Stelle aus geöffnet werden können.

Feuerlöschrichtungen (§ 29). Das Theatergebäude ist, so weit eine öffentliche Wasserleitung vorhanden ist, an dieselbe anzuschliessen; sonst muss genügender Wasservorrath in Behältern unter Druck bereit gehalten werden. Jedes Theatergebäude muss mit Feuerhähnen und mit einer Regenvorrichtung für die Bühne versehen werden. Weitere Einzelbestimmungen bleiben der Ortspolizeibehörde überlassen. Das Gebäude muss mit einer entsprechenden Anzahl Feuermeldern versehen werden.

Betriebsvorschriften (§ 30—33). Von den Betriebsvorschriften sind für den Architekten nur die über den Werkstättenbetrieb von Tischlern, Malern oder anderen Handwerkern bemerkenswerth. Werkstätten sind im Zuschauerhause nur im Kellergeschoss, im Bühnenhause nur in solchen Räumen statthaft, welche mit der Bühne, den Bühnenkellern und den Räumen für das Personal keine unmittelbare Verbindung haben. Die übrigen Betriebsvorschriften beziehen sich auf das Rauchen im Theatergebäude, Verwendung von unverwahrtem Feuer oder Licht, von beweglichen Beleuchtungskörpern und von Feuereffekten, Freilassung der Gänge zwischen den eingestellten Dekorationen und den Bühnenumfassungen, Probeversuchen mit dem Schutzvorhang, Inbetriebhaltung der Nothbeleuchtung, Aushängen der Grundrisspläne des Theaters in den Vorräumen und Gestellung einer Feuerwache während der Vorstellung, den sonstigen Wächterdienst und die Zuziehung der Polizeibehörde bei der letzten Probe eines Stückes.

Vorschriften für kleine Theater (§ 40—42). Für kleine Theater (weniger als 800 Zuschauer), betreffen die Erleichterungen den Abstand der Eingänge an der Front von der gegenüberliegenden Strassenbegrenzung, die Konstruktion des Dachstuhls, die auch aus Holz zulässig ist, und die Decken, welche abgesehen von den Treppenträumen, also auch über Fluren als geputzte Balkendecken hergestellt werden können. Auch darf Gas-Beleuchtung anstelle der elektrischen eingerichtet werden. In diesem Fall dürften jedoch über dem Parkett nur noch 2 Ränge angelegt werden, und es ist auch die Zahl der Sitze in ununterbrochener Reihe geringer, die Breite der Gänge, Thüren, Korridore und Treppen im Verhältniss zu der Zahl der Besucher bei Gasbeleuchtung grösser zu bemessen, als bei Einrichtung elektrischer Beleuchtung. Für die Gaseinrichtung selbst ist eine grössere Anzahl besonderer Vorsichtsmaassregeln vorgeschrieben. Die-

selben beziehen sich auf die getrennte Einrichtung der Gasleitung für die einzelnen Gebäudegruppen, Entfernung der Flammen von brennbaren Stoffen, Befestigung der Deckenkronleuchter, Höhenlage der Gasflammen in den Gängen, Treppen usw., Sicherung der Flammen im Zuschauerraum und der Bühne, der Soffitenlampen, Anzündung der Flammen durch elektrische Zünder, Verbot von Gummischläuchen, Anlage der Gasmesser und die zeitweilige Prüfung der Leitungen und Brenner. — Die Bestimmungen für kleine Theater sollen auch auf zeitweilig für Theatervorstellungen bestimmte Baulichkeiten sinn-gemässe Anwendung finden.

Bestehende Theateranlagen. In dem § 79 der Verordnung sind für die bestehenden Theater Forderungen aufgestellt, welche innerhalb einer Frist von 1 Jahr nach Erlass derselben erfüllt sein sollen, soweit nicht im Wege des Dispenses eine weitere Frist gewährt wird. Da die betr. Umbauten inzwischen beendet oder wenigstens die Verhandlungen über die Tragweite und Zeitdauer derselben in der Schwebe sind, so konnte von einer Aufführung der einzelnen Bestimmungen hier um so mehr Abstand genommen werden, als nicht ausgeschlossen ist, dass dieselben noch Aenderungen erleiden werden. Eine Aenderung der Vorschriften für bestehende Anlagen, welche den Ortspolizeibehörden in ausgedehnterem Maasse die Befugnis einräumt, nach ihrem pflichtgemässen Ermessen von der Durchführung der regelmässigen Vorschriften Abstand zu nehmen, und auch im übrigen Erleichterungen für solche Anlagen vorsieht, ist inzwischen (am 1. Mai 1891) in Kraft getreten.

Zirkusanlagen (§ 44—59 und § 80). Für Zirkusanlagen ist allseitig freie Lage vorgeschrieben. Wenigstens sind zwei getrennte, nach verschiedenen Strassen führende, insgesamt nach dem Verhältniss von 1 m für 150 Personen bemessene Ausgänge und ausserdem eine 4 m im Lichten breite Zufahrt nach den Stallungen anzulegen. Bei der geringeren Feuergefährlichkeit der Vorstellungen ist selbst für die Aussenwände ausser dem Massivbau sonstiges unbrennliches Material und ausgemauertes Fachwerk, für die inneren Unterstützungen der Decken und Dächer auch Holz zulässig. Nur wenn die Räume unter den Sitzreihen der Zuschauer als Garderoben, Dekorationsmagazine oder Futterlagerräume benutzt werden, sollen dieselben massive Decken und Wände erhalten. Für den Abschluss der Stallungen und Thierkäfige, sowie vermietbare Räume und Wohnungen sind besondere Sicherheitsmaassregeln vorgeschrieben. Bei einer Sitzbreite von 50 cm müssen die Sitzreihen 80 cm entfernt bleiben, welches Maass bei mehr als 14 Plätzen in ununterbrochener Reihe auf 1 m zu vergrössern ist. Die Gänge, Treppen und Thüren im Zuschauerraum sind bei einer Mindestbreite von 90 cm nach dem Verhältniss von 1 m für 120 Personen zu bemessen. Dagegen ermässigen sich die Flur- und Treppenbreiten ausserhalb des Zuschauerraumes auf 1 m für 135 Personen bei einer Anzahl von 900—1500 Personen,

1 m 150 über 1500

Zur Beleuchtung darf auch Gaslicht und Pflanzenöl bezw. Kerzenlicht verwendet werden; nur der Gebrauch von Mineralölen ist verboten. Die übrigen Bestimmungen, so weit dieselben von denen für Theater abweichen, betreffen die Aufbewahrung der Futterstoffe, die Aufstellung zeitweiliger Zirkusgebäude und die Umbauten bestehender Zirkusanlagen.

Oeffentliche Versammlungsräume (§ 60—78 und 81). Als öffentliche Versammlungssäle gelten alle baulichen Anlagen, welche zur gleichzeitigen Aufnahme einer grösseren Anzahl von Personen

zu öffentlichen Lustbarkeiten, öffentlichen Versammlungen oder zu ähnlichen Zwecken dienen sollen. Ausschliesslich zum Gottesdienst oder Unterrichtszwecken bestimmte Räume werden von der Verordnung nicht betroffen. Es kommen somit hauptsächlich Säle, in welchen öffentliche Vorträge gehalten werden, Konzertsäle, Tanzsäle, Brauereisäle, Innungssäle — Vereinshäuser nur, wenn dieselben auch zu öffentlichen Zwecken vermietet werden — in Betracht. Neben den Bestimmungen über die Lage und Bauart sind besonders die nachstehend aufgeführten über die Errichtung der Säle selbst und die Ausgänge und Treppenbreiten von Wichtigkeit.

Der Fussboden eines Versammlungssaales darf nicht höher als 12 m über der Strasse liegen und es sind höchstens 2 Gallerien zulässig. Bei einer Sitzbreite von 50 cm ist die Entfernung der Sitzreihen auf 90 cm bemessen und ermässigt sich bei Klappsitzen und festen Bänken auf 80 cm. Stehplätze höchstens 3 auf 1 qm. Gangbreite mindestens 90 cm, im übrigen 1 m auf 120 Personen. In Versammlungssälen ohne feste Sitzreihen werden 2 Personen auf 1 qm Parkett und 3 auf 1 qm Gallerie gerechnet, ausnahmsweise 1,5 bzw. 2 Personen. Sind mehrere Versammlungssäle in einem oder verschiedenen Geschossen an dieselben Vorräume, Treppen usw. angeschlossen, so ist nur die Besucherzahl des grössten Saales voll, die übrigen sind halb zu zählen. Anzahl und Thürbreite nach dem Verhältniss:

| | | | |
|-----|------------------|--------|---------------|
| 1 m | für 120 Personen | bis zu | 600 Personen, |
| 1 m | " 135 | " | von 600—900 |
| 1 m | " 150 | " | über 900 |

Bei mehr als 600 Personen Thüren auf mindestens 2 Wandseiten. Flure erhalten gleiche Breiten, jedoch mindestens 2 m Breite. Für das Aufschlagen der Thüren gelten die gleichen Bestimmungen wie bei Theatern. Durchfahrten mindestens 3 m breit, im übrigen nach dem Verhältniss von 1 m auf 200 Personen. Bei grossem Hof, welcher die gesammte Personenzahl fasst, kann dies Verhältniss auf 1 m für 300 Personen ermässigt werden. Bis zu einer Personenzahl von 300 Personen genügt eine unverbrennliche Treppe von mindestens 1,50 m Breite, im übrigen mit einer Breite von 1 m für 120 Personen. Für mehr als 300 Personen sind 2 Treppen und zwar:

| | | | | |
|----------|--------------|-----|------------|---------------|
| bis zu | 900 Personen | 1 m | Breite auf | 150 Personen, |
| bei über | 900 | 1 m | " | 200 |

erforderlich. Gallerietreppen dürfen nicht in den Saal münden.

Für Versammlungsräume, welche eine ständige, mit verbrennlichen Kulissen, Soffiten, Hinterhängen oder Versatzstücken ausgestattete Bühne erhalten, gelten nicht diese, sondern die für kleine Theater gegebenen Vorschriften mit einigen Erleichterungen. Solche Versammlungsräume dagegen, welche nur ein Podium ohne Versenkung, Schnürboden usw. mit unverbrennlichen Kulissen erhalten, gelten als Versammlungssäle; nur sind die Gang- und Thürbreiten im Zuschauerraum auf 1 m für 90 Personen, ausserhalb desselben auf 1 m für 120 Personen zu bemessen. Gasbeleuchtung, Verwendung von Pflanzenöl und Kerzen ist zulässig. Die Bestimmungen für die Nothbeleuchtung, Zentralheizung, Wasserversorgung, Feuerlöschleinrichtung, Aushängen von Grundrissplänen entsprechen theils den Vorschriften für Theater, theils bleiben sie dem Ermessen der Polizeibehörde überlassen.

Hinsichtlich bestehender Versammlungssäle vergl. das bei den Theatern Gesagte.

Die Durchführung der beschriebenen Verordnung für Theater, Zirkus und Versammlungssäle war, wie schon vorhin bemerkt, hinsichtlich des Umbaues der älteren Anlagen vielfach mit Schwierigkeiten verknüpft. Theilweise scheiterte dieselbe besonders in den Provinzialstädten an dem Uebelstand, dass der Theaterbetrieb eine Verzinsung der Umbaukosten nicht aufbringen konnte, und somit anderweite Mittel flüssig gemacht werden mussten. Es wurde dies Veranlassung, im Mai 1891 eine Milderung der Bestimmungen der Verordnung für den Umbau der älteren Anlagen eintreten zu lassen. In Berlin war inzwischen der Umbau der meisten Privattheater und Versammlungssäle nahezu vollendet und hatte zu dieser schnellen Durchführung der Bestimmungen daselbst wesentlich der Umstand mitgewirkt, dass im Polizei-Präsidium ein Techniker ausschliesslich mit der Prüfung und Beaufsichtigung der Umbauten des ganzen Stadtweichbildes betraut wurde, und sich somit auf diesem Spezialgebiet bald heimisch machen konnte. Von den beiden Königlichen Theatern war die Bühne des Schauspielhauses bereits 1890 feuersicher umgebaut. Es folgte der Umbau des Zuschauerhauses, der Heizungen und Treppen usw. bis 1893. (Vergl. den Bericht in der Dtsch. Bztg. 1893 No. 78). Am Königl. Opernhause sind die Umbauten z. Z. noch nicht vollständig beendet.

e. Besondere Einrichtungen und Konstruktionen von Theatern.

1. Gasbeleuchtung. Hinsichtlich der Gasbeleuchtung von Theatern wird auf den betr. anderweiten Theil des Buches Bezug genommen. Durch die preussische Verordnung für Theater ist die Neuanlage von Theatern mit Gasbeleuchtung jedenfalls auf kleinere Theater in Mittel- und kleinen Städten eingeschränkt. Eine eingehendere Behandlung der Gasbeleuchtungs-Einrichtung in Theatern enthält die Broschüre: Vorschläge des Niederösterreichischen Gewerbevereins betr. Sicherung von Theatern gegen Feuergefahr; Wien 1882.

2. Elektrische Beleuchtung. Abgesehen von der grösseren Feuersicherheit bietet die elektrische Beleuchtung für Theateranlagen den grossen Vortheil, dass die Verschlechterung der Luft während der Vorstellung erheblich geringer ist. Die in München am Hof- und Nationaltheater im Jahre 1885 nach dieser Hinsicht gemachten Versuche haben ergeben, dass bei leerem Hause der Kohlensäuregehalt bei elektrischer Beleuchtung unverändert bleibt, während er bei Gaslicht von $0,055 \frac{0}{100}$ auf $1,178 \frac{0}{100}$ stieg. Bei ausverkauftem Hause stieg der Kohlensäuregehalt bei elektrischer Beleuchtung nur von $1,41 \frac{0}{100}$ auf $1,86 \frac{0}{100}$, während bei Gaslicht die entsprechenden Zahlen $2,61$ und $3,28 \frac{0}{100}$ betragen. — Der elektrische Strom wird entweder durch grosse Zentralstationen der elektrischen Gesellschaften geliefert, oder es sind besondere Kessel und Maschinenhäuser für das Theater anzulegen, wie z. B. am Stadttheater zu Halle und am Lessingtheater zu Berlin geschehen ist. Letztere Anlage umfasst rund 1200 Glühlampen und 3 Bogenlampen. Die Kessel sind so gross gewählt, dass bei Ausbesserung oder Reinigung des einen der andere allein die erforderliche Dampfmenge liefert. Die für die Tagesbeleuchtung bestimmte kleinere Dynamomaschine erhält ihren Antrieb durch einen Gasmotor, welcher Abends erforderlichenfalls noch als Ersatz eintreten kann. Sämmtliche Leitungen sind so angeordnet, dass die Lampen eines und desselben Raumes verschiedenen Stromkreisen angehören. Die Bühnenbeleuchtung ist nach dem sogen. „Einlampensystem“ eingerichtet, d. h. es sind nur weisse Glühlampen vorhanden, welche

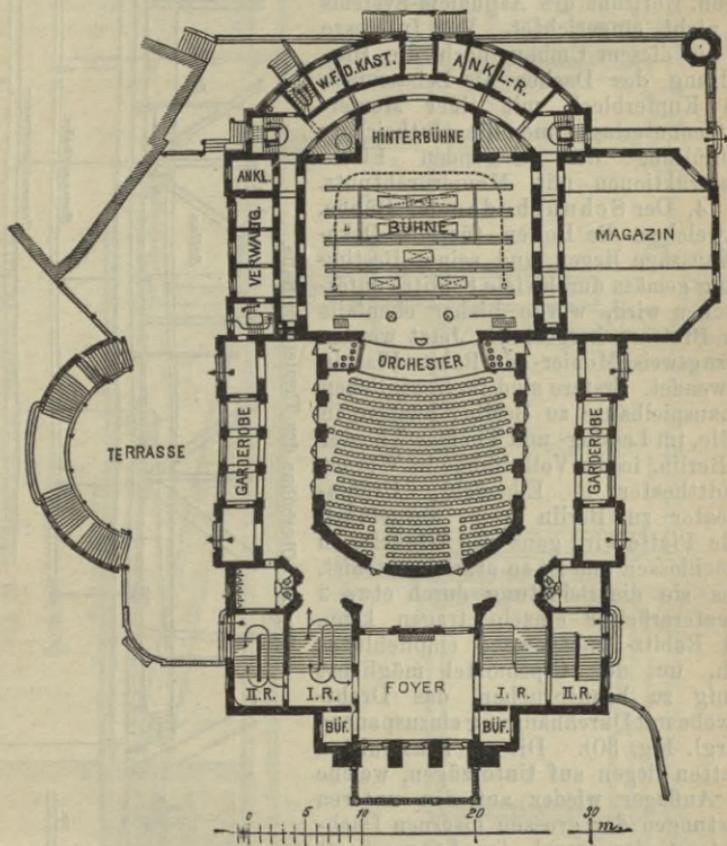
zur Hervorbringung verschiedenartiger Beleuchtung durch die patentirten Lautenschläger'schen Apparate mit bunten Schirmen gefärbt werden können.

In dem Königl. Opernhause zu Berlin ist im Jahre 1887 die elektrische Beleuchtung in Betrieb genommen, welche aufgrund der vorher im Königl. Schauspielhause seit 1885 gemachten Erfahrungen nach dem Drei-Lampensystem von Brand eingerichtet wurde. Jeder Bühnenbeleuchtungskörper besitzt dabei zur Erzielung vorgeschriebener Lichtwirkungen drei Gruppen von einander unabhängiger Lampen — weiss, roth, grün —. Neuerdings ist dieses System erweitert und den genannten Farben auch noch gelb hinzugefügt worden. Der Bühnenregulator enthält eine Anzahl von Regelungs- und Schaltvorrichtungen, mittels deren es möglich ist, die verschiedenen Tages- und Nachtstimmungen, Morgen- und Abenddämmerung, Alpenglühn usw. dadurch hervor zu bringen, dass man die erforderlichen Lampenfarben der betr. Beleuchtungskörper abwechselnd in verschiedenen Lichtstärken erglühen oder auch gleichzeitig zwei Farben zusammen wirken lässt. Näheres hierüber, sowie über die Theilung der Beleuchtung in die sogen. „Regulatorbeleuchtung“, die „Abendbeleuchtung“ und die „Tagesbeleuchtung“ vergleiche in den oben angezogenen Aufsatz der Zeitschr. f. Bauw. 1889 und ders. Zeitschr. 1892. Bemerket sei nur noch, dass die elektrische Einrichtung des Opernhauses mit 80100 Normalkerzen im Durchschnitt 2,275 M. für 1 Normalkerze, die im Schauspielhause bei 53 600 Normalkerzen 2,319 M. für 1 Normalkerze erfordert hat.

3. Bühneneinrichtung. Die auf Vorschlag der in Wien gebildeten „Asphaleia-Gesellschaft“ für Herstellung zeitgemässer Theater entstandenen Verbesserungen im Bühnenbetriebe, welche zunächst in Budapest und Halle zur Ausführung gelangten, betreffen sowohl die Unterbühne wie die Oberbühne. Die Verwendung von Holzkonstruktion ist allein auf den Belag des Podiums, wo dieselbe unentbehrlich ist, beschränkt. Zu allen stützenden Theilen ist Eisen benutzt. Während auf den bisherigen Bühnen eine Erhöhung einzelner Theile des Podiums nur durch den Aufbau sogen. „Practicables“ zu erzielen war, die Versenkung dagegen auf den Umfang von Personen und Möbelstücken beschränkt blieben, besteht die Hauptneuerung darin, dass grössere Theile des Podiums, welche auf den Stempeln von Wasserdruck-Pressen ruhen, mittels dieser in leichtester Weise sich heben und senken lassen, nach Erfordern auch schräg gestellt werden können, so dass die „Practicables“ fast entbehrlich werden. In der Oberbühne besteht die Neuerung darin, dass von den bisherigen Hauptmitteln, Prospekten und Kulissen nur ein mässiger Gebrauch, vorwiegend nur für geschlossene Zimmer gemacht wird, während für alle im Freien spielenden Szenen ein neues Gebrauchsstück, der Horizont eingeführt ist. Es ist dies eine Leinwand, welche (vergl. den Grundriss, Fig. 27) die Bühne hufeisenartig umspannt, und demnach einen freien Ausblick nach allen Seiten gestattet. Von einer Höhe, die das durch die Bühnenöffnung gewährte Gesichtsfeld deckt, reicht sie bis auf etwa 2 m über Podium herab, erlaubt also für das Theaterpersonal überall freien Verkehr, während für das Publikum die untere Lücke durch Versatzstücke gedeckt wird. Der Horizont in Halle besitzt eine Gesamtlänge von 60 m, ist mit den verschiedenen Luftstimmungen bemalt, lässt sich als Rolle ohne Ende beliebig verschieben, so dass die für die Szene passende Stimmung auch während derselben geändert werden kann. Alle diese Bewegungen des Horizonts, sowie auch der vom Schnürboden herab hängenden

Dekorationszüge (Gardinen und Prospekte) erfolgen gleichfalls mittels hydraulisch betriebener Winden, die in der Unterbühne angeordnet und mit den betr. Zügen in Verbindung gebracht sind. Der Betrieb dieser Züge, sowie zugleich der Versenkungen und des eisernen Vorhanges wird, wie bei der Zentralweichenstellung eines modernen Bahnhofs, durch einen einzigen Mann geleitet, da die Steuerschieber aller hydraulischen Maschinen in einem Apparate vereinigt sind. Als bewegende Kraft für sämtliche hydraulische Einrichtungen dient eine grosse Zwillingdampfmaschine, welche dem Akkumulator stündlich etwa

Fig. 27. Theater zu Halle a. S., Erdgeschoss.



15 cbm Wasser bei 8 Atm. Ueberdruck zuführt. Durch diese Pumpe werden auch die grossen auf dem Schnürboden angeordneten Wasserbehälter gefüllt, welche Löschwasser unter dem nöthigen Druck für diejenigen Gebäudetheile liefern, welche seitens der städtischen Wasserleitung nicht genügend versorgt werden können; sie lässt sich überdies als eine unmittelbar kräftig wirkende Dampffeuerspritze verwenden. Die allgemeine Einrichtung der Oberbühne und des Podiums des Hallenser Theaters ist aus den Fig. 28 und 29 ersichtlich. Näheres hierüber vergleiche den angezogenen Aufsatz in der Dtschn. Bauztg. 1887 No. 51. — Der durchgreifende Umbau des Bühnenhauses des Kgl.

Schauspielhauses zu Berlin, welcher in den Jahren 1888—90 erfolgte und in der Zeitschr. f. Bauw. Jhrg. 1892 unter Beigabe von Zeichnungen ausführlich beschrieben ist, erstreckte sich gleichfalls auf den Ersatz aller Holztheile durch feuersichere Konstruktionen, Einrichtung von hydraulischen Antrieben an den Versenkungen, Kassettenzugapparaten, Transportaufzügen und Gardinenmagazin-Aufzügen. Nur der sogen. Horizont des Asphaleia-Systems ist nicht eingerichtet. Von Interesse ist an diesem Umbau noch die Herstellung des Daches als Leistendach aus Kupferblech mit einer Monierplattenunterlage und die gluthsichere Umhüllung der tragenden Eisenkonstruktionen mit Monierdrahtputz.

4. Der Schnürboden der Bühne, in welchem die Rollen für die Dekorationszüge liegen und seiner Bestimmung gemäss durch viele Schlitz unterbrochen wird, wurde bisher ebenfalls aus Brettern hergestellt. Jetzt werden vorzugsweise Monier- oder Rabitz-Platten verwendet. Erstere sind im Königlichen Schauspielhaus zu Berlin, letztere in Halle, im Lessing- und Thomas-Theater zu Berlin, in der Volksbühne in Worms, Stadttheater in Elberfeld, Urania-Theater zu Berlin u. a. ausgeführt. Jede Platte wird ganz von Winkeleisen umschlossen und ist so stark konstruirt, dass sie die Belastung durch etwa 2 Theaterarbeiter einzeln tragen kann. Bei Rabitz-Drahtgewebe empfiehlt es sich, um den Gipsmörtel möglichst wenig zu beanspruchen, das Drahtgewebe mit Durchhängung einzuspannen (vergl. Fig. 30). Die so konstruirten Platten liegen auf Unterzügen, welche ihr Auflager wieder auf den unteren Gurtungen der grossen eisernen Dachbinder finden (vergl. den Längsschnitt durch die Bühne des Lessingtheaters, Fig. 31).

5. Heizungs- und Lüftungsanlagen. Diejenige Heizeinrichtung, welche die engste Zusammenfassung der Heizkörper gestattet, wird für Theater die zweckmässigste sein. Hiernach steht die Dampfheizung — welche sogar die Entfernung der Feuerstelle aus dem Gebäude erlaubt — in 1. Reihe, zumal sie bei entsprechenden

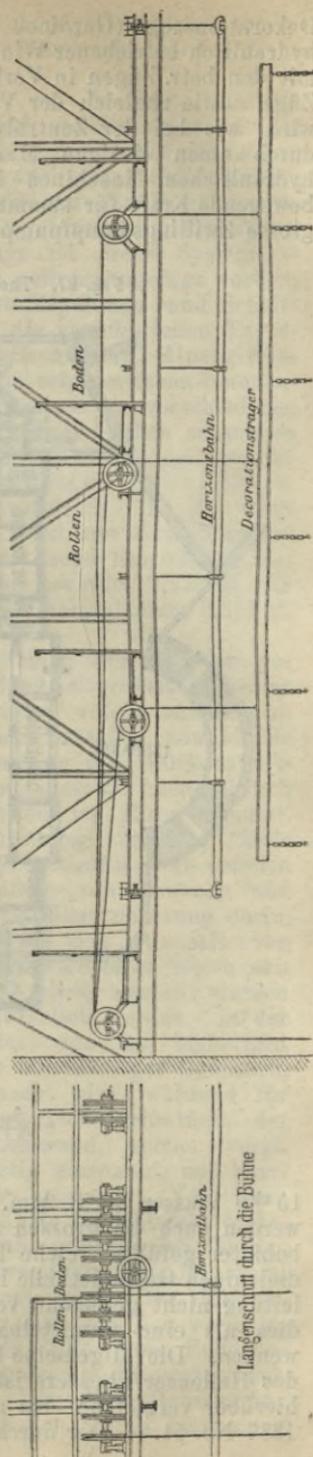
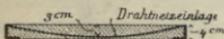


Fig. 28. Oberbühne des Theaters zu Halle.

Abänderungen als reine Dampfheizung, Dampf-Luftheizung oder Dampf-Wasserheizung ausgeführt, die Erstreckung auf alle Räumlichkeiten eines Theaters ohne Ausnahme ermöglicht. — Heisswasserheizung und Feuerluftheizung kommen derselben in dieser Hinsicht nicht ganz gleich, haben anderweite allgemeine Bedenken gegen sich und fordern auch die Lage der in grösserer Zahl nothwendigen Feuerstellen im Theater selbst. So wird im Lessingtheater in Berlin der Dampf für die Dampfheizung den Kesseln für die elektrische Beleuchtung entnommen; der Zuschauerraum und die Bühne haben Dampfheizung, die Wandelgänge, Treppenhäuser, die Eintrittshalle, der Erfrischungssaal des Zuschauerhauses sowie sämtliche Nebenräume des Bühnenhauses örtliche Dampfheizung erhalten. In Halle ist der Abdampf der ohne Kondensation arbeitenden Maschinen für die Dampfheizung benutzt. Es ist Dampf-Luftheizung und Dampf-Wasserheizung eingerichtet. Beim Neubau des Schweriner Hoftheaters ist ebenfalls

Fig. 30.



Querschnitt einer Rabitzplatte des Schnürbodens.

aa Binder des eisernen Dachstuhles.

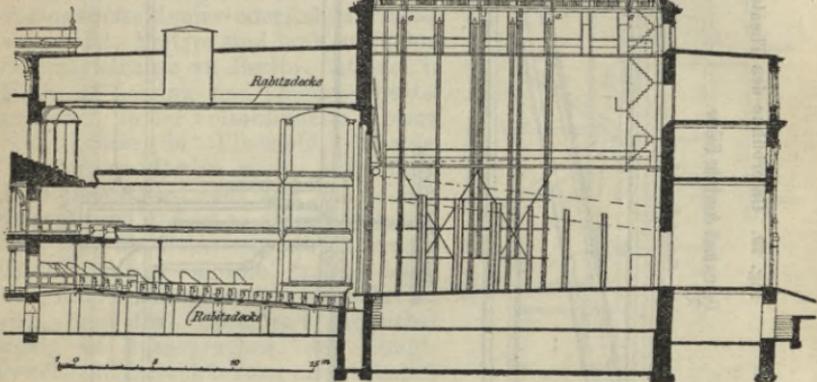


Fig. 31. Lessing-Theater in Berlin
Längsschnitt durch Bühne u. Zuschauerraum.

Dampf- und Dampf-Wasser-Heizung angelegt. Bei der nachträglichen Einrichtung einer grossen Zentralheizung im Königl. Schauspielhaus zu Berlin machten die günstigen Eigenschaften der Dampfheizung es möglich, letztere in dem einzigen verfügbaren Raum, versteckt unter der grossen Freitreppe am Schillerplatz, also eigentlich ausserhalb des Theatergebäudes unterzubringen. Es genügte eine Vertiefung des Raumes nach unten um 3 m, um daselbst 2 Root'sche Röhrenkessel von je 55 qm Heizfläche, den Brennmaterialienraum und die Frischluft-Vorbereitungskammer unterzubringen. Die Heizung bedient das Zuschauerhaus und das Bühnenhaus als unmittelbare Dampfheizung und betreibt zugleich die Warmwasserheizung des Garderobenhauses.

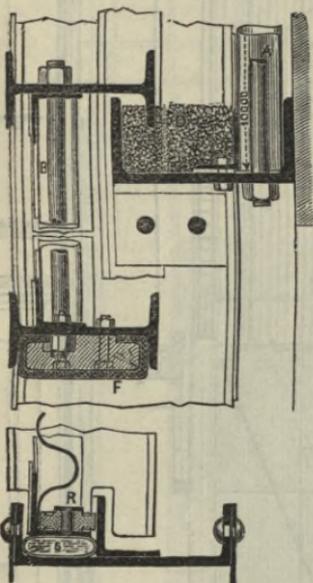
Die zweckmässige Anlage der grossen Lüftungsöffnung über der Bühne ist aus Fig. 31 ersichtlich. Die grosse Lüftungsöffnung über dem Zuschauerraum wird meist in unmittelbare Verbindung mit der Beleuchtung gebracht, insofern, als über dem Lüster (oder Sonnenbrenner) eine

weite Deckenöffnung angelegt wird, an welche der bis über Dach führende und daselbst mit seitlichen Jalousien versehene Lüftungsschlot anschliesst.

6. Bühnenschutz-Vorhänge. Der für die Trennung zwischen Bühne und Saal anzuwendende Vorhang soll den Zweck erfüllen, das Uebertreten von Bränden und das Eindringen erstickender Gase in den Zuschauerraum zu verhindern. Aus diesem Zwecke folgt, dass der Vorhang, abgesehen von seiner mechanischen und physischen Widerstandsfähigkeit im Feuer, eine möglichst dichte Fläche bilden und am Umfang möglichst eng mit den betreffenden Bautheilen in Berührung treten muss.

Der Bestimmung der neuen preussischen Theater-Verordnung, dass die Konstruktion des Schutzvorhanges im ganzen einen Ueberdruck von 90 kg auf 1 qm Fläche aushalten soll, ohne dass bleibende Durchbiegungen eintreten, werden die meisten älteren Konstruktionen,

Fig 32 u. 33.



auch die aus Trägerwellblech, nicht genügen. Immerhin werden letztere vor den aus Drahtgerippe und Ueberklebung oder Ausfüllung der Maschen durch einen unverbrennlichen Stoff (etwa mit Asbest) sowie den aus glatten oder fassonirten Blechen den Vorzug grösserer Steifigkeit besitzen.

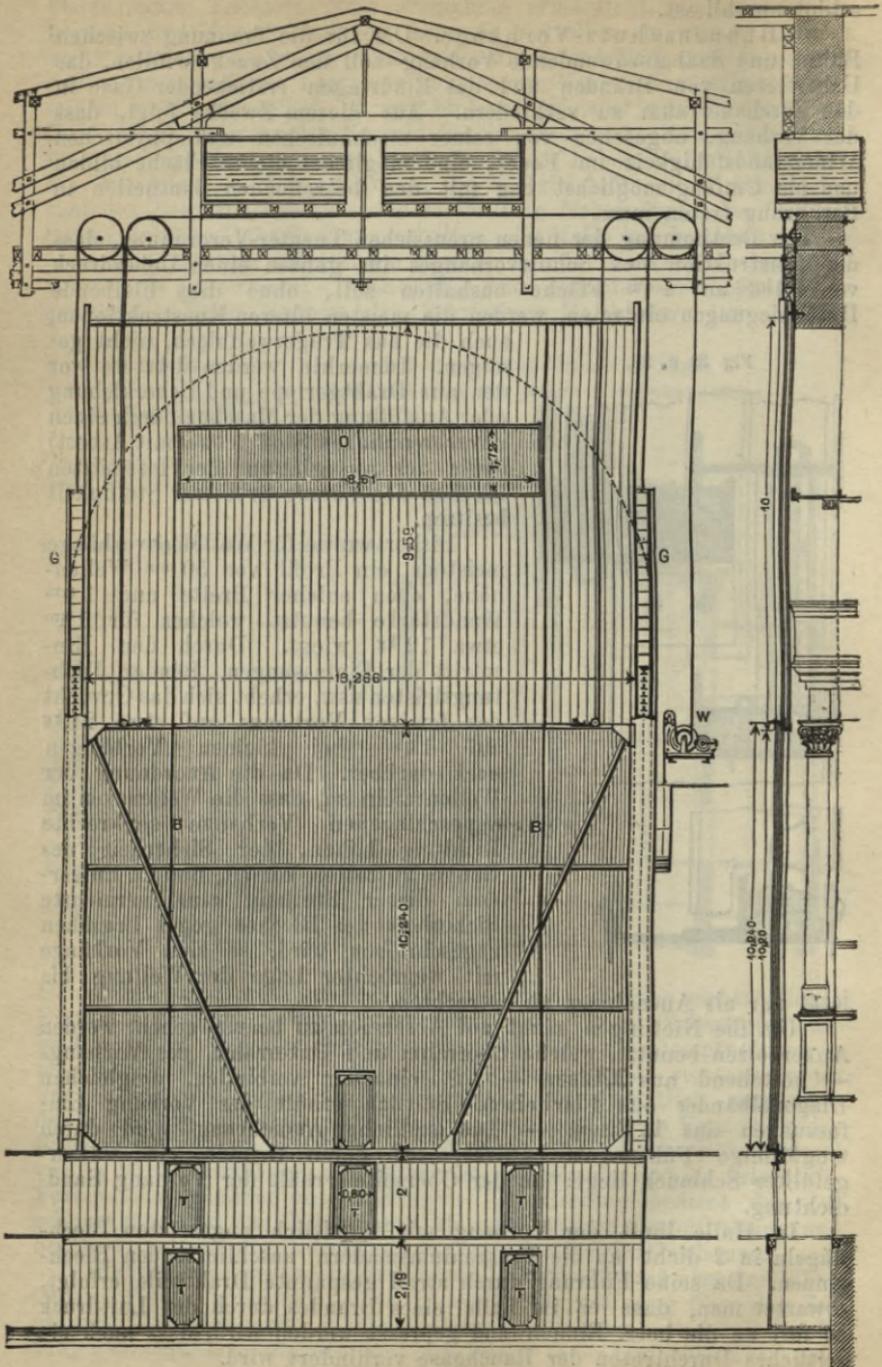
Bisher wurde für Wellblechvorhänge meistens ein Profil von 50 mm Wellenhöhe, eben solcher Breite und 1 mm Wandstärke benutzt, welches für 1 qm etwa 12 kg wiegt. Durch den Zutritt der Einfassungen, Bänder, Dichtungsleisten usw. erhebt sich das Gewicht des fertigen Vorhangs auf etwa 24 kg auf 1 qm bei kleinen Vorhängen noch darüber. Da die Anordnung der Wellentafeln so, dass die Wellenaxen im angeschlagenen Vorhange senkrechte Richtung haben, der Sicherheit des Ganges zustatten kommt, und da ausserdem dieser Stellung eine vermehrte Sicherheit des Bleches gegen Erglühen zugeschrieben wird, so sind Vorhänge mit wagrechter Lage der Wellung bis

jetzt nur als Ausnahmen zu betrachten.

Um die Nietungen nicht auf Abscheren zu beanspruchen, werden Ankerbolzen benutzt, welche Oberrahm und Unterrahm des Vorhangs — bestehend aus I-Eisen — mit einander verbinden, desgleichen Diagonalbänder aus Flacheisen. Seitlich erhält der Vorhang Einfassungen aus L-Eisen. — Die seitliche Abdichtung wird durch trogförmige Führungen bewirkt, auf deren Grunde ein wassergefüllter Schlauch liegt; an der Oberseite erhält der Vorhang Sanddichtung.

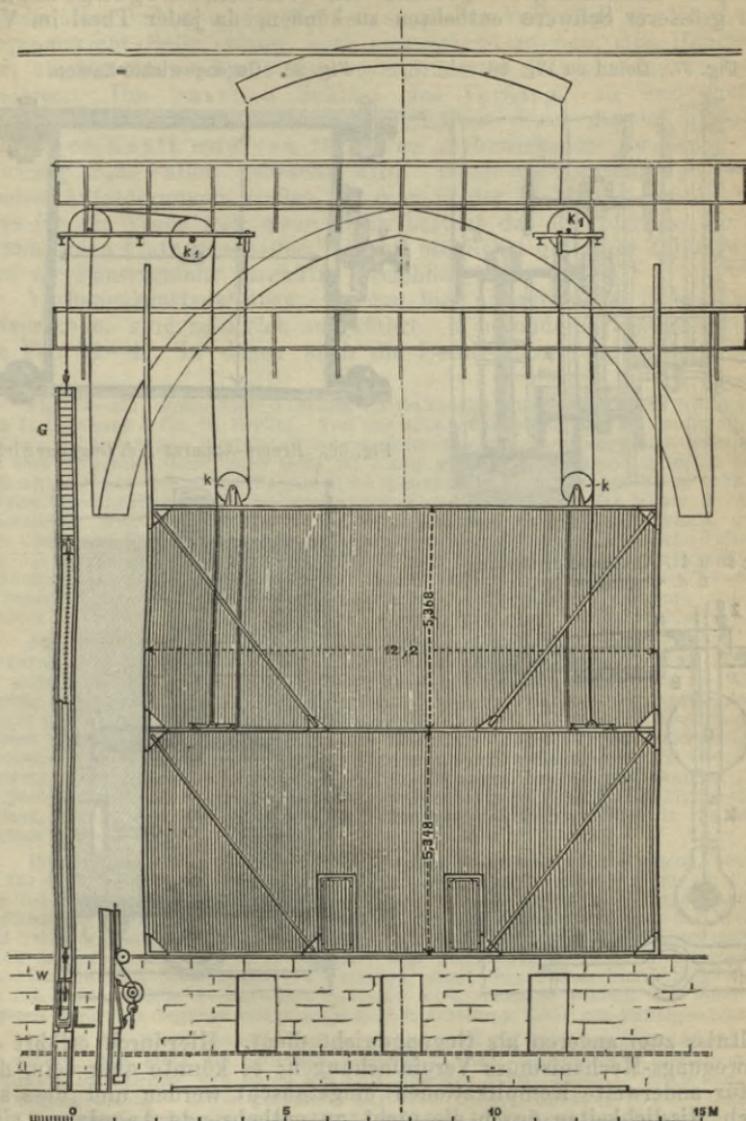
In Halle läuft der Vorhang mit 2 seitlich angesetzten Blechflügeln in 2 dicht an die Proszeniumsmauern anschliessenden Blechrinnen. Da seine Führung durch straff gespannte Drahtseile erfolgt, erwartet man, dass er im Falle eines Brandes durch den Luftdruck so fest an die betr. Rinnenwand gepresst werden wird, dass auch ein seitliches Durchtreten der Rauchgase verhindert wird.

Fig. 34 u. 35. Eintheiliger eiserner Vorhang im Hoftheater zu Braunschweig.



Ist über der frei zu haltenden Bühnenöffnung noch eine Höhe gleich dieser selbst vorhanden, so kann der Vorhang eintheilig gebildet werden; fehlt es an jener Höhe, so ist Zweitheilung erforderlich. Was die Bewegung des zweitheiligen Vorhangs betrifft, so liegen

Fig. 36. Zweitheiliger eiserner Vorhang im Kgl. Schauspielhause zu Berlin.



mehre Möglichkeiten vor. Es kann, wenn sich der Vorhang öffnen soll:

α. von den beiden Hälften die eine nach oben die andere nach unten sich bewegen, oder es kann:

β . die Bewegung beider Hälften nach oben gerichtet sein, jedoch mit dem Unterschiede dass: 1. beide Theile ihre Bewegung gleichzeitig beginnen und vollenden, oder 2. der obere Theil seine Bewegung erst beginnt, nachdem der untere bereits die Hälfte des Weges zurück gelegt hat und dann jener von diesem mitgenommen wird.

Die Einrichtung α gewährt den Vortheil, Gegengewichte von grösserer Schwere entbehren zu können, da jeder Theil im Ver-

Fig. 37. Detail zu Fig. 36.

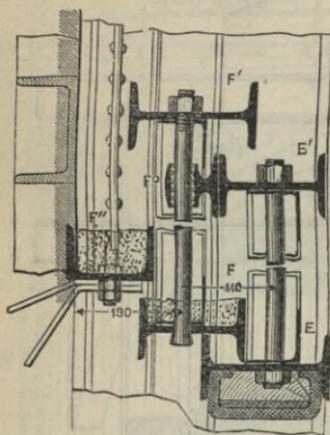


Fig. 38. Gegengewichts-Kasten.

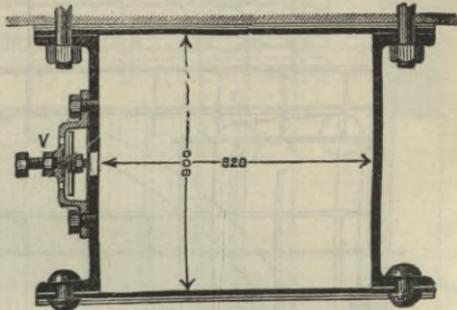


Fig. 39. Brems-Apparat f. d. Gegengewicht.

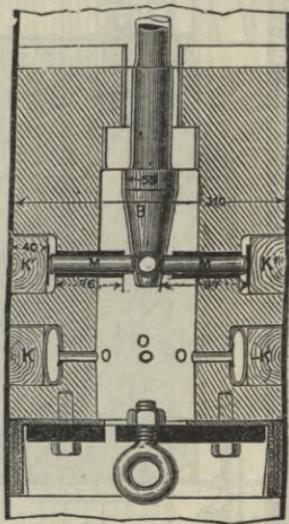
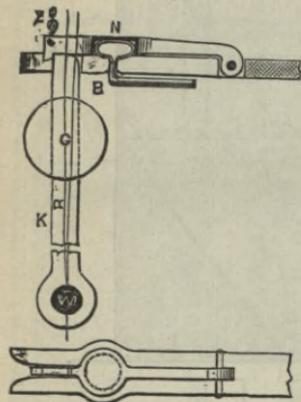


Fig. 40 u. 41. Auslöse-Vorrichtung f. d. Gegengewicht.



hältniss zum anderen als Gegengewicht dient. Hierdurch erfährt der Bewegungs-Mechanismuss Vereinfachungen; es könnte aber sein, dass dafür anderweite Komplikationen eingetauscht werden und dass sich auch Misslichkeiten durch die nicht zu entbehrende Anordnung einer Thür in der unteren Vorhangshälfte ergeben.

Ausgeführt war ein derartiger Vorhang für das abgebrannte National-Theater in Berlin (Dtsch. Bztg. 1883 S. 217). Ferner besitzen die Theater in Stettin und in Temesvar Vorhänge der in Rede stehenden Konstruktion.

Die beiden Varianten $\beta 1$ und $\beta 2$ sind in ihrer Durchführung, sowie in ihren Werthen nicht wesentlich verschieden. Die kleinen Unterschiede in den Bewegungs-Mechanismen, welche stattfinden, sind ohne weiteres zu übersehen.

Zur Erzielung der leichten und sicheren Bewegung eines Vorhangs wird dessen Gewicht durch Gegengewichte — bei grossen Vorhängen bis zu einem Unterschiede von etwa 500 kg — ausgeglichen; die Winde muss indessen, um für den möglichen Fall, dass ein Bruch des Gegengewicht-Seils erfolgt, noch ausreichend zu sein, eine Hubfähigkeit übereinstimmend mit dem unverminderten Gewicht des Vorhangs besitzen. Um raschen Schluss des Vorhangs zu ermöglichen, muss die Winde einen Mechanismus erhalten, durch dessen, mit sehr geringer Kraft und von fern her zu bewirkende Auslösung der Vorhang zum Fallen gebracht wird. Wenn die Konstruktion diesen beiden Anforderungen genügt, ist man in der Wahl des Aufstellungs-orts für die Winde frei; wenn nicht, besteht das Erforderniss, für die Winde einen Platz zu schaffen, der mit möglichst geringem Zeitaufwand und vor Feuersgefahr geschützt erreichbar ist.

Vorhangskonstruktionen, die den hier mitgetheilten Bedingungen entsprechen, sind zahlreich ausgeführt. 2 besondere Beispiele geben die Fig. 32—41, in denen auch die Detail-Anordnungen klar gelegt werden.

Fig. 34—35: eintheiliger Vorhang im Hoftheater zu Braunschweig (ausgeführt von L. Bernhard & Co. zu Berlin). Von der sehr hohen Bühnendöffnung ist die obere Hälfte durch eine feste Wellblechwand geschlossen, in der eine schliessbare Oeffnung O , die zum Malersaal führt, sich befindet; einen gleichartigen Abschluss (mit 5 Thüröffnungen T hat der unter Podiumshöhe liegende Theil der Wandöffnung erhalten. Zweiseitige Anordnung des Gegengewichts G und Aufstellung der Winde W in beträchtlicher Höhe. — Die Fig. 32 u. 33 stellen einen senkrechten Schnitt durch den Ober- und Unterrahm, und einen wagrechten Schnitt durch die seitliche Führung dar. A Bolzen zum Aufhängen der Sanddichtungs-Schiene; B Bolzen zum Zusammenschliessen von Ober- und Unterrahm; D Sanddichtung; F Holzleisten mit Filzbesatz, letzterer aufgebracht, um Geräuschlosigkeit beim Aufsetzen des Vorhangs auf das Podium zu sichern; R Führungsrolle und S wassergefüllter Dichtungsschlauch.

Fig. 36—41: 2theiliger Vorhang im K. Schauspielhause zu Berlin (gleichfalls von L. Bernhard & Co. ausgeführt). Der Abschluss der oberen Bühnendöffnung ist wie im vorigen Beispiel bewirkt, das Gegengewicht nur einseitig angeordnet, die Winde niedrig aufgestellt. Die Windenkette greift am unteren Ende des Gegengewichts an. Durch Einschaltung von 2 sogen. losen Rollen K , K' ist die relative Bewegung der beiden Vorhanghälften so geordnet, dass beide ihre Endstellungen gleichzeitig erreichen. In den Einrichtungen der Einzelheiten bei den vorhandenen zwei Ober- und Unterrahmen wiederholen sich die in Fig. 32—33 angegebenen Konstruktionen; neu ist jedoch eine für die untere Vorhanghälfte angeordnete Führung F_0 , Fig. 37, auf einem Bolzen, welche den Zweck erfüllt, das Einhaken des Oberrahms E^1 in die Sandschiene F zu sichern.

Die Detailfigur 38 giebt den Horizontalschnitt des Gegengewichtkastens, welcher — zur Verhütung des Drehens des Gewichts — 4eckige Form, so wie ein am Fusse des Kastens angebrachtes Luftventil V zeigt, welches durch die Verhinderung des Luftaustritts bremsend auf den Niedergang des Gegengewichts (bezw. das Steigen des Vorhangs) wirken soll; selbstverständlich muss das Gegengewicht am unteren Ende mit einer Abdichtung versehen sein (vergl. Fig. 39). Zu Bremszwecken, insbesondere beim Niedergehen des Vorhangs, dient ferner eine Einrichtung, durch die das Gegengewicht veränderlich gemacht wird; dieselbe besteht aus einer am unteren Ende des Gegengewichts angehängten schweren Kette mit Puffergewicht.

Der in Fig. 39 dargestellte Apparat ist bestimmt auf das Gegengewicht bremsend zu wirken, falls etwa ein Seilbruch vorkommt. Das Gegengewicht enthält einen Hohlraum, in welchen von unten aus Luft eintreten kann. Diese — durch den Fall des Gegengewichts — etwas gespannte Luft tritt (durch Oeffnungen OO) in 4 Gummibälle, bewirkt Aufschwellung derselben und das Andrücken von Holzklötzen KK gegen die Wand des Führungskastens. Wenn auf solche Weise eine leichte Verzögerung in der Fallgeschwindigkeit des Gegengewichts eingetreten ist, wird der das untere Ende des Aufhänge-Seils bildende konische Bolzen B sich relativ gegen die Last bewegen und dadurch 4 Stifte M andrücken, welche auf ebenso viele Holzklötze $K'K''$ wirken, und dadurch eine fernere Verzögerung in der Fallgeschwindigkeit herbei führen. — Die Figur zeigt am unteren Ende die oben erwähnte Stulp-Abdichtung des Gegengewichts.

Die Fig. 40 u. 41 geben im Grundriss und senkrechten Schnitt die wichtige Auslöse-Vorrichtung der Winde, welche zu benutzen ist, wenn der Vorhang rasch fallen soll. Auf der Trommelwelle *W* der Winde steckt, mit sehr geringer Neigung gegen die Senkrechte, ein mit Gegengewicht *G* belasteter längerer Hebel *K*, dessen Normalstellung durch die kurze Nase einer Klinke *N* gesichert ist. Das Heben dieser Klinke kann entweder durch einen zu entsprechender Stelle geführten Ketten- oder Drahtzug *Z*, oder durch Schwellung eines untergelegten Gummiballes *B* bewirkt werden, dem die Luft von beliebig weit entfernter Stelle durch einen 2. Ball und ein enges Rohr zugeführt wird. Selbstverständlich kann zum Heben der Klinke *N* auch von hydraulischem Druck oder von Elektrizität Gebrauch gemacht werden.¹⁾ — Bei der gewöhnlichen Bedienung des Vorhangs erfolgt das Niederlassen durch Auslösen der Klinke von Hand und demnächstiges Rückwärtsdrehen der Kurbel; als sogen. Sicherheitswinde ausgeführt, gestattet die Winde die leichte Regelung der Fallgeschwindigkeit des Vorhangs.

Ein kleinerer Wellblechvorhang, welcher bereits der neuen preussischen Theaterverordnung entsprechend konstruirt wurde, ist der des kürzlich umgebauten Emil Thomas-Theaters zu Berlin. Bei einer Breite der Bühnenöffnung von 9,4 m sind in Zwischenräumen von 2 m Höhe wagrechte Querträger angeordnet, welche aus I Eisen Normalprofil 17 konstruirt sind und den Druck auf die seitlichen Führungen übertragen. Diese Eisenstärken wurden nothwendig, trotzdem das Schmiedeisen bei der vorgeschriebenen Belastungsannahme von 90 kg für 1-qm mit 1500 kg, d. i. nahe bis zur Elastizitätsgrenze beansprucht wird.

f. Besondere Lösch-Einrichtungen.

Eine ausgiebige Wasserversorgung mit einem Druck des Wassers von 3—4 Atmosphären, sowie möglicher Reinheit und Temperaturbeständigkeit desselben bildet das Wesentlichste der Erfordernisse hierher gehöriger Art. Wo diese Versorgung ohne Einschaltung von Hausreservoirien zu beschaffen ist, wird die Anlage am einfachsten und vollkommensten sein, weil in Bezug auf Unterstützung und Höhenlage der Reservoirie, Sicherheit gegen Frost usw. Schwierigkeiten bestehen. (Bezügl. der Aufstellung vergl. beispw. Fig. 34 u. 35). Um die höchsten Theile eines Theaters mit aus der Wasserleitung entnommenen Reservoirien beherrschen zu können, müssen diese entweder in für sich aufgeführten, entsprechend hohen Thurmbauten, wie z. B. am Hoftheater zu Schwerin, aufgestellt oder als geschlossene Reservoirie hergestellt werden, deren Wasserinhalt unter Druck steht. Hierzu ist eine geeignete Maschinenanlage erforderlich.

Ein bedeutendes Beispiel dieser Art bildet die Anlage im Frankfurter Opernhause, wo durch eine Gaskraftmaschine von 100 Pferdekraft 5000 l Wasser in 1 Min. auf die Höhe von 65 m gehoben werden könnten. Da aber die geschlossenen Reservoirie in viel geringerer Höhe aufgestellt worden sind, so wird das Mehr, welches die Maschinen an Hubfähigkeit besitzen, auf Zusammenpressen des Wassers verwendet und es befindet sich dieses in den Reservoirien unter einem Druck von etwa 2 Atm. Der Betrieb von Pumpen für den vorliegenden Zweck durch Gaskraftmaschinen empfiehlt sich um deswillen besonders, weil die Inangasetzung dieser Maschinen in der kurzen Frist von nur 2—4 Minuten bewirkt werden kann. — Wo die Reservoirie durch natürlichen Zufluss gefüllt werden, kann Druck in denselben durch einfache Kompressions-Maschinen erzeugt werden; ein bedeutendes Beispiel dieser Art bietet die grosse Oper in Paris.

¹⁾ Ueber eine elektr. Auslöse-Vorrichtung — von Pfeiffer & Druckenmüller in Berlin — vergl. Deutsche Bztg. 1883, S. 96. Ferner ist hier zu verweisen auf die im Eingange angeführte Schrift von F. Bahr.

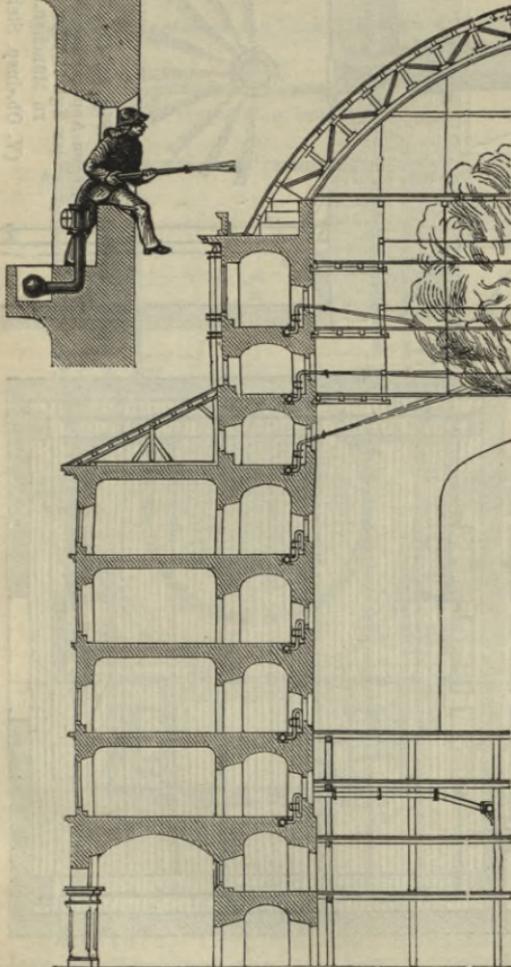
Der Fassungsraum der Reservoirs wird wegen der Schwierigkeit der Aufstellung fast immer unter der erwünschten Grösse bleiben. Das Münchener Hoftheater hat 8 Reservoirs mit zus. 66 cbm Inhalt, die Grosse Oper in Paris 13 Res. mit zus. 105 cbm Inh., das Pester Opernhaus 12 Res. mit zus. 220 cbm Inh., das Opernhaus in Wien 3 Res. mit zus. 226 cbm Inh., endlich das

Fig. 43. Lösch-Scharte.



Fig. 42.

Anordnung der Löschgänge im Hof-Opernhause zu Wien.



Frankfurter Opernhaus (samt den abgetrennten Dekorations-Magazinen) 14 Res. mit zus. 380 cbm Inh.

Das zugeleitete Wasser findet seine Verwendung mittels Hydranten wie auch der sogen. Regenrohr-Einrichtung.

Für die Aufstellung der im ganzen Gebäude passend zu vertheilenden Hydranten gilt als Regel, dass sie an möglichst gedeckten Stellen, welche auch dem Löschmann die Rückzugslinie offen halten, anzuordnen sind. Selten werden für diesen Zweck besondere bauliche Ausführungen von Bedeutung gemacht werden.

Die am Wiener Opernhaus ausgeführte Anlage von 7 über einander liegenden feuersicheren sogen. Löschgängen, welche die Bühne umschliessen und mit schartenartigen Oeffnungen nach der Bühne zu versehen sind (vergl. Fig. 42 und 43), wird von verschiedenen Seiten als nicht nachahmenswerth erachtet. Die preussische Theaterverordnung sieht von einer derartigen Einrichtung ab, verbietet dieselbe sogar, so weit diese Löschgänge in den

oberen Geschossen zugleich den Zugang zu den Garderoben und sonstigen Räumen für das Theaterpersonal bilden.

Eine eigenthümliche Anordnung, um dem Wasser in den Reservoirs ohne maschinellen Druck einen höheren Druck als die Wasserleitung in so grosser Höhe liefert, zu verschaffen, ist nach der Erfindung des Zivilingenieurs Stumpf im Marine-Theater zu St. Petersburg

ausgeführt. Nach dem Prinzip des Herons - Brunnens drückt die Wasserleitung auf das Wasser von im Kellergeschoß untergebrachten Reservoir, und es wird dieser Druck durch Pressluft auf die oben im Dach stehenden Reservoir übertragen. In wie weit die immerhin komplizierte Einrichtung sich dauernd bewährt hat, darüber ist bisher nichts bekannt geworden. Näheres in Deutsch. Bauzeitg. 1885, No. 33.

Für die sog.

Regenrohr-Einrichtung liegt als erstes bekanntes Beispiel das Hoftheater in München vor (wo die Einrichtung 1875 von Stehle ausgeführt ist); spätere Anlagen sind dieser nachgebildet. Nach Fig. 46 geben 2 Gruppen von Reservoiren (A und B) ihren Inhalt an 2 längs der seitlichen Wände d. Bühne über dem untersten Lattenboden gestreckte Rohre ab, zwischen welchen 8 kupferne (8 cm weite) Verbindungsrohre angeordnet sind. Je zwei dieser Zwischenstränge bilden eine Gruppe, die durch ein an beiden Enden angebrachtes gemeinsames Ventil, Fig. 44, versorgt wird. Die Zwischenstränge, die

eigentlichen Regenrohre, haben auf der unterseitigen Hälfte des Umfangs 3 mm weite Löcher in solcher Anzahl, dass auf 1 m Rohrlänge etwa 100 Löcher kommen, Fig. 45. Die Zusammenfassung der Regenrohre in Gruppen verfolgt den Zweck, im Interesse sparsamer Wasserausnutzung (event. auch der Schonung der Dekorationen), das Spiel der Rohre auf den unmittelbar vom Feuer ergriffenen Theil der Bühne beschränken zu können.

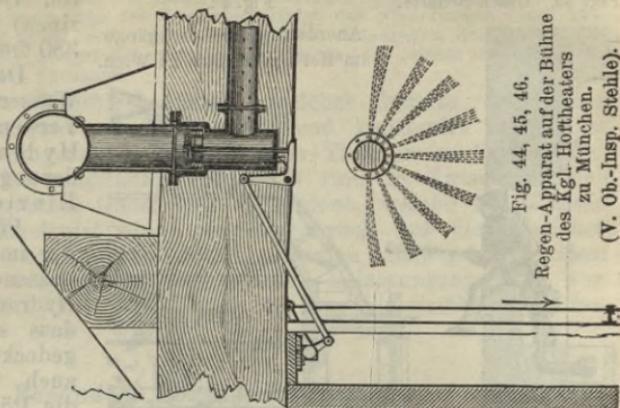
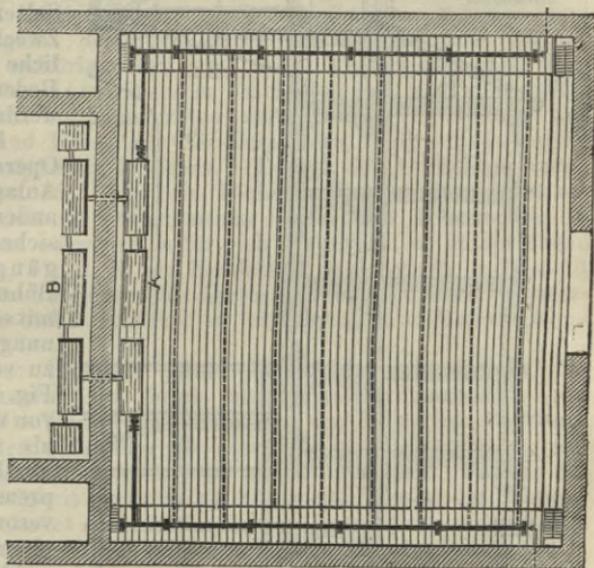
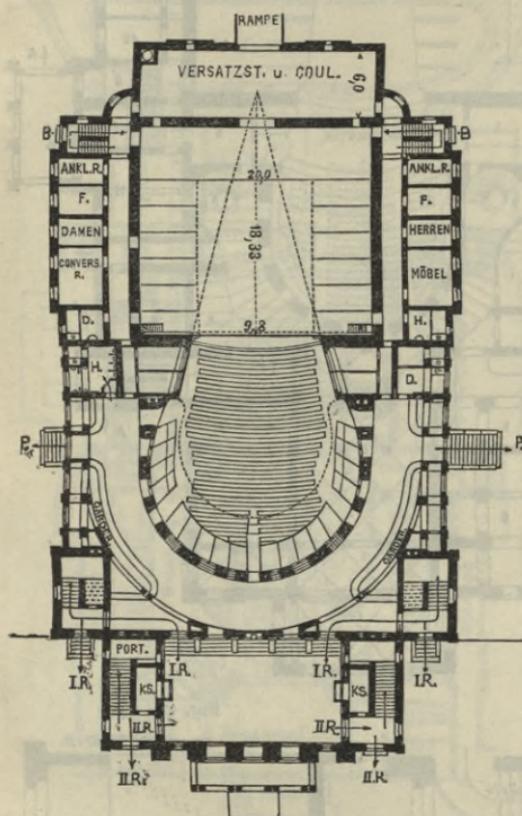


Fig. 44, 45, 46.
Regen-Apparat auf der Bühne
des Kgl. Hoftheaters
zu München.
(V. Ob.-Insp. Stehle).



Es liegt auf der Hand, dass das einfache Stehle'sche System beträchtlicher Erweiterungen fähig ist. Es kommen denn auch Ausführungen vor, bei denen mehrere — 3 — wagrechte Rohrsysteme über einander angeordnet sind, um jede Höhenzone der Bühne beherrschen zu können; noch andere, bei denen neben wagrechten auch senkrechte Rohrsysteme angeordnet sind (Rouen); endlich auch solche, bei denen eine Umrahmung der Bühnenöffnung zum Zweck der Bildung eines sogen. Wasserschleiers ausgeführt ward (Pest). Ohne Schwierigkeit könnte man Regenrohre auch zur Befeuchtung des eisernen Vorhangs benutzen, um diesen zu kühlen.

Fig. 47. Erdgeschoss des Lessingtheaters zu Berlin.



Schwache Punkte der Regenrohr-Einrichtung bilden: a) dass oft eine unwirtschaftliche Verwendungsweise des Wassers nicht vermeidbar ist und b) die Schwierigkeiten, mit welchen die Prüfung des Apparats auf beständige Gangbarkeit verknüpft ist. Ebenso spielt auch die Gefahr des Einfrierens der Leitungen eine Rolle.

Damit die Löcher in den Regenrohren nicht sehr bald durch Rost verstopft werden, müssen die Rohre aus Kupfer konstruirt sein.

Die Prüfung der Rohre muss alljährlich mindestens ein mal erfolgen. Das Probiren mit Wasser auf der Bühne selbst ist nur durchführbar, wenn immer nur einzelne Rohrstränge geprüft und unter denselben genügende Vorkehrungen für das Auffangen des Wassers angebracht sind. In Darmstadt werden die

Rohre mittelst Dampf geprobt.¹⁾

8. Flure, Treppen und Ausgänge. Die zweckmässige Anlage der Ausgänge wird am besten durch Mittheilung guter Beispiele klar gestellt. Im Stadttheater zu Halle (vergl. Fig. 27) vermittelt ein in seinen Haupttheilen 4,59 m breiter, den Zuschauerraum umschliessender Flur den Verkehr nach und von den Treppen und Ausgängen. Das Parquett öffnet sich nach diesem Flur mit 10 auf die Seitenwände und die Rückwand vertheilte Thüren, so dass die das

¹⁾ Näheres hierzu Deutsch. Bauzeitg. 1889, S. 480.

Parkett verlassenden Personen nicht, wie bei älteren mangelhaften Anlagen, ihren Weg nach der Bühne zu nehmen müssen. Während eine Eintrittshalle im Untergeschoss unter dem Foyer den Verkehr zu den Vorplätzen und Treppen gemeinsam für alle Ränge vermittelt, sind die Ausgänge für das Parkett und die beiden Ränge getrennt angelegt. Vom Flur des Parketts führen 4 Ausgänge unmittelbar in's Freie; jeder Rang hat 2 Treppen, die ebenfalls unmittelbar in's Freie führen.

Fig. 48. Hoftheater zu Schwerin. Erdgeschoss.

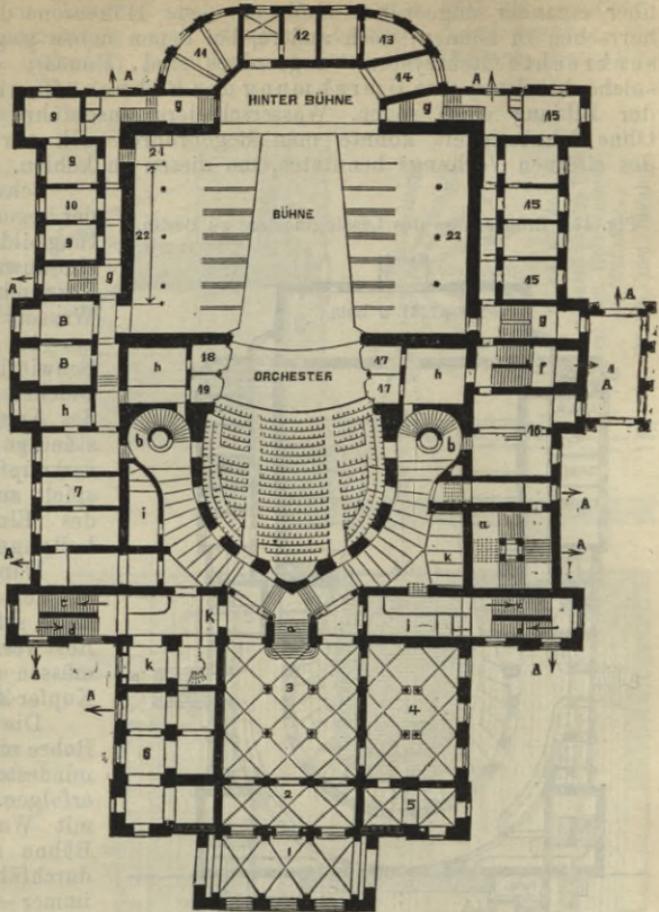


Fig. 50.

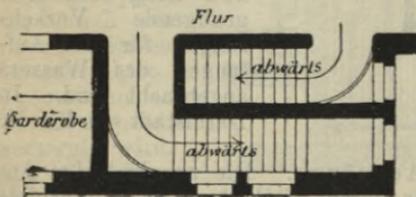
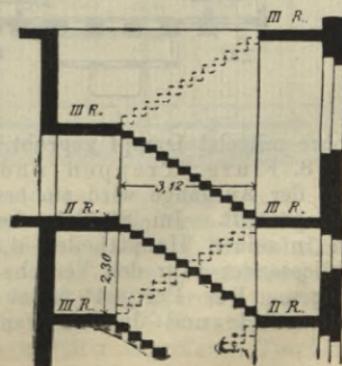


Fig. 49.



Das Lessingtheater zu Berlin, Fig. 47, ist in der Anlage seiner Treppen und Flure ähnlich gebaut. Die 4 Rangtreppen für die beiden Ränge stehen für den Zugang zum Theater mit der Eintrittshalle in

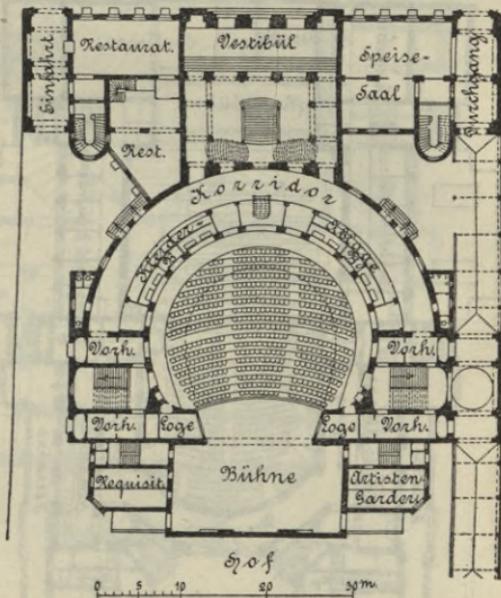
dasselbe auf dem Hinterlande eines grösseren Grundstückes — nicht unmittelbar an der Strasse — errichtet ist, und infolge dessen den Vorschriften der genannten Verordnung entsprechend die Zufahrten, Ausgänge usw. unter besonders erschwerten Bedingungen anzulegen waren. Das 810 Sitzplätze enthaltende Theater ist in No. 76 und 78 Jahrgang 1893 der Deutsch. Bauzeitg. ausführlich unter Beigabe von Zeichnungen beschrieben.

Das neue Kgl. Theater in Wiesbaden 1892—94 von den Architekten Fellner und Helmer in Wien inmitten der Kuranlagen des berühmten Badeortes erbaut, und in No. 43 und 43a des Jahrganges 1894 des Centralbl. d. Bauv. veröffentlicht, bietet hinsichtlich der Anlage der Ausgänge und Treppen insofern Bemerkenswerthes, als die Zugangstrepfen zu den einzelnen Rängen in äusserst klarer und übersichtlicher Anordnung strahlenförmig von der geräumigen Eingangshalle abzweigen. Bei aller Bequemlichkeit nimmt die ganze Anlage der Verkehrsräume, wie ein Blick auf den Grundriss Fig. 51 lehrt, eine erstaunlich geringe Grundfläche ein, und ist dieselbe als geradezu mustergültig zu betrachten. Um Stauungen beim Entleeren der oberen Ränge zu vermeiden, sind neben den Umgängen derselben noch breite Terrassen längs der Seiten des Hauses angeordnet, mit welchen die Flure durch zahlreiche Thüren verbunden sind. Im Durchschnitt kommen auf einen Ausgang von 1,50m Breite nur 40 Personen, so dass die Entleerung des vollbesetzten Hauses sich in 2—3 Minuten vollziehen kann.

Die Vorschrift, dass die nach aussen aufschlagenden Thüren nur durch einen einzigen Griff geöffnet werden sollen, verbietet bei Flügelthüren die Verwendung der gewöhnlichen Kantenriegel. Im Kroll'schen und Wallner-Theater zu Berlin sind daher am zweiten Flügel an der Ober- oder Unterseite, oder bei grossen Flügeln an beiden Stellen durch leichte Federn in ihrer Stellung gehaltene Fallen angebracht, welche bei starkem Druck gegen die Thür einfach nachgeben. Baskülverschlüsse nach Art der üblichen Fensterbaskülen sind ebenfalls vielfach verwendet. Im übrigen steht hier noch ein weites Feld für Verbesserungen offen.

Gelegentlich der Ausstellung für Unfallverhütung zu Berlin im Jahre 1889 war ein kleines Theater erbaut, an welchem dem Publikum Gelegenheit gegeben werden sollte, alle neueren Schutzmassregeln auf der Bühne kennen zu lernen. Näheres hierüber ist in dem vorhin

Fig. 52.
Theater Unter den Linden zu Berlin. Erdgeschoss.



bezeichneten Aufsatz des Centralbl. d. Bauverw. 1889 No. 28 enthalten. An diesem Bau wurden die Ausgangsthüren mittels elektrischer Kraft geöffnet.

Für die Volksbühnen, die Schöpfungen der neuesten Zeit, bei welchen der grösste Theil der Plätze des Zuschauerraumes im Parkett liegt, und auf szenische Bühneneffekte durch bewegliche Kulissen usw. fast ganz Verzicht geleistet wird, liegen die Verhältnisse hinsichtlich der Feuersgefahr und schnellen Entleerung des Hauses viel günstiger. So sind im städtischen Spiel- und Festhaus zu Worms, erbaut von Reg.-Baumeister March, veröffentlicht in No. 14 D. Bauztg. 1890, sowie in No. 16 und 17 Jahrg. 1890 des Centralbl. d. Bauv., im Zuschauerraum 33 Ausgänge vorhanden, und erwies sich bei einer probeweisen Entleerung des Hauses durch Schulkinder ein Zeitraum von 40 Sekunden als ausreichend.

Die bisher besprochenen Theaterbauten gehören zu denjenigen, welche alle in der Polizei-Verordnung vom Oktober 1889 an eigentliche Theater zu stellenden Anforderungen erfüllen. Im Volksmunde wird noch eine grosse Anzahl von Schaubühnen zu den Theatern gerechnet, welche unter § 74 jener Polizei-Verordnung fallen und somit nur als Versammlungssäle anzusehen sind, welche ein Podium mit unverbrennlichen Kulissen, Soffiten, Hinterhängen oder Versatzstücken ohne Versenkungen, Schnürböden und Schnürgallerien besitzen. Die bemerkenswerthe dieser Anlagen ist das von den Architekten Fellner und Helmer erbaute „Theater unter den Linden“ zu Berlin, auch „Ronacher-Theater“ genannt, dessen Erdgeschoss-Grundriss in Fig. 52 mitgetheilt ist. Anstatt des bei Theaterbauten abgetrennten Umganges besitzt hier das Zuschauerhaus einen dasselbe im Halbkreis umschliessenden Umgang, der in den oberen Rängen nach dem Theatersaal durch weite Bögen sich öffnet und als Wandelgang, Wintergarten und zu Logen ausgebaut ist. So stellt der Theatersaal mit diesen Annexen einen einzigen grossen Raum dar, dessen Theilungen nur zur Erzielung malerischer Durchblicke angelegt zu sein scheinen. Für ein weiteres Studium der eigenartigen Anlage wird auf die Veröffentlichung in der Deutsch. Bauzeitg. 1892 No. 91 u. 95 verwiesen.

Als eine kleinere Saalanlage mit Podium sei das Theatergebäude der „Concordia“ zu Berlin erwähnt, ein von Architekt Ebe 1890 unter Benützung eines älteren Saalbaues erbautes Spezialitäten- oder Rauchtheater. Das in der Deutsch. Bauzeitg. 1891 No. 75 veröffentlichte Gebäude nimmt den ganzen Raum zwischen den Nachbargrenzen ein, so dass die Ausgänge, welche von der Bühne nach dem vorderen Hofe führen, unterirdisch unter dem Fussboden des Saales angelegt werden mussten. Der Vorsaal im Erdgeschoss, zur Seite dessen die zum I. Rang führenden Treppen angelegt sind, ist mit dem Hauptsaal durch weite Oeffnungen verbunden, so dass der Eindruck beider Räume zusammenwirkt. Die nicht ganz 9 m betragende Tiefe der Bühne würde für dramatische Aufführungen nicht genügen, ist aber für die Zwecke eines sogen. Spezialitäten-Theaters ausreichend.

Nachfolgend sei noch auf einige Umbauten von Versammlungs- und Konzertsälen aufmerksam gemacht, welche durch die Verordnung vom Oktober 1889 unmittelbar veranlasst oder wenigstens beeinflusst waren:

Der Saal der Singakademie zu Berlin, im Jahre 1825—27 durch Ottmer unter Benützung Schinkel'scher Gedanken erbaut, war schon mehre Male, 1865 nach Angaben von Gropius, 1875 durch Helwig in seinen Zugängen und Treppen verbessert worden und ist 1888 durch Reimer und Körte durchgreifend unter Beachtung der

neuen polizeilichen Bestimmungen, die demnächst inkraft treten sollten, für eine Besucherzahl von 1300 Personen umgebaut worden. Die hierbei zu überwindenden Schwierigkeiten sind eingehend in der Veröffentlichung Jahrgang 1 No. 14 der Blätter für Architektur und Kunsthandwerk beschrieben.

Der Neubau des Konzertsaales der Philharmonie zu Berlin, 1888 von Architekt Schwechten errichtet, hatte den Anforderungen der neuen Polizei-Verordnung gleichfalls schon so weit Rechnung getragen, dass er nach Inkrafttreten derselben unverändert belassen werden konnte. Von besonderem Interesse ist die bequeme Anordnung der Kleiderablage, welche mit einer Gesamtgrundfläche von 793 qm selbst die berühmte Anlage des Leipziger Gewandhauses, welche 745 qm aufweist, übertrifft.

Der Umbau des alten Gürzenich-Saales zu Köln a. Rh., 1890 nach den Plänen der Stadtbauräthe Weyer und Heymann ausgeführt, für dessen näheres Studium auf die Veröffentlichung im Centralbl. der Bauv. 1894 No. 39 verwiesen wird, hat sich auf einen vollständigen Neubau der Treppenhäuser für den Festsaal und die Musikertribüne erstreckt. Durch denselben ist nicht nur die schnelle Entleerung des Festsaales im I. Obergeschoss und des unter demselben gelegenen Börsensaales im Erdgeschoss bei ausbrechender Panik sichergestellt, sondern es ist zugleich eine grössere Zweckmässigkeit der Anlage für den Verkehr der Festtheilnehmer bei gleichzeitiger Benutzung beider Säle gewonnen worden, und es wurde somit das alte Kölnische Kauf- und Tanzhaus der wachsenden Bedeutung der Stadt und der stetigen Zunahme ihrer Bevölkerung entsprechend auf einen längeren Zeitraum hin wieder geschickt gemacht, den Mittelpunkt für den geschäftlichen und geselligen Verkehr der alten rheinischen Metropole zu bilden.

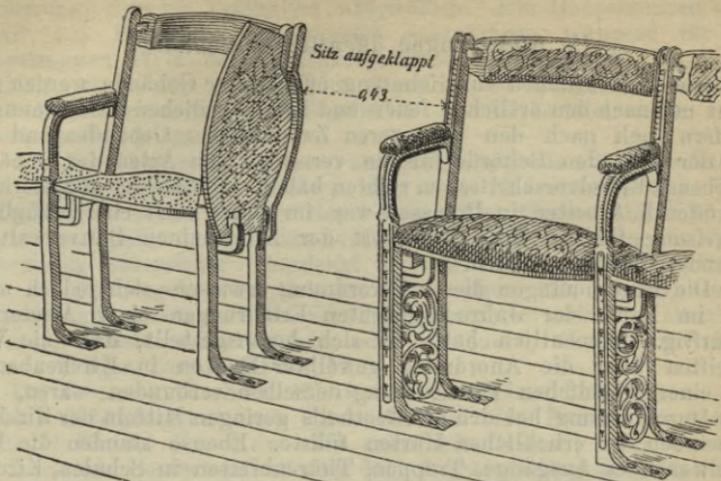
Zum Schlusse sei noch eine in London öfters wiederkehrende Anlage der Theaterausgänge erwähnt, über welche im Centralbl. der Bauv. Jahrg. 1888 No. 43 der damalige technische Attaché, jetzige Regierungs- und Baurath Thür unter Beifügung von Zeichnungen mehrfacher Beispiele berichtet hat, nämlich die unterirdische Anlage der Theater. Diese Eintiefung wird durch den Untergrund der Stadt, der allenthalben aus einem in grosser Mächtigkeit anstehenden, von wasserführenden Schichten nicht durchbrochenen Thon (London Clay) besteht, begünstigt. Es liegt bei einer grösseren Anzahl neuerer Theater der Fussboden des Zuschauerraumes durchschnittlich etwa 5 m unter der Strassenfläche, so dass die Ausgänge aus dem Sperrsitze und der „Grube“ (letztere entspricht unserem Parterre) treppauf führen, während die Ausgänge des I. Ranges ungefähr in gleicher Höhe mit dem Strassenpflaster liegen. Es wird angenommen, dass beim Heraufsteigen der Treppen ein so verhängnissvolles Gedränge, wie beim Absteigen nicht entstehen könne.

9. Sitze: Die gewöhnliche Form der Sitze in dem Parkett und den Rangreihen ist die von Klappsitzen, welche selbstthätig aufklappen.

Die Ansichten über die von Schleicher erfundenen, in Fig. 53 bis 55 dargestellten Stühle, an welchen zugleich die Lehne nach der Seite klappt, so dass auch senkrecht zur Bühne offene Gänge von 43 cm Breite frei gegeben werden, sind bisher, mangels einer umfangreicheren Ausführung derselben, noch auseinander gehend. Während von der einen Seite die Herstellung der freien Gänge, in welchen das Publikum, von der Bühne abgewendet, nach hinten flüchten kann, als besonders heilbringend bezeichnet werden, werden von anderer Seite die vielen einzelnen, inmitten des Raumes stehen bleibenden

Stühle mit ihren vorspringenden Theilen als nicht günstig angesehen, und wird auch angenommen, dass die Stauung und Panik an den

Fig. 53. Theaterstuhl nach Schleicher's Patent.



Stuhl mit amerik. Holzsitz.

Stuhl mit Polsterung.

Fig. 54. Ausgang aus einem Parkett nach alter Ordnung.

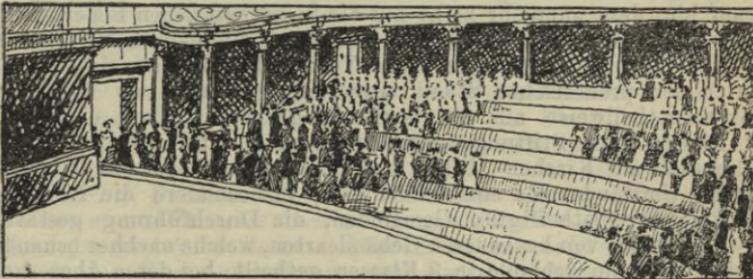
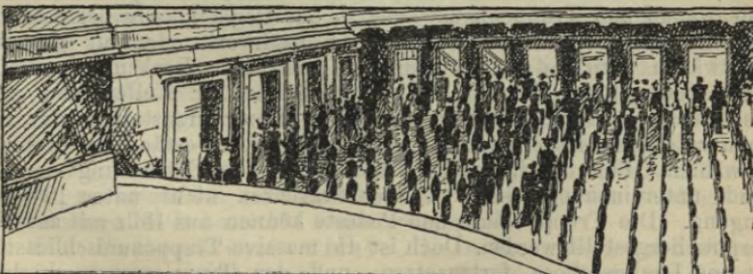


Fig. 55. Ausgang aus einem Parkett mit neuer Stuhl-Einrichtung n. Schleicher's Patent.



Ausgangsthüren um so stärker auftritt, je mehr Personen gleichzeitig an dieselben gelangen können.

Für die älteren Theater, in welchen die Parkett-Ausgänge ziemlich weit vorn in der Nähe der Bühne zu liegen pflegen, ist wohl der von der Anwendung dieser Stühle zu erwartende Vortheil ziemlich gering anzuschlagen.

IV. Sicherungen öffentlicher Gebäude.

Die Vorkehrungen zur Sicherung öffentlicher Gebäude werden sich nicht nur nach den örtlichen feuer- und baupolizeilichen Bestimmungen, sondern auch nach den besonderen Zwecken des Gebäudes und den von der bauenden Behörde für die verschiedenen Arten der Gebäude gegebenen Einzelvorschriften zu richten haben. Seitens des Ministeriums der öffentl. Arbeiten in Preussen war im Jahre 1884 eine bezügliche Anweisung für die in das Ressort der Allgemeinen Bauverwaltung fallenden Bauten erlassen.

Die Bestimmungen dieser Verordnung erwiesen sich jedoch nach den im Laufe der Jahre gemachten Erfahrungen einer Aenderung bedürftig. Namentlich hatte es sich herausgestellt, dass die Vorschriften über die Anordnung gewölbter Decken in Kirchenbauten mit einer erheblichen Vertheuerung derselben verbunden waren, und ihre Durchführung bei den meistentheils geringen Mitteln der Kirchengemeinden zu erheblichen Härten führte. Ebenso standen die Vorschriften über Ausgänge, Treppen, Thürbreiten in Schulen, Kirchen usw. nicht in richtigem Verhältniss zu denen, welche 1889 für Theater und Versammlungssäle erlassen sind. Demgemäss wurden am 1. November 1892 neue Bestimmungen über die Bauart der von der Staatsbauverwaltung auszuführenden Gebäude, unter besonderer Berücksichtigung der Verkehrssicherheit, erlassen. Letzter Ausdruck weist darauf hin, dass nunmehr nicht nur die Sicherheit gegen Feuersgefahr, sondern auch die Sicherheit gegen sonstige Unfälle berücksichtigt ist.

Der Geltungsbereich der neuen Verordnung bezieht sich auf alle Bauten der preussischen Staatsverwaltung, gleichviel ob die Kosten ganz oder theilweise aus Staatsmitteln gedeckt werden, desgleichen auf Bauten von Stiftungen, welche vom Staat verwaltet werden, schliesslich auf Kirchen-, Pfarr- und Schulbauten, aber nur in so weit, als die Umstände des einzelnen Falles, insbesondere die Leistungsfähigkeit der beteiligten Gemeinden, die Durchführung gestatten.

Abgesehen von besonderen Gebäudearten, welche nachher behandelt werden, sind die Gebäude in 3 Klassen getheilt, bei deren Abgrenzung hauptsächlich die Höhe der Bausumme maassgebend ist.

Für die Gebäudeklasse A, mit einem oder 2 Geschossen und einer Bausumme bis 50 000 Mark, sind die Aussenwände, die belasteten Innenwände und Treppenhauswände in der Regel massiv herzustellen, während unbelastete Scheidewände in Fachwerk oder als geputzte Brettwände errichtet werden dürfen. Gewölbte Decken, thunlichst unter Vermeidung eiserner Träger, sind nur für Kellerräume vorgeschrieben. Die Dachstühle sind aus Holz herzustellen, für die Dacheindeckung ist ein feuersicheres und wetterbeständiges Material zu wählen. Für überhängende Dächer ist eine Entfernung der Gebäude untereinander oder von Nachbargrenzen nicht unter 10^m Bedingung. Die Treppenläufe und Podeste können aus Holz mit unterem Verputz hergestellt werden. Doch ist die massive Treppenumschliessung bis ins Dachgeschoss fortzusetzen, und der Treppenraum oberhalb feuersicher abzuschliessen.

Für die Gebäudeklasse B, umfassend Gebäude mit einer Bausumme von 50 000 bis 300 000 Mark, sind sämmtliche Wände massiv

herzustellen und sollen nur ausnahmsweise untergeordnete innere Scheidewände aus Drahtputz, Eisenfachwerk oder sonstigen feuersicheren Konstruktionen zugelassen werden. Ausser den Kellerräumen sind sämtliche Flure und Treppenhäuser unter thunlichster Einschränkung eiserner Träger zu überwölben. Die Haupttreppen sind massiv, aus Haustein oder gewölbt auszuführen, während für die Nebentreppen Holz oder Eisenkonstruktion zulässig ist. Im Dachgeschoss ist, soweit der Ausbau desselben zu Wohn- usw. Räumen dies nicht verhindert, der Fussboden als Gipsestrich oder sonst unverbrennlich herzustellen.

Für die Gebäudeklasse C, umfassend Gebäude mit 2 Geschossen oder mehr über dem Keller, mit einer Bausumme von über 300000 Mark, sollen in der Regel neben den Fluren- und Treppenhäusern auch alle übrigen Räume überwölbt bzw. in Stein oder Eisen anderweitig feuersicher überdeckt werden. Ueberhängende Dächer sind in der Regel ausgeschlossen und sollen alle durchgehenden Treppen, mit Ausnahme von Verbindungstreppen zwischen einzelnen Räumen, massiv von Haustein oder gemauert, ohne Verwendung eiserner Träger, hergestellt werden.

Der folgende Abschnitt III, welcher besondere Bestimmungen für einzelne Gebäudearten ohne Rücksicht auf die Baukosten enthält, empfiehlt für die Kirchen eine dauerhafte Bauart, unter Wahrung der durch die Beschränktheit der Mittel etwa bedingten Einfachheit, und macht die Herstellung einer Gewölbedecke von der Voraussetzung abhängig, dass alle Baupflichtigen und — soweit Staatsmittel in Anspruch genommen werden — die zuständigen Staatsbehörden hiermit einverstanden sind. Hiernach ist der Grundsatz, dass die Zahl der Besucher der Kirche allein für die Wölbung maassgebend ist, vollständig fallen gelassen.

Für Pfarr- und Schulhäuser auf dem Lande und in kleineren Städten sind bei Unzulänglichkeit der erforderlichen Baumittel gegen die vorher genannten Vorschriften der Gebäudeklasse A noch Erleichterungen vorgesehen, welche sich auf die Herstellung auch der Aussenwände in ausgemauertem Fachwerk und der Kellerdecke in Holz erstrecken.

Museen, Bibliothek- und Archivgebäude sollen in allen Geschossen gewölbte oder sonstige feuerfeste Decken erhalten. Dienstwohnungen dürfen in diesen Gebäuden nur angeordnet werden, wenn sie von den Sammlungsräumen und deren Zugängen durch Brandmauern und feuerfeste Decken vollständig geschieden sind und einen getrennten Zugang erhalten. Die gleichen Vorsichtsmaassregeln sind bei der Anlage der Heiz- und Kohlenräume der Zentralheizung zu befolgen. Oefen mit lokalem Betriebe sollen nur ausnahmsweise Verwendung finden. An Strassen von weniger als 20^m Breite gelegene Fenster sind mit feuersicheren inneren Läden zu versehen. Ebenso sollen Dachoberlichte erforderlichenfalls zum Schutz gegen Flugfeuer mit leicht beweglichen feuersicheren Schutzvorkehrungen versehen werden. (Um die Anbringung derartiger Schutzvorkehrungen, welche mit mancherlei Schwierigkeiten und Unzuträglichkeiten verbunden sein würden, zu vermeiden, möchte hier die Verwendung von Drahtglas für die äusseren Dachoberlichte angeregt werden.)

Die Universitätsinstitute, Kliniken, Gymnasial- und Seminarbauten sind im allgemeinen wie die Gebäude der Klasse B zu behandeln. Aus Zweckmässigkeitsrücksichten sollen ausserdem die Badezimmer, Aborträume, Thee- und Anrichträume mit gewölbten Decken und Unterwölbungen versehen werden. Ebenso ist eine Unter-

wölbung für Räume mit undurchlässigem Fussboden, wie Operationsräume und Sezirräume vorzusehen. Eine leichtere Bauweise, Eisen- oder Holzfachwerk mit Ausmauerung oder Gipsdielen-Bekleidung, Papp- oder Holzzementdach, mit überstehenden Dächern soll für barackenartige Bauten, die zu Universitätszwecken errichtet werden, zulässig sein.

In Gefängnissen und Strafanstalten sind sämtliche Wände massiv herzustellen, und zwar die der eigentlichen Gefangenenräume, mit Ausnahme der Schlafzellenscheidewände, mindestens $1\frac{1}{2}$ Stein stark. Die Ueberwölbung oder feuerfeste Herstellung der Decke soll sich, abgesehen von Fluren und Treppenhäusern, auf alle Räume, die zur Vollstreckung der Strafe dienen, auf die Küchen, Aufnahmezellen, Strafzellen, Baderäume usw. erstrecken. Abgesehen von den Treppen in den panoptischen Hallen, welche aus Eisen herzustellen sind, ist für die Treppen die massive Ausführung die Regel.

Für Gebäude, welche zu Gestüts- land- oder forstwirthschaftlichen Zwecken dienen, sind, soweit es die Verhältnisse angezeigt erscheinen lassen, weniger feuersichere Ausführungen, wie Herstellung der Wände in Fachwerk oder Holz, der Kellerdecken als Balkendecken, der Treppen aus Holz ohne Unterputz, der Speicherböden mit Holzfussboden, zulässig. Selbst weiche Dachdeckung ist in Ausnahmefällen nicht ausgeschlossen. Die gleichen Erleichterungen finden auch auf sonstige Gebäude minderer Bedeutung, wie Schuppen, Stallungen, kleinere Wohnhäuser usw. Anwendung.)

Der Abschnitt IV behandelt Bestimmungen über konstruktive Einzelheiten, wie die Umschliessung von Kassen-Depositorienräumen bzw. von Räumen zur Aufbewahrung von Grundbüchern, Kataster-Standesamts-Registern, desgleichen die Umschliessung von Oberlichtschachten, die Konstruktion feuersicherer Thüren, die Anlage von Gasleitungen und elektrischen Leitungen.

Die Anlage von Schornstein-Reinigungsöffnungen in den Dachräumen, unterhalb von steilen Dächern, wird, entgegen den Vorschriften der älteren Verordnung, unter gewissen Vorsichtsmaassregeln wieder gestattet, um die Herstellung ausgedehnter Laufgänge auf den Dächern zu vermeiden.

Der Abschnitt Wasserversorgung und Feuerlöscheinrichtung behandelt in ausführlicher Weise diejenigen Vorkehrungen, welche beim Anschluss an eine städtische Wasserleitung oder bei Einrichtung von Hauswasserleitungen zu treffen sind. Besonderer Werth wird auf die Anlage von Hydranten in ausreichender Anzahl auf den die Gebäude begrenzenden Vorplätzen gelegt, während die Herstellung von Feuerhähnen in Gebäuden mit eigener Wasserleitung mit Rücksicht auf den meist nur zur Verfügung stehenden geringen Druck nicht empfohlen wird. Für Gebäude, deren Bausumme über 300 000 Mark beträgt, sollen in der Regel telegraphische oder telephonische Verbindungen mit der nächsten Feuerwache angelegt werden. Dieselbe Einrichtung ist bei Gebäuden mit werthvollem Inhalt (wie Bibliotheken, Museen und Archiven) zu treffen.

In Abschnitt V sind Bestimmungen für die Ausgänge, Fluren und Treppen von Gebäuden gegeben, in welchen sich eine grössere Anzahl von Menschen aufzuhalten pflegt, und die nicht unter die Vorschriften der Verordnung für Theater und Versammlungssäle fallen. Es kommen hierbei hauptsächlich die Kirchen, Schulen, Auditorien und dergleichen inbetracht. Bei der Bemessung der Ausgangsbreiten sollen Nebenausgänge und Nebentreppen, welche von den

Besuchern der Gebäude nicht leicht aufzufinden sind, ausserbetrachtet bleiben. Als Mindestmaasse sind festgesetzt:

- 1) 70 cm Breite für je 100 Personen bis zu einer Gesamtzahl von 500,
- 2) weitere 50 cm für je 100 Personen mehr, in der Grenze von 500—1000,
- 3) weitere 30 cm für je 100 Personen, sobald die Besucherzahl 1000 überschreitet.

Für 1200 Personen würde hiernach eine Ausgangs- und Treppenbreite von $5 \cdot 0,70 + 5 \cdot 0,50 + 2 \cdot 0,30 = 6,60$ m sich ergeben. Bei Wendeltreppen sind die Maasse um 30% zu erhöhen. Als Mindestbreite der Flure ist 2,50 m, der Treppen 1,30 m festgesetzt. Nur Kirchen-Emporentreppen können bis auf 0,90 m Breite eingeschränkt werden. Als untere Grenze des Steigungsverhältnisses ist $18/27$ cm vorgeschrieben. Für Treppen in Schulen soll die Steigung 17 cm nicht überschreiten, dieselbe kann für Kirchen-Emporen jedoch bis 19 cm zugelassen werden. Die Anzahl der Ausgänge und Treppen soll in der Regel bei mehr als 300 Personen zwei, bei mehr als 800 Personen drei betragen und es sind dieselben thunlichst nach verschiedenen Richtungen anzuordnen. Alle inneren und äusseren Thüren, welche für die schnelle und sichere Entleerung inbetracht kommen, müssen nach aussen aufschlagen.

Die folgenden Abschnitte behandeln die Sicherungen gegen Blitzgefahr und Betriebsvorschriften. Letztere beziehen sich auf die alljährliche Prüfung und Erprobung der Löschorrichtungen, die regelmässige Prüfung der Blitzableitungen und die Aushängung von Grundriss- und Lageplänen in den Eingangsfluren grösserer Gebäude, welche der Feuerwehr eine schnelle Uebersicht über die Anordnung und Eintheilung der Gebäude ermöglichen sollen.

V. Feuerfeste und feuersichere Wände, Thüren und Stützen.

Litteratur: Bericht über die 1893 in Berlin vorgenommenen Brandproben von Stude und Reichel. Verl. Julius Springer. Besprechung dieser Proben, Deutsch. Bauztg. 1893 No. 36—40.

In diesem und den nachfolgenden Abschnitten sind die für die einzelnen Gebäudetheile zu verwendenden feuersicheren Baustoffe und Baukonstruktionen näher behandelt. Zu betonen ist jedoch, dass durch feuersichere Konstruktionen und Stoffe niemals eine absolute Feuersicherheit erzielt werden kann, vielmehr nur erreicht wird, dass ein Feuer sich nicht schnell verbreiten kann und leichter in gewissen Grenzen gehalten wird. Die grösste Gefahr bildet immer der brennbare Inhalt des Hauses, der der Bestimmung und Benutzung des Hauses entsprechend verschieden ist. Für den Schutz der Menschenleben bildet der bei einem Feuer entstehende Rauch und Qualm die nächste und schlimmste Gefahr, und es ist daher die Schaffung möglichst mehrerer von einander getrennter Rettungswege, Treppen und Ausgänge der beste Schutz. Hinsichtlich des Schutzes des Eigenthums ist ausserdem der Grundsatz zu beachten, dass Mittel und Zweck im Einklang bleiben müssen.

Auch ist hervorzuheben, dass die Anwendbarkeit einer Konstruktion oder eines Baustoffes selbstverständlich nicht allein von der Widerstandsfähigkeit gegen Feuer abhängt, dass vielmehr noch viele andere Eigenschaften infrage kommen, z. B. der Widerstand gegen die Witterung und ihre Einflüsse, der Abnutzungs-Widerstand, die Be-

fähigung, Lasten zu tragen, das Verhalten gegen andere Baustoffe und Nässe, die Bequemlichkeit der Ausführung, das gute Aussehen und zuletzt nicht zum mindesten auch die Kosten. Welche Vorzüge in jedem Falle ausschlaggebend sein werden, wird der ausführende Techniker genau zu erwägen haben.

Für die Bevorzugung der einen oder anderen Baukonstruktion wird auch mit ausschlaggebend sein, ob die Verarbeitung der Baustoffe so einfach ist, dass dieselbe von jedem sachverständigen Bauhandwerker gut und sicher ausgeführt werden kann, oder ob der Bauherr zur Heranziehung auswärtiger Geschäfte mit besonderen Hilfsmitteln und besonders geschulten Arbeitern gezwungen ist.

Dass die zusammengesetzten Fabrikate vielfach, namentlich wenn die Konkurrenz sich ihrer bemächtigt hat, sich kurze Zeit nach ihrer Einführung verschlechtern, ist gleichfalls ein Umstand, welcher nicht ausseracht zu lassen ist.

Da in nachstehenden Ausführungen öfters auf die von Stude und Reichel vorgenommenen Brennproben Bezug genommen wird, so sei noch Einiges über letztere vorausgeschickt. Der grosse Vorzug dieser Brennproben, welche in einem zum Abbruche bestimmten alten Hause mit den verschiedensten eingebauten Konstruktionen vorgenommen wurden, vor früheren Brennversuchen beruht darin, dass die Verhältnisse dem eines wirklichen Schadenfeuers möglichst ähnlich gemacht waren, und gleichzeitig die verwandten Konstruktionen unter gleichen oder wenigstens angenähert gleichen Verhältnissen geprüft wurden. Andererseits boten diese Versuche Gelegenheit, zu beobachten, wie verschieden die Wirkung des Feuers besonders auf brennbare Stoffe z. B. Holz, je nach der Lage derselben zum eigentlichen Feuerherd sein kann. Während in einem Raum eine grosse Gluth entwickelt und nachgewiesen war, wurden einzelne Holztheile in der Nähe des Fussbodens kaum angekohlt, wahrscheinlich weil der kalte, das Feuer nährenden Luftstrom sie von dem eigentlichen Feuerherd trennte. Im übrigen waren auch die Wirkungen der eigentlichen Stichflammen auf Holz verschieden, je nachdem dieselben noch überschüssigen, zur Verbrennung erforderlichen Sauerstoff in höherem oder geringerem Grade enthielten. Derartige Umstände mögen auch Veranlassung sein, dass die Bewährung derselben Baukonstruktionen und Stoffe bei verschiedenen Schadenfeuern nicht eine ganz gleiche ist, und es ist dem auch zuzuschreiben, wenn die Ansichten über die Feuersicherheit eines und desselben Baustoffes vielfach auseinandergehen ganz abgesehen davon, dass die Feuersicherheit eines Stoffes immer nur eine relative ist.

a. Massive Mauern, Brandmauern und feuersichere Thüren.

Der Massivbau mit natürlichen Steinen, gebrannten Steinen oder Stampfbeton verdrängt wegen seiner Feuersicherheit allmählich den Holzbau und den Fachwerksbau. Nur beim Bau frei stehender Landhäuser, Nebengebäude sowie bei provisorischen Bauten hat der Fachwerksbau, der eine malerische Behandlung und schnelle Ausführung der Gebäude begünstigt, in letzter Zeit vielleicht wieder an Gebiet gewonnen. Vergl. die Ausf. auf S. 388 u. 89.

Nach Mittheilungen des Kreisbaumeisters a. D. Hoffmann in der Baugewerkszeitung ist durch Erfahrung bei Bränden nachgewiesen, dass die rothen Ziegelsteine (welche geringen Kalkgehalt besitzen) erheblich mehr feuerfest sind als die gelben Steine, welche infolge ihres Gehaltes an Kalk gelb brennen.

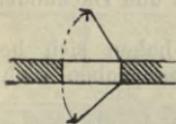
Auch ist es zweifellos, dass die Widerstandsfähigkeit der Betonmauern gegen Feuer wesentlich mit von der Güte der Herstellung, dem Mischungsverhältniss, sowie auch von der Jahreszeit, in welcher dieselben gefertigt sind, abhängt.

Die zweckmässige Konstruktion massiver Mauern ist in Abschnitt I ausführlich behandelt. Es erübrigt hier nur noch die besondere Herstellung der Brandmauern zu besprechen.

Brandmauern sollen die Uebertragung eines Feuers nach dem Nachbarhaus und innerhalb der einzelnen Abschnitte des Hauses verhindern.

Die ältere Konstruktion von Giebelmauern, nach welcher der Wandbinder ausgemauert und vor demselben nach aussen noch eine $\frac{1}{2}$ Stein starke Mauer im Verbande vorgeblendet wurde, empfiehlt sich nicht, da nach einem Dachstuhlbrande die erforderlichen Erneuerungsarbeiten sich in den meisten Fällen auf die Giebelmauer, die durch das eingebettete Holz in Mitleidenschaft gezogen wird, mit erstrecken muss. Die Giebelmauern sind vielmehr, ebenso wie Brandmauern im Innern des Hauses, mindestens 1 Stein stark, bei grösserer Höhe mit entsprechenden Verstärkungen herzustellen, über Dach zu führen und mit dem Holzwerk der Dachstühle nur durch eiserne Anker zu verbinden. Es müssen somit zu beiden Seiten einer inneren Brandmauer besondere Dachbinder hergestellt werden. Als Versteifungen der Brandmauern, welche zweckmässig als Fortsetzung der massiven Treppenhäuser angelegt werden, können auch die Schornsteinkasten benutzt werden, welche seitlich an die 25 cm starke Brandmauer so anschliessen, dass die letztere, in voller Stärke durchgehend, die eine Schornsteinwange bildet. Diese Schornsteinkasten neben der Brandmauer hindern allerdings die Aufstellung des Binders dicht neben der Mauer und erschweren somit den Dachverband.

Fig. 56.



Einzeln stehende hohe Schornsteinkasten für wenige Rohre im Dachgeschoss sind möglichst zu vermeiden, da bei einem Dachstuhlbrande die allseitig vom Feuer umspülten Wandungen des Schornsteins ihre Festigkeit besonders in der Mörtelfuge verlieren und die niederbrechenden Schornsteine leicht den Löschmannschaften gefährlich werden.

Feuersichere Thüren sind im Dachgeschoss in allen Thüröffnungen von Brandmauern, die selbstverständlich auf das Nothwendigste zu beschränken sind, anzubringen. Im Anfang des verflossenen Jahrzehntes wurden infolge übergrosser Würdigung der Unverbrennlichkeit des Eisens die feuersicheren Thüren meist aus Eisenblech mit Bandeisen oder L-Eisen-Umrahmung gefertigt und man liess dieselben wohl auch, behufs Herstellung eines dichten Anschlages, in L-Eisen-Falze schlagen. Derartig konstruirte Thüren sind, wie die Erfahrung gelehrt hat, nicht geeignet, einem stärkeren Feuer Widerstand zu leisten. Das Eisen wird glühend und wirft sich, so dass die Stichflamme durch die entstandene Lücke hindurchleckt. Bereits bei geringerer Erwärmung dehnt sich die Thür, klemmt sich in dem Anschlagfalz fest und versperrt alsdann der Feuerwehr den Weg.

Selbst die an sich wenig zweckmässige Eisenthür wird allerdings eine erheblich grössere Sicherheit gegen den Abschluss des Feuers bieten, wenn 2 Thüren zu beiden Seiten der Brandmauer angelegt werden, welche zwischen sich, wie in Fig. 56 dargestellt, einen Luft-

raum von der Dicke der Mauer einschliessen. Die Einrichtung von derartigen Doppelthüren wird sich auch bei zweckmässigerer Konstruktion der Thüren in Lagerhäusern, in welchen grosse Mengen brennbarer Stoffe lagern, empfehlen.

Als eine bessere feuersichere Thür ist eine glatte Brettthür, welche beiderseitig und an dem Rande mit Eisenblech beschlagen ist, anzusehen. Es wird angenommen, dass das Holz zwar hinter der Blechbekleidung an der Feuerseite kohlt, aber mangels Luftzuführung nicht brennt. Eine derartige von Hofschlossermeister Violet konstruirte Thür hat allerdings bei den Stude'schen Brandproben sich nicht ganz so günstig bewährt, als gehofft worden war. Schliesslich wurde das Holz im Innern zur trockenen Destillation gebracht, und die aus den Fugen des Eisenbeschlages entströmenden Gase geriethen in Brand und entflamten. Immerhin blieb die Thür noch nach dem Ablöschen gangbar.

Einfache alte hölzerne Stubenthüren, welche an der Feuerseite nachträglich mit Blech beschlagen waren, haben sich bei den Brandproben verhältnissmässig gut bewährt. Ebenso haben Versuche mit feuersicheren Thüren aus Eisengerippe mit Monierumhüllung, desgl. aus Eisengerippe mit Asbestzement-Umhüllung (von Ingenieur Kühlewein ausgestellt), sowie mit Thüren mit Korksteinen der Fabrik Grünzweig & Hartmann günstige, für die Praxis genügende Ergebnisse geliefert. Es fragt sich nur, ob derartige Thüren, auch solche aus Rabitzputzmasse mit Eisenrahmen den Anforderungen, welche der Architekt bei der besseren Ausbildung von Räumen stellen muss, entsprechen. Ihre Verwendung wird sich somit auf untergeordnete Räume und Dachböden beschränken.

Magnesitplatten als Bekleidung von Holzthüren haben sich bei einer Plattenstärke von 20 mm bei den genannten Brandproben nicht als genügend widerstandsfähig erwiesen.

Von sachverständiger Seite wird auch die zugleich als diebesicher verwendete Konstruktion einer Holzthür mit Eisen- oder Stahlplatteneinlagen als sehr feuersicher bezeichnet, da die äussere Holzumkleidung die innere Eiseneinlage längere Zeit gegen Erglühen schützt. Leider ist eine derartige Thürkonstruktion bei den Stude'schen Brandversuchen nicht erprobt worden. Handelt es sich nicht darum, eine Feuersbrunst dauernd abzuhalten, sondern ihre Weiterverbreitung nur für längere Zeit zu verhindern, so genügen auch hölzerne Thüren, besonders starke Bohlethüren.

Feuersichere Thüren müssen auch unverbrennliche, dicht schliessende Thürfutter und massive Schwellen erhalten. Wenn die Kosten nicht zu hohe sind, wird eine Hausteine-Umrahmung jedenfalls das Beste sein; sonst kann man die Anschläge mit Zementmörtel putzen.

Ist bei feuersicheren Thüren nicht die Anbringung eines Schlosses aus besonderen Gründen nothwendig, so ist es besser das Schloss gänzlich fortzulassen und nur den Drücker anzubringen, damit der Feuerwehr im Falle eines Brandes der Zugang gewahrt sei. Dagegen sind Zuwerfvorrichtungen vorzusehen. Die Benutzung von Federn für letztere ist wenig rathsam, da dieselben sehr bald lahm werden, besonders wenn sie, wie dies in Fabriken vielfach geschieht, über Tage abgestellt werden. Besser ist schräge Aufhängung, so dass die Thür durch das eigene Gewicht zufällt.

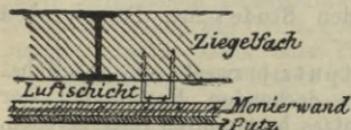
In Geschäftshäusern und Fabriken wird es oft vorkommen, dass grössere Maueröffnungen bei Tage während des Geschäfts- bzw. Fabrikbetriebes offen gehalten und nur Nachts, oder im Falle der

Noch feuersicher verschlossen werden sollen. In solchen Fällen ist etwas Besseres als die Anlage von Wellblech-Jalousien noch nicht ausgeführt worden. Im Neubau der Equitable-Versicherungs-Gesellschaft zu Berlin werden derartige Wellblech-Jalousien in den Schaufensteröffnungen zwischen den Durchfahrten im Vorderhause und den angrenzenden Läden, welche eine im Erdgeschoss ausbrechende Feuersbrunst von den Durchfahrten abhalten sollen, durch Wasserdruk bewegt. Es ist der Betrieb so eingerichtet, dass bei Oeffnen eines auf der Strasse ausserhalb des Gebäudes angelegten Hahnes sämtliche zusammen gehörigen Jalousien sich selbstthätig schliessen. Damit diese Einrichtung jederzeit sicher funktionire, ist ein anderer Antrieb der Jalousien nicht angelegt worden, so dass der Bewegungsmechanismus täglich geprobt wird. Die Bewegung geschieht durch Kolben, welche in den Kellerräumen unterhalb der Durchfahrten aufgestellt sind. Das Druckwasser liefern die Reservoirs, welche zugleich die hydraulischen Personen- und Lastenaufzüge des ausgedehnten Geschäftsgebäudes versorgen.¹⁾

b. Eisenfachwerkwände; Wellblechwände.

Die Feuersicherheit von Eisenfachwerkbauten wird um so grösser sein, je mehr Schutz gegen Erglühen bei einem Brande durch die Konstruktion der Ausfüllung des Eisengerüstes gewährt wird. Bei

Fig. 57.



Bahnhofshallen, schuppenartigen Bauten in Eisenwerkstätten und Hütten, wo die Möglichkeit eines grösseren Brandes ausgeschlossen ist, wird das Bedürfniss für einen derartigen Schutz nicht vorliegen und es genügt daher hier eine unverputzte Wellblechbekleidung.

Die Ausfüllung der Eisenfache durch Mauerwerk schützt jedenfalls die Stege der I-Träger gegen den unmittelbaren Angriff der Stichflamme; es liegen dann nur noch die Flanschen frei. Einem kleineren Schadenfeuer wird eine derartig einfach ausgemauerte Eisenfachwand jedenfalls genügend Widerstand leisten. Dagegen hat der grosse Speicherbrand des Staatsspeichers am Sandthorkai zu Hamburg gelehrt, dass bei einem intensiveren und länger andauernden Brande zunächst die Ziegelausmauerung der Fache gelockert und zerstört wird, und alsdann das frei liegende Eisengerippe dem Feuer gleichfalls nicht mehr widerstehen kann. Um eine grössere Feuersicherheit zu erreichen, wird es daher erforderlich, den Putzüberzug der Eisenfachwand mit einem Luftisolirraum zwischen der Fachwerkwand und als Drahtputz oder Rohrgewebeputz herzustellen. Dieser Luftraum wird auch für die Isolirung des Innenraumes gegen die äusseren Witterungseinflüsse gute Dienste leisten. Fig. 57 stellt eine derartige Ausführung der Aussenwände des Kinderhospitals für ansteckende Krankheiten auf dem Grundstücke der Königl. Charité zu Berlin dar.

In neuerer Zeit sind auch Eisenfachwerke mit Verwendung von Monierdrahtputz und Gipsdielen für die Ausfachung ausgeführt, worüber das Nöthige weiterhin vermerkt ist.

¹⁾ Die Anlage ist von der Maschinenfabrik Hoppe in Berlin entworfen und ausgeführt.

c. Holz- und Brettwände.

Ungehobelte Lattenwände, welche in Wirthschaftskellern und Bodenräumen vielfach Verwendung finden, sind hoch feuergefährlich, da sie der Flamme den Durchtritt und zugleich reichlichen Brennstoff liefern. Eine feste Brettwand wird schon durch Behobeln gegen schnelles Erfassen durch Feuer etwas geschützt.

Der übliche Schutz der Brettwände, welche in ausgebauten Wohngeschossen als frei tragende Scheidewände angelegt werden, ist beiderseitiger Kalk- bezw. Gipsputz. Die Holzwand wird behufs Erlangung der nöthigen Steifigkeit zweckmässig aus doppelten Brettlagen konstruirt. Die Wand wird um so feuersicherer, je besser und dauerhafter die Verbindung des brennbaren Holzkerns mit dem deckenden Putz erfolgt. Diese Verbindung wird, je nach der eingebürgerten Handwerkstechnik verschieden, durch aufgenageltes Rohr oder Holzleisten hergestellt. Eine derartig sorgfältig geputzte Brettwand widersteht dem Feuer ziemlich lange, und wird daher, da sie in Wohnräumen manche anderen Vortheile bietet, nicht mit Unrecht von vielen Technikern den neueren Konstruktionen vorgezogen.

Fehlerhaft ist es, die Brettwände inwendig hohl herzustellen. Ist dies in Dachgeschossen neben Binderhölzern nicht zu vermeiden, so sind die Zwischenräume wenigstens mit unverbrennlichem Material auszufüllen.

Putzwände aus doppeltem Holzleistengeflecht mit sich kreuzenden Stabtheilungen, wie solche in Breslau von Schubert vielfach ausgeführt werden, ebenso Doppelwände aus Schubert'schen Leisten mit Schlackenausfüllung haben sich bei den Stude'schen Brandproben recht gut bewährt.

Döring's feuersicherer Patentputz bezweckt eine möglichst feuersichere und feste Verbindung des deckenden Putzes mit der Holzunterlage. Die zum Tragen des Putzes bestimmten Holzstäbchen, Leisten (von meist dreieckiger Form) werden in geeigneten Vorrichtungen mit Chlorcalcium und Wasserglas durchtränkt, wodurch die Holzleisten schwer entzündlich gemacht werden, indem sich durch Umsetzung kieselaurer Kalk bildet. Ausserdem erhalten sie eine Oberfläche, welche geeignet ist, mit einer besonderen Mischung von mineralischen Bestandtheilen eine innige Verbindung einzugehen. Diese Ueberzüge bestehen aus einer Mischung von kieselhaltigem Sande und Schwerspath, sowie einer zweiten Mischung von Pulver aus kohlenaurer Kalk oder Kreide, Infusorienerde, Magnesia, Zinkoxyd, Feuersteinpulver, mit einem scharfen, äusserst kieselaurerhaltigem Sande und Wasserglas. Diese Mischungen halten fest auf der Leistenoberfläche und bilden eine rauhe Schicht, an welcher der weitere Wand- bezw. Deckenputz fest haftet.

Das Patent ist von der Kommandit-Gesellschaft Kräftt zu Wolgast erworben, welche dasselbe bei der Herstellung von feuersicheren Holzhäusern und Villen verwendet. Der beschriebene Patentputz wird auf beiden Seiten der Fachwand anstelle der sonst üblichen Fachwerks-Ausmauerung angebracht. Der äussere Putz kann, wenn auf die architektonische Durchbildung des Hauses als Holzhaus Werth gelegt wird, nur als Ausfüllung der Gefache hergestellt werden, während der innere Putz selbstverständlich das Holzwerk vollständig deckt; die Aussenwände erhalten ausserdem in den Fachen noch eine dritte innere Schalung, um einen besseren Schutz gegen Witterungseinflüsse zu erzielen. An den Aussenseiten, da wo das Holzwerk sichtbar bleibt, und architektonisch ausgebildet wird, verwendet die

Firma amerikanisches Zypressenholz, welches der Witterung zugleich länger Widerstand leisten soll als die deutschen Nadelhölzer. Fig. 58 zeigt die Einzelheiten einer Fachwerk-Aussenwand, während in Fig. 59 der Grundriss einer Aussenwand mit anstossender Innenwand dar-

Fig. 58. Senkrechter Schnitt durch eine Holzwand mit Döring'schem Putz.

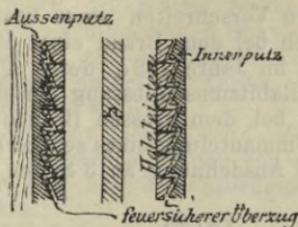
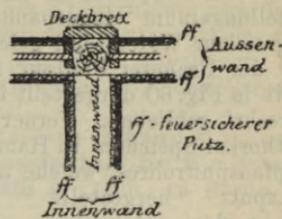


Fig. 59. Grundriss.



gestellt ist. Derartige feuersichere Holzhäuser sind u. a. in mehren Ostsee-Badeorten, sowie in den Villenorten Neu-Babelsberg und Wannsee bei Berlin ausgeführt worden.

d. Drahtputzwände und Rabitzwände.

An der von dem Maurermeister Rabitz gegen Ende der siebziger Jahre erfundenen Drahtputzwand bildet das Drahtgewebe mit dem ersten Mörtelüberzug (Gips, gemischt mit Kalkmörtel und Kälberhaaren, etwaige Zusätze Leim oder Thonerde) anstelle der Holzwand bzw. Deckenschalung den Träger des Putzes. Damit nun der eigentliche Putzüberzug mit dieser Unterlage sich verbinde, ist es zweckmässig, ersteren aufzubringen, ehe die Unterlage erhärtet ist.

Die erste Feuerprobe 1879 erwies erheblich grössere Feuer-sicherheit des Rabitz'schen Deckenputzes gegenüber dem Rohr-deckenputz. Aber auch die auf beiden Seiten geputzte Brettwand widerstand dem Feuer sehr lange. 1883 wurde eine zweite Feuerprobe mit einem von Rabitzmasse umgebenen Zinkschlot vorgenommen, die gleichfalls günstig ausfiel. Die erste Feuertaufe, d. h. der erste Feuerschaden an einer Ausführung von Rabitzkonstruktionen war ein Brand in der Staubkammer einer Dampfmühle zu Neuss a. Rh., welcher durch die Rabitzumhüllung auf diesen Raum beschränkt blieb. In Berlin waren inzwischen die Rabitzwände bereits in ausgedehnter Weise als Korridor- und Küchenscheidewände anstelle der geputzten Holzwände verwendet worden, ohne dass an einem grösseren Schaden-feuer praktische Erfahrungen gesammelt waren. Bei dem Dachbrande des Continental-Hotels im Jahre 1887 sind die Rabitzwände in grösserem Umfange einer Feuerprobe unterworfen gewesen, wobei sie sich nicht gerade besonders bewährt haben. Diejenigen Wände, welche an den Holzbalken und Sparren befestigt waren, stürzten in sich zusammen, nachdem der Holzrahm vom Feuer zerstört war. Die übrigen Wände wurden durch das starke Feuer so mürbe, dass der Putz vom Draht abblätterte, und nur der untere Theil der Wände erhalten blieb. Der Strahl der Spritzen mit seinem Druck hat bei der Zerstörung der Wände jedenfalls mitgewirkt.

Sowohl die vom Polizei-Präsidium veranstaltete kleinere Feuerprobe als auch die grösseren 1888 und 1891 auf dem Grundstück der techni-schen Hochschule zu Berlin abgehaltenen Feuerproben verliefen jedoch

viel günstiger, so dass wohl anzunehmen ist, das Material habe, je nachdem es besonders sorgfältig hergestellt wird und vielleicht noch Zusätze erhält, eine grössere Feuersicherheit, als der Brand im Continental-Hotel erwiesen hat. So wird über eine sehr günstige praktische Feuerprobe gelegentlich des Brandes der Kriegskunst-Ausstellung in Köln im September 1890 in der Deutsch. Bauzeitg. 1890 No. 88 berichtet. Hier hat eine Rabitz-Abschlusswand von etwa 200 qm Fläche und 5 cm Stärke, welche nachträglich in den grossen ungetheilten Ausstellungsraum eingespannt war, dem Vorschreiten eines Brandes erfolgreichen Widerstand geleistet. Auch bei dem Brand einer Malzdarre der Brauerei Paulsen zu Aachen im Jahre 1887, deren Querschnitt in Fig. 60 dargestellt ist, ist die Rabitzumschliessung derselben unversehrt geblieben. Ferner hat sich bei dem grossen Brande des Sandthorkai-Speichers in Hamburg die Ummantelung eines senkrechten Dampfauspuffrohres, welche auf grössere Ausdehnung an 3 Seiten aus Rabitzputz hergestellt war, in dem intensiven Brande recht gut bewährt und das in dem Schlot stehende Auspuffrohr betriebsfähig erhalten.

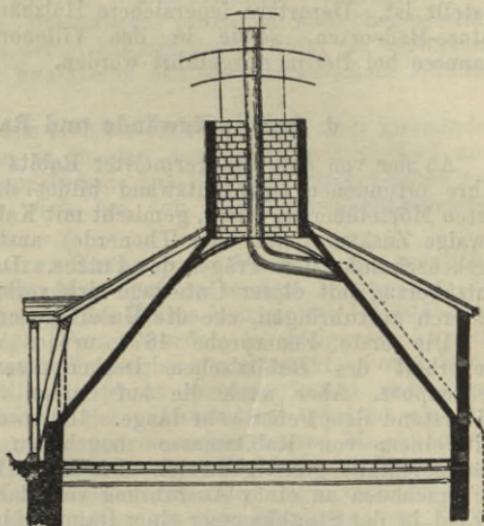
Die Rabitzwände werden in Berlin als Feuerwände neben Feuerungen nur zugelassen, wenn sie zwischen Eisen oder festen Mauern eingespannt sind. Im übrigen wird auch Rabitzputz als Feuerschutz-Ummantelung von Säulen und Sicherung von Holz gegen das Feuer gestattet. Die Rabitzdecke wird jedoch als Ersatz für eine feuerfeste Decke, da wo sonst gewölbte Decken vorgeschrieben sind, nicht angesehen. Immerhin bleibt für Rabitzwände und Decken,

die an sich nicht brennbar sind und daher dem Feuer längere Zeit Widerstand leisten, viel Gelegenheit zur Anwendung.

Diese Wände werden hauptsächlich für innere Scheidewände an Wohn- und Fabrikgebäuden, als Wandungen von Lüftungs- und Heizungskanälen, Dunstschloten, Darrschloten und Darrgewölben in Malzdarren, als Umschliessungen von Verbindungstreppen, als Umschliessungen von Klosetanlagen, die unmittelbar von Treppenpodesten zugänglich sind, anstelle von massiven Brandmauern, da wo letztere, Mangels einer genügenden Unterstützung nicht ausführbar sind, in provisorischen Bauten, wie Ausstellungsbauten usw. benutzt. Infolge der grossen Schmiegsamkeit des Materials eignet es sich auch für dekorativ durchzubildende Bautheile und verdankt dieser Eigenschaft sowie dem Umstande, dass es einen absolut verlässlichen Untergrund für Stuckarbeiten bildet, die in jüngster Zeit vielfache Verwendung in den Zuschauerräumen von Theatern zu Logenbrüstungen, Scheidewänden zwischen Logen usw. Die Rabitzwand hat auch als Aussen-

Fig. 60.

Schnitt durch eine Malzdarre.



wand bei dem bereits früher erwähnten Bau des Theaters der Ausstellung für Unfallverhütung in Berlin Verwendung gefunden.¹⁾

Dass die Rabitzwand, wenn dieselbe zwischen zwei festen Wänden eingespannt ist, eine ausserordentliche Tragkraft besitzt, und nicht nur die Eigenlast, sondern noch erhebliche angehängte Belastungen tragen kann, ist durch Versuche erwiesen und erklärt sich auch daraus, dass die lothrecht fest eingespannte Wand als ein Träger von sehr grosser Höhe anzusehen ist. Diese Eigenschaft, fremde Lasten zu tragen, ist jedoch bisher nur bei der Konstruktion von flachen Rabitzdecken bei weiten Spannungen insofern ausgenutzt, als die flache Decke an aus Rabitzputz konstruirte Querträger angehängt, bezw. denselben aufgelegt worden ist, worüber unter VI. noch Genaueres mitgetheilt wird. —

Monierwände und Zementputz-Drahtwände. Zementputz-Drahtwände werden von der Aktiengesellschaft für Monierbauten sowie von dem Zementbaugeschäft Donath & Comp. zu Berlin ausgeführt.

Die Zementputzwand mit Drahtnetzeinlage hat vor der Rabitzwand den Vorzug grösserer Feuersicherheit voraus, da Zementmörtel dem Feuer erheblich länger widersteht als Kalk- und Gipsmörtel; sie ist auch gegen seitliche Beanspruchung fester, da Zementmörtel grössere Zug- und Druckfestigkeit besitzt, und auch gegen Witterungseinflüsse beständiger ist. Ihre Herstellung ist jedoch schwieriger und kostspieliger, da abgesehen von dem höheren Preise des Zements der Zementmörtel zum Abbinden längere Zeit gebraucht. Deshalb ist es bei lothrechten Wänden, welche ohne Lehren hergestellt werden, zweckmässig, dem ersten Mörtelauftrag gleichfalls Kuhhaare und etwas Gips oder Kalkmörtel behufs schnelleren Abbindens beizumischen.

Die Verwendung der Zementputz-Wand ist ähnlich wie die der Rabitzputzwand, vornehmlich zur Herstellung von Entlüftungsschloten, Ummantelung von Eisenkonstruktionen usw. geeignet. So wurden beim Umbau des Universitätsgebäudes zu Berlin die Wandungen sämtlicher Zuluft- und Abluftkanäle, welche nachträglich in das alte Gebäude eingebaut wurden, ebenso die gleichen Anlagen im Neubau des städtischen Krankenhauses am Urban zu Berlin in dieser Technik hergestellt.

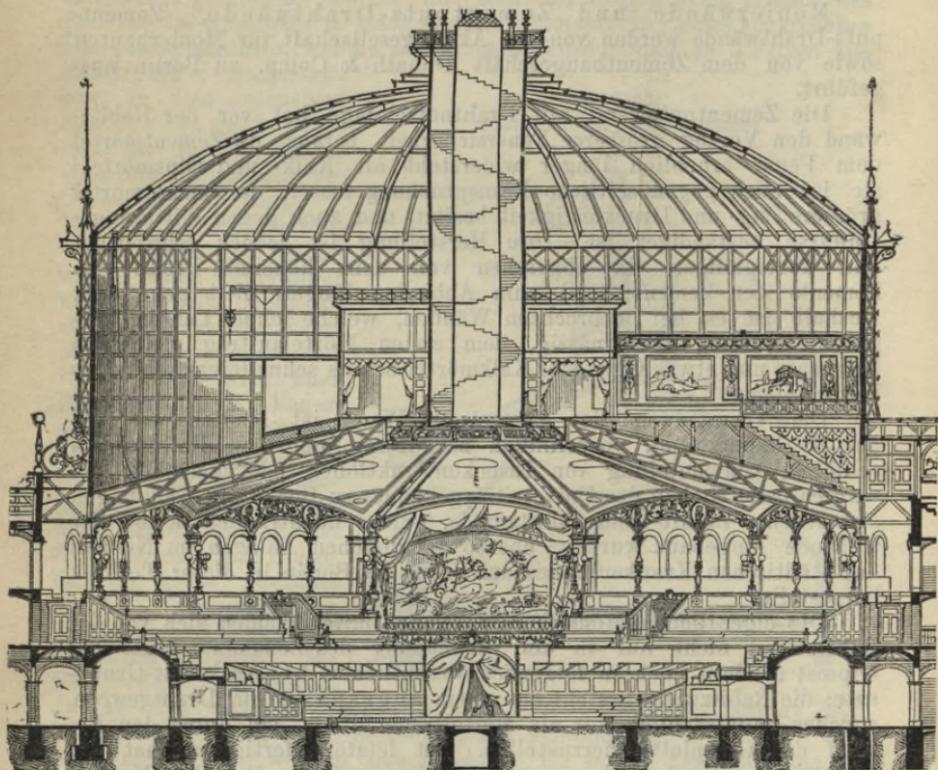
Die eigentlichen Monierkonstruktionen unterscheiden sich von der Rabitzwand nicht nur in der Verwendung des Zements anstatt des Gipses; sondern noch in folgendem wesentlichem Konstruktions-Grundsatz; die Rabitzwand besteht aus einem angespanntem Drahtgewebe, welches hauptsächlich nur als Mörtelträger dient, um durch den Bewurf die Gipsplatte herzustellen. Ist letztere fertig, so hat das Drahtnetz seine Aufgabe im wesentlichen erfüllt. Bei der Monierwand dagegen hat das Eisengerippe, welches aus stärkeren Eisendrähten besteht, die Aufgabe, die Zugspannungen, welche bei biegender wirkenden Kräften auftreten, aufzunehmen, während der Zement die Druckkräfte aufnimmt. Demgemäss wird das Eisengerippe bei solchen Konstruktionen nicht in die Mitte der Wand, sondern nahe der einen Seitenfläche derselben eingebettet.

Eine besonders eigenthümliche Verwendung von Monierwänden ist die zu Wandungen von Getreidespeichern (Silos), bei welcher fertige Monierplatten zu Wandungen der Zellen von 6eckigem Quer-

¹⁾ Näheres hierüber ist im Centralbl. der Bauverwaltung. Jahrgang 1889 No. 28. berichtet.

schnitt zusammengesetzt werden. Die Monierwände sind in jüngster Zeit auch vielfach anstelle der Ausmauerung von Eisenfachwerk- wänden angewendet worden. Sie eignen sich hierzu in besonderem Maasse, da sie nach dem, was eben angeführt ist, dem Winddruck guten Widerstand leisten, und somit eine enge Theilung und Aus- steifung des Fachwerks nicht erforderlich ist. Als ausgeführte Beispiele dieser Art sind zu nennen: verschiedene Gebäude der kgl. Pulverfabriken zu Spandau, Hanau und Ingolstadt, die Um- mantelung eines Hochwasser-Reservoirs zu Emmerich, ein frei stehender kleiner Musikpavillon in Hoppegarten, ein Ausstellungs-

Fig. 61. Zirkus und Diorama im Glaspalast zu Leipzig. Schnitt.



gebäude für die Hamburgische Gewerbe- und Industrie-Ausstellung, die Glasfabrik in Stralau.

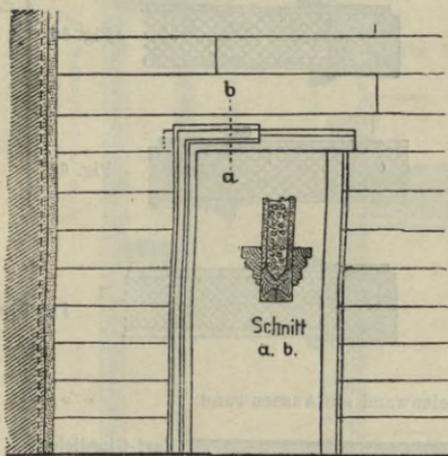
Eine äusserst umfangreiche und interessante Verwendung hat die Monierwand bei dem Bau des Zirkus und Dioramas im Glaspalast zu Leipzig gefunden. Die Eisenfachwerk- wände des Gebäudes, welche zwischen lothrecht stehenden Gitterträgern eingespannt sind, wurden mit Monierplatten ausgefacht, welche vorher in der Fabrik in einzelnen Tafeln fertig gestellt und erst auf der Baustelle mit einander ver- bunden wurden. So konnten auf der Baustelle trotz der vorgerückten Jahreszeit in 14 Tagen 1300 qm Wände vollendet werden. Fig. 61 stellt den Querschnitt des Gebäudes dar.

e. Gipsdielen, Schilfbretter, Spreutafeln.

Das unter dem Namen Hart-Gipsdielen, Mack'sche Gipsdielen und Schilfbretter, System Giraudi, von verschiedenen Fabrikanten in den Handel gebrachte Material besteht im wesentlichen aus besonders zubereiteten Gipstafeln mit Einlagen von Rohr. Die behufs Erhärtung und grösserer Zähigkeit der Gipsmasse angewendeten Mittel weichen bei den verschiedenen Fabrikanten von einander ab. So verwendet z. B. Giraudi als Bindemittel im Gips noch Kuhhaare. Die Einlagen versteifen die Masse und isoliren infolge der innerhalb der Rohrstengel befindlichen Luftkanäle, dienen somit als schlechte Schall- und Wärmeleiter. Verschiedene Feuerproben haben erwiesen, dass die Masse selbst nicht brennt, die Wärme sehr schlecht leitet und daher zur Isolirung von Holz- und Eisenkonstruktionen unter gewissen Bedingungen sehr wohl zu verwenden ist. Allerdings büsst die Masse, wie bei dem Hauptbestandtheil derselben, Gips nicht anders zu erwarten ist, unter der Einwirkung des Feuers allmählich an Festigkeit ein und wird morsch und bröckelig, besonders wenn das Feuer von beiden Seiten einwirkt.

Fig. 62.

Gipsdielwand als innere Scheidewand-Ansicht.



Die Platten werden in festen Längen von 1,80 bis 2,50 m, festen Breiten von 25 bzw. 20 cm und in Stärken von 2,5 bis 8 cm geliefert. Zur Herstellung von inneren Scheidewänden verwendet man am zweckmässigsten die stärkeren 5–7 cm Dielen, welche liegend auf Hochkante im Verband in Kalk- oder Gipsmörtel vermauert werden. In besseren Räumen wird die so hergestellte Wand beiderseitig verputzt, in Fabriken und untergeordneten Räumen kann der Putz entbehrt werden. Der Anschluss an die

Thürpfosten ist aus Fig. 62 bis 64 ersichtlich. Bei grosser Spannweite und beträchtlicher Höhe der Wände werden in Entfernungen von 2,5–5 m zweckmässig I- oder Γ-Eisen als lothrechte Stiele behufs Versteifung angeordnet, Fig. 65–67 a.

Bei der Verwendung von Gipsdielen zu Umfassungswänden für Baracken, Fabriken, Bahnwärterbuden und provisorischen Bauten sind die Wände aus 2 Lagen Gipsdielen herzustellen, die mit dem inneren Holz oder Eisenfachwerk durch Nagelung verbunden werden. Fig. 68 und 69 stellen eine derartige von der Moniergesellschaft verwendete Konstruktion dar. Eine ausgedehnte Verwendung haben diese doppelten Gipsdielenwände in jüngster Zeit als Aussenwände beim Bau der Baracken des Koch'schen Instituts für Infektionskrankheiten in Berlin gefunden. Vergl. Centralbl. d. Bauverwltg. 1891, No. 21.

Soll grössere Dauer und Wetterbeständigkeit erreicht werden, so empfiehlt es sich die äussere, der Witterung ausgesetzte Wand von

Baracken aus Monier-Drahtputz und nur die innere Isolirwand aus Gipsdielen herzustellen. Fig. 70—72 zeigen die bezüglichen Konstruktionen im Grundriss und Schnitt.

Für die Isolirung von Fachwänden, feuchten Mauern [usw. an der Innenseite der Aussenwände genügt die geringere Stärke der Dielen von 3 cm. Immerhin ist da, wo dauernde Einwirkung von Nässe auf die Gipsdielen zu erwarten ist, deren Verwendung nicht gerade empfehlenswerth, da der Gips schliesslich fault, auch die Bildung von Schwamm nicht ausgeschlossen ist.

Zur Ummantelung von einzeln stehenden eisernen Säulen sind Gipsdielen bisher nicht verwendet, da dieselben nicht die genügende Härte besitzen, um, frei im Raum stehend, unbeschädigt zu bleiben und auch dem runden Querschnitt sich nicht genügend anpassen lassen.

Ein den Gipsdielen ähnliches Material sind die vom Regierungs-Baumeister Dr. Katz erfundenen Spreutafeln. Dieselben bilden ein Gemenge von Gips und Kalk mit Spreu, klein gehacktem Stroh, Thierhaaren, welches mit Leim-

Fig. 63. Grundriss.

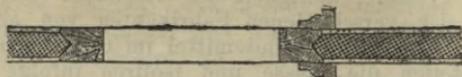


Fig. 64.



Fig. 65.

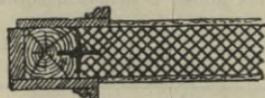


Fig. 66.

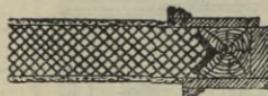


Fig. 67.

Details.

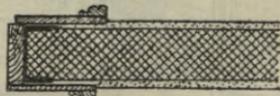


Fig. 67a

Fig. 68. Gipsdielenwand als Aussenwand

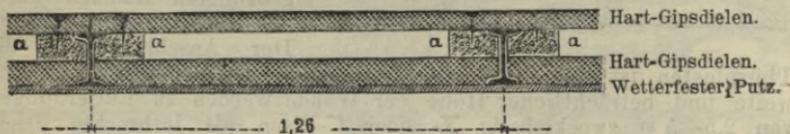
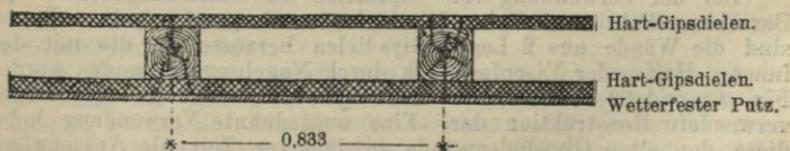


Fig. 69.



wasser angerührt ist. Die Tafeln werden von 10—14 cm Dicke, veränderlicher Länge, aber gleicher Breite hergestellt, enthalten durchgehend Löcher und wiegen bei 10 cm Dicke etwa 65 kg für 1 qm. Ihre Verwendung ist ähnlich wie die der Gipsdielen.

Eine weitere besondere Art von Gipsdielen sind die sogen. Schweizer'schen Gipsdielen. Auch hier tritt

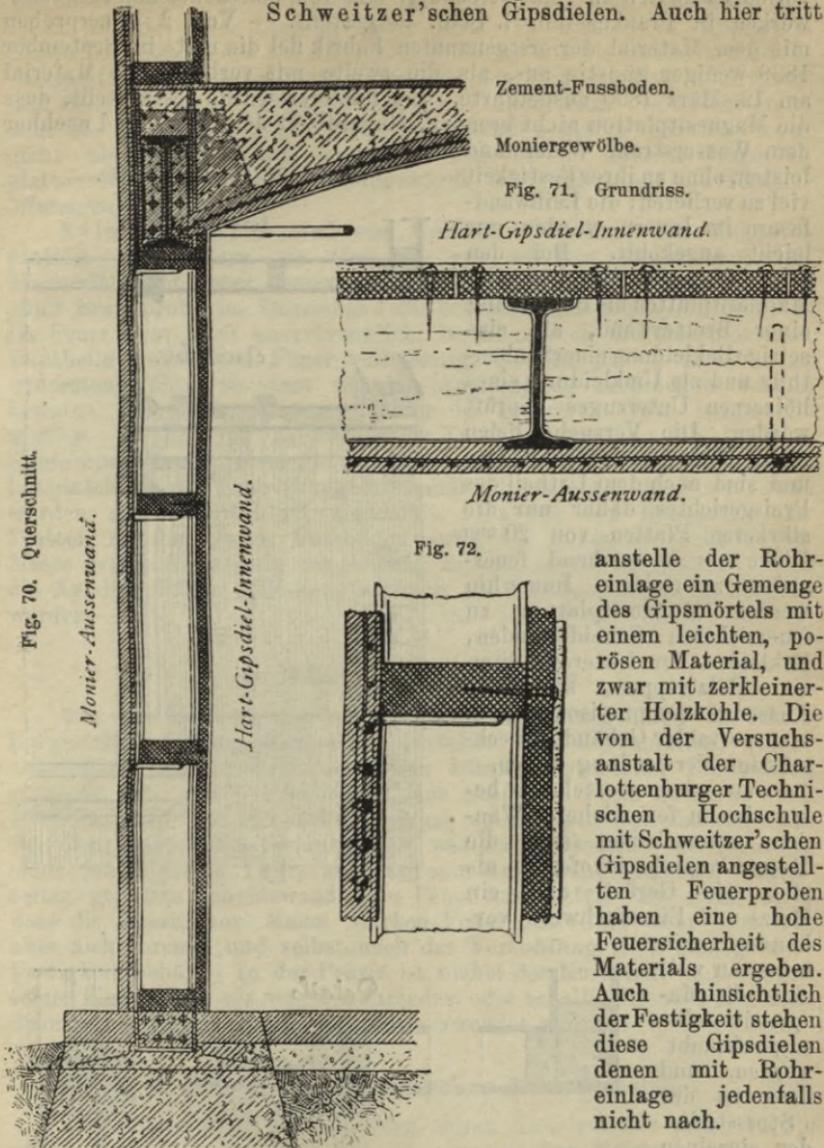


Fig. 70. Querschnitt.

Fig. 71. Grundriss.

Fig. 72.

anstelle der Rohreinlage ein Gemenge des Gipsmörtels mit einem leichten, porösen Material, und zwar mit zerkleinerter Holzkohle. Die von der Versuchsanstalt der Charlottenburger Technischen Hochschule mit Schweizer'schen Gipsdielen angestellten Feuerproben haben eine hohe Feuersicherheit des Materials ergeben. Auch hinsichtlich der Festigkeit stehen diese Gipsdielen denen mit Rohreinlage jedenfalls nicht nach.

f. Magnesit- und Xyolith-Platten.

Die Magnesitplatten bestehen aus verschiedenen Substanzen, deren Zusammensetzung Fabrikgeheimniss ist; doch ist anzunehmen, dass Sägespäne den Hauptbestandtheil der Masse bilden. Die Eigenart besteht in einem Zusatz von Magnesit, von welchem sich der Name herleitet und welcher die Feuersicherheit bedingt. Inmitten der Platten befindet sich eine Sackleinwand, welche beiderseitig von der nicht brennbaren Masse eingeschlossen ist. Die Platten werden in

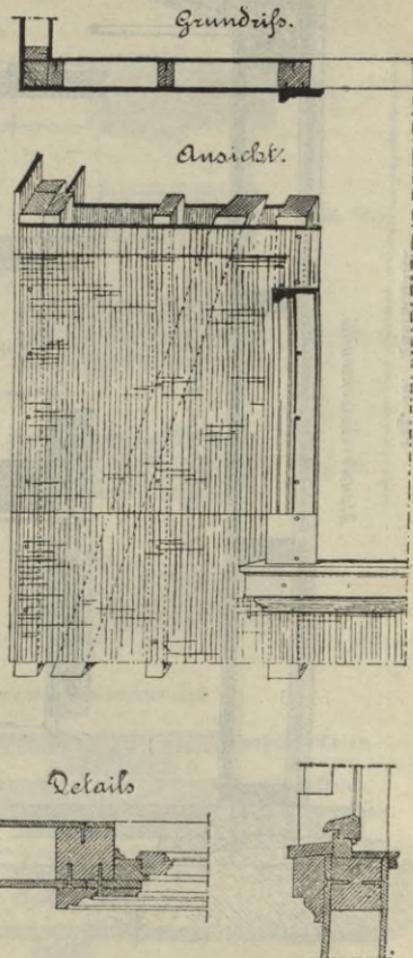
Stärken von 1—3 cm von der Aktiengesellschaft für Asphaltirung, vormals Jeserich in Charlottenburg, und von den deutschen Magnesitwerken in Frankenstein i. Schl. hergestellt. — Von 2 Feuerproben mit dem Material der erstgenannten Fabrik fiel die erste im September 1889 weniger günstig aus, als die zweite mit verbessertem Material am 12. März 1890 ausgeführte. Bei letzterer wurde festgestellt, dass die Magnesitplatten nicht brennen, längere Zeit dem Feuer und nachher dem Wasserstrahl Widerstand leisten, ohne an ihrer Festigkeit viel zu verlieren; die Leinwandfasern im Innern wurden nur leicht angekohlt. Bei den Stude'schen Brandproben sind Magnesitplatten als Bekleidung einer Bretterwand, als einseitige Bekleidung einer Stubenthür und als Umkleidung eines hölzernen Unterzuges geprüft worden. Die Versuche fielen nicht besonders günstig aus, und sind nach dem Urtheil des Preisgerichtes daher nur die stärkeren Platten von 20 mm Dicke als ausreichend feuersicher anzusehen. Immerhin werden Magnesitplatten zu feuersicheren Scheidewänden, Bekleiden der Unteransichten von Holztreppe, sowie zu Aussenwänden provisorischer u. transportabler Gebäude zweckmässige Verwendung finden.

Von den vorstehend besprochenen feuersicheren Wänden unterscheidet sich die Magnesitwand insofern, als stets ein Gerüst, also ein Holz- und Eisenfachwerk vorhanden sein muss, an welches die Magnesitplatten angeschraubt werden, und dass an der Stossstelle der einzelnen Tafeln Fugen

entstehen, welche verkittet werden müssen. Ob sich die Platten mit der Zeit unter den Einflüssen von Wärme und Nässe werfen oder verziehen, ist daher nur von der Güte der Befestigung abhängig.

In Berlin sind vielfach Scheidewände in Wohnräumen und Fabrikräumen als Magnesitwände hergestellt, wenn es sich darum handelte, derartige Wände nachträglich in bereits benutzten Räumen aufzustellen. Die schnelle Errichtung von Magnesitbauten, die leichte Bearbeitung des Materials, dass sich wie Holz

Fig. 73—77. Magnesitwände.



schneiden und nageln lässt, die schlechte Leitung der Wärme durch Magnesitplatten eignen dieselben für die Herstellung provisorischer, leicht transportabler Bauten, sowie auch von Bauten in tropischen Gegenden. Besonders werden von Technikern der Eisenbahnverwaltung transportable Bahnwärterbuden vielfach aus Magnesitplatten errichtet und deren Vorzüge gerühmt. Immerhin kann man die Erfahrungen über die Bewährung gegen Witterungs- und sonstige Einflüsse noch nicht als abgeschlossen ansehen. Fig. 73—77 stellen Magnesitplattenverkleidung für Umfassungswände in Verbindung mit Fensteröffnungen dar. —

Xylolithplatten sind ein ähnliches Fabrikat wie Magnesitplatten. Die Masse, ein Gemenge von weichen Sägespähen mit Magnesit, wird unter ausserordentlich hohem Druck hergestellt. Bei einer Brandprobe im Dezember 1890 erwiesen sich die Xylolithplatten im Feuer zwar auch unverbrennlich, isolirten auch die umschlossenen Bantheile gegen das Feuer vollständig, blieben jedoch nicht mehr widerstandsfähig, so dass sie ohne Anstrengung zerbrochen werden konnten. Xylolith ist aber später in grösserer Güte hergestellt worden. So hat ein 17 mm starker Xylolithfussboden sich bei den Stude'schen Brandproben gut bewährt. Die Platten waren 20 Minuten hauptsächlich der Einwirkung brennenden Petroleums ausgesetzt und wurden nur oberflächlich angekohlt. Da bei der Benutzung der Platten zu feuerfesten Fussböden auch der grosse Widerstand der Masse gegen Abnutzung zur Geltung kommt, so ist anzunehmen, dass die Xylolithplatten sich hauptsächlich als Fussbodenbelag einbürgern werden.

g. Wände aus Korksteinen.

Die von Grünzweig & Hartmann in Ludwigshafen am Rhein hergestellten sogen. Korksteine bestehen aus Korkabfällen, welche mit einem aus Luftkalk und Thon zusammengesetzten Bindemittel gemischt und durch Pressen in eine geeignete Form gebracht sind. Der Korkstein hat ein sehr geringes spezifisches Gewicht von 0,28. Bei den Stude'schen Brandproben wurden Korksteine als Isolirung einer feuersicheren Thür, als Sparrenunterschaltung und als beiderseitig geputzte Scheidewand dem Feuer ausgesetzt. Es ergab sich, dass die Masse, von einem starken Feuer getroffen, zwar verkohlt, aber nicht brennt und selbst nach der Verkohlung noch eine gewisse Festigkeit behält. In der Praxis ist bisher der Korkstein mehr wegen seiner Eigenschaft als wärmeisolirendes oder schallisolirendes Material, denn wegen seiner Feuersicherheit verwendet worden.

h. Wände aus Böklen'schen Zementdielen.

Die Böklen'schen Zementdielen, deren Konstruktion unter VI, b, d näher behandelt ist, sind bei den Stude'schen Brennversuchen als Sparrenverkleidung und in zwei Lagen mit einer Luftisolirschiicht dazwischen als eine durch mehrere Geschosse reichende Brandmauer erprobt worden. Die Brandmauer hat zwar mehrere Risse bekommen; doch wurde letzteren seitens des Preisgerichtes keine grosse Bedeutung beigemessen, um so mehr, als die Wand von beiden Seiten, zeitweilig sogar gleichzeitig Feuer erhalten hat, was sonst kaum vorzukommen pflegt. Nach dem Urtheil des Preisgerichtes kann daher die Böklen'sche Konstruktion als feuersicher anerkannt werden. Immerhin möchte es doch zweifelhaft sein, ob die Böklen'schen Tafeln zu

Wänden anstelle des Massivbaues vielfache Verwendung finden werden, etwa abgesehen von provisorischen Bauten, Fabrikschuppen und transportablen Häusern. Vielleicht werden die Zementdielen in Häusern, welche stark von Nässe leiden, wie Badeanstalten und Wäschereien, ein willkommenes Material sein.

i. Feuerfeste und feuersichere Stützen und Pfeiler.

α. Steinpfeiler und gemauerte Pfeiler.

Am dauerhaftesten im Feuer sind, nach den von Prof. Bauschinger 1885 (vergl. Deutch. Btzg. 1885, No. 57 und 1886, No. 42) angestellten Versuchen Pfeiler, welche aus Klinkern in Zement gemauert, oder aus magerem Zementbeton (Grobmörtel) hergestellt sind. Dieselben sind bei der genannten Probe trotz $1\frac{3}{4}$ stündiger Einwirkung des Feuers und trotz bis zu 600° C. getriebener Erhitzung sowie gleichzeitiger Anspritzung ganz unversehrt geblieben. Von Hausteinen bewährte sich der Tuffstein am besten.¹⁾

Versuche mit Säulen aus Granit, aus Kalk und Sandstein lieferten höchst ungünstige Ergebnisse. Bei den verschiedenen Arten des Sandsteins wird die Feuerbeständigkeit hauptsächlich von dem Bindemittel derselben abhängen und um so grösser sein, je mehr dieses Bindemittel quarzhaltig und je weniger kalkhaltig es ist. Die Widerstandsfähigkeit der genannten Hausteinsäulen gegen den Angriff des Feuers wird zugleich geringer sein, als die von gemauerten Pfeilern, da erstere, entsprechend der üblichen grösseren Beanspruchung des Materials, mit einem geringeren Querschnitt verwendet zu werden pflegen, und die Erhitzung daher um so eher das Innere der Säule erreichen kann.

β. Hölzerne Stützen.

Hölzerne Stützen und Unterzüge entflammen zwar, wenn sie unummantelt dem Feuer ausgesetzt werden und tragen auch zur Unterhaltung des Feuers bei. Bei genügender Stärke des Holzes dauert es jedoch längere Zeit, bis die Zerstörung den inneren Kern erreicht. Auch wird von Feuerwehroffizieren es als ein Vortheil angesehen, dass bei einem im Fortgang begriffenen Brande die noch vorhandene Tragfähigkeit eines brennenden Holzkonstruktionstheils mit viel grösserer Sicherheit beurtheilt werden kann, als dies bei Eisen der Fall ist, sowie auch durch Anspritzen keinerlei ungünstige Einwirkung zu befürchten steht. Besonders feuersicher sind sehr starke hölzerne Stützen aus Eichenholz, welche schwer entflammbar sind und, selbst wenn die Aussenseite brennt, noch einen tragfähigen inneren Kern behalten. Immerhin wird die Beschaffung derartiger Hölzer, die auch zur Uebertragung grösserer Auflasten genügen, stets schwieriger, und drängt daher unsere ganze Industrie und Technik auf die weitere Verbreitung der Verwendung des Eisens als Baumaterial.

γ. Eiserne Stützen und Unterzüge.

Als Beispiel von Gebäuden, welche aus Stein und Eisen konstruirt sind, und trotzdem durch Feuer zerstört wurden, sind zu nennen: der Kristallpalast zu Sydenham, der Ausstellungspalast zu

¹⁾ Von der dem Tuffstein verwandten Niedermendiger Basaltlava ist wohl ein Gleiches zu erwarten.

New-York, grössere Werkstätten in der Artillerie-Werkstatt zu Spandau, das Lagerhaus in der Kaiserstrasse zu Berlin und die neuesten Brände der Kaspischer-Bauten im Freihafengebiet zu Hamburg sowie in Bremen. Der Brand des grossen Lagerhauses in der Kaiserstrasse zu Berlin, welches 1887 im Oktober vom Feuer zerstört wurde, gab diesseits des atlantischen Ozeans den Anstoss, dass fortan in Berlin auch für Lagerhäuser und Fabriken auf die gluthsichere Ummantelung aller Eisenkonstruktionen, um letztere dem unmittelbaren Einfluss des Feuers zu entziehen, Bedacht genommen wurde. Der Speicherblock im Freihafengebiet zu Hamburg, welcher am 21. April 1891 durch Brand im Innern fast vollständig zerstört wurde, war nicht mit feuersicheren Decken versehen. Die tragenden Konstruktionen der Decken waren als eiserne Gitterpfeiler, bzw. als Gitterträger oder aus I Eisen konstruirt. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die vollständige Zerstörung des Innern des Gebäudes dem mangelnden Schutz des Eisens gegen die Feuersgluth, sowie der Verwendung nicht feuersicherer Holzdecken zuzuschreiben ist. Widerstreitend sind nur die Meinungen darüber, ob gerade bei Speicherbauten die Ummantelung der Eisenkonstruktionen mit Feuerschutzmitteln nicht andere gleichfalls gewichtige Nachtheile mit sich bringt. Von den Gegnern der Ummantelung werden als solche bezeichnet: die Beschleunigung des Rostens des Eisens, die Schwierigkeit, die Eisenkonstruktionen von Zeit zu Zeit hinsichtlich ihrer Erhaltung (ähnlich wie bei Brückenproben) zu untersuchen. Auf derartige periodische Untersuchung der Eisentheile von Speichern wird namentlich in Hamburg deshalb Werth gelegt, weil die Ueberlastung von Speichern infolge Lagerung anderweitiger schwererer Waaren, als bei der Erbauung des Speichers vorgesehen war, leicht zur Ueberanspruchung einzelner Eisentheile und namentlich der Nietverbindungen führen kann. Schliesslich werden auch gegen die Herstellung feuerfester Decken und ummantelter Eisenstützen in Speichern die hohen Kosten in's Feld geführt, welche bei der grossen Ausdehnung solcher Gebäude mit dem Zwecke nicht in Einklang ständen und den Handelsverkehr unnöthigerweise belasteten. Seitens der Vertheidiger der unummantelten Säulen wird zugleich darauf hingewiesen, dass selbst in Nordamerika, woselbst in den Grosstädten z. B. in New-York für Theater, Hospitäler, Schulen und Gefängnisse eine feuersichere Bauart, d. h. die Ummantelung aller tragenden Eisenkonstruktionen vorgeschrieben ist, dem Bauherrn eines Speichers freie Hand gelassen ist, eine feuersichere Bauweise zu wählen. (Vergleiche die Abhandlung von B. Ohrt, Deutsch. Bauztg. 1894 No. 6).

So wird namentlich in Hamburg z. Z. die Frage der Ummantelung der eisernen Speicherstützen noch als eine offene betrachtet. Bei der Wichtigkeit derselben sind daselbst neuerdings von Staatswegen umfangreiche und kostspielige Brandversuche vorgenommen worden, auf welche später noch zurückzukommen sein wird.

In der Zeit zu Anfang der 80er Jahre waren in Berlin die gusseisernen Säulen infolge übler Erfahrungen, welche bei Bränden gemacht waren, in Misskredit gekommen, und es wurde damals angenommen, dass die schmiedeeisernen Stützen feuersicherer wären. Dies ist jedoch durch Versuche, welche Professor Bauschinger 1885 ausführte, nicht bestätigt worden. Letzterer kam vielmehr zu dem Ergebniss, dass schmiedeeiserne Stützen selbst unter günstigen Einspann- und Befestigungsweisen ihrer Enden theilweise schon bei nicht ganz erreichten 600° C. Temperatur, jedenfalls aber bei geringster Glühhitze unter ihrer Last nach dem Feuer zu durchbiegen, welche Bewegung

durch das Anspritzen von der Gegenseite eher unterstützt und beschleunigt wird, selbst dann, wenn nur die Enden der Säulen vom Wasserstrahl betroffen werden. Dagegen ergab sich das Verhalten der gusseisernen Säulen bei den Proben erheblich günstiger.

Das Zutreffende dieser Versuche wurde von verschiedenen Seiten angefochten. Deshalb erliess im Jahre 1886 der Verein für Beförderung des Gewerbfleisses eine Preisausschreibung für „die beste Arbeit über die Widerstandsfähigkeit auf Druck beanspruchter eiserner Baukonstruktionstheile bei erhöhter Temperatur“. Dieser Preis ist den gemeinschaftlichen Versuchen und Arbeiten des Regierungs-Baumeisters Möller und Ingenieurs Lühmann zuerkannt worden. Nach diesen Versuchen lieferten die mit 6^{cm} starker Verkleidung von Zementmörtel versehenen Stützen sehr gute Ergebnisse. Ferner fällt bei gusseisernen Stützen die Thatsache auf, dass infolge des Anspritzens niemals die erwarteten Risse und Sprünge vorgekommen sind. Wenn bei Bauschinger's Versuchen dies der Fall war, so wird dies dem Umstande zugeschrieben, dass die verwendeten Probestücke Kaltgussstellen enthielten, welche besonders bei liegend gegossenen Säulen entstehen. Wenn diese Annahme zutrifft, würde es somit zweckmässig sein, Säulen mit Kaltgussstellen nicht zu verwenden, und vorzuschreiben, dass nur stehend gegossene Säulen zu liefern sind. Im übrigen hat bei jenen Versuchen das Gusseisen höhere Beanspruchungen ausgehalten, als das Schmiedeeisen. Weiter zeigten die Versuche, dass es zweckmässig ist, die Querschnittsform so zu wählen, dass die Kantenpressungen möglichst gering sind. Im allgemeinen wird nur auf Grund der örtlichen Verhältnisse die Entscheidung zu treffen sein, ob Gusseisen oder Schmiedeeisen vorzuziehen ist.

Wie schon vorhin erwähnt, hat die Hamburgische Staatsverwaltung auf Anregung des Oberingenieurs F. Andreas Meyer in jüngster Zeit umfassende Versuche über die Feuersicherheit namentlich von schmiedeeisernen Speicherstützen, wie solche bei den Freihafenbauten daselbst vielfach Verwendung gefunden haben, anstellen lassen, welche vorzugsweise auch die Nothwendigkeit und zweckmässigste Art der Ummantelung der Stützen klar stellen sollten. Die Versuche erstreckten sich auf Ummantelungen mit Beton, Gipsdielen, Xyolith, Korkstein, auf Holzkasten mit Blechbeschlag und auf Asbestzement-Umhüllungen. Auch umkleidete und nicht umkleidete Holzstützen sind in den Bereich der Feuerversuche gezogen worden. Wenn auch nicht anzunehmen ist, dass die Ergebnisse der Versuche zu vollständig neuen Gesichtspunkten für die Beurtheilung der betreffenden Fragen führen werden, so wird doch für die Bevorzugung des einen oder anderen Feuerschutzmaterials eine Unterlage erreicht worden sein. Von betheiligten Kreisen wird daher der Veröffentlichung der Versuche mit Interesse entgegengesehen.

In Amerika ist die gluthsichere Umhüllung der Eisenkonstruktionen und somit auch der Eisenstützen bereits seit mehreren Jahrzehnten in Gebrauch. Die Nothwendigkeit der Ummantelungen hat sich dort früher als in Europa herausgestellt, da der Ersatz der balkentragenden Mauern durch Eisenstützen nicht nur in den hohen Riesenhäusern, sondern auch sonst in Geschäftshäusern und öffentlichen Gebäuden bereits viel früher vielfach die Regel war. Es werden hierzu hauptsächlich gebrannte, theilweise hohle Thonplatten verwendet. Den gusseisernen Säulen wird hierbei vielfach eine Querschnittsform mit angegossenen Stegen gegeben, wie in den Fig. 79—81 dargestellt ist.

Ueber die in neuerer Zeit in Amerika übliche Konstruktion von Säulen aus Schmiedeisen oder Stahl bringt Architekt Maier in der Deutsch. Bauztg. 1894 No. 39—41 ausführliche Mittheilungen. Es werden, wie bei uns, die offenen Querschnitte   und die geschlossenen Querschnitte  verwendet. Die ersteren sind beliebter, weil sie besser kontrollirbar sind und Raum zur Unterbringung der Gas- und Wasserleitungsrohre bieten. Alle diese Säulen erfordern 4 Nietreihen. Dem Bestreben, die mit der Herstellung dieser 4 Nietreihen verbundene Arbeitszeit zu sparen, verdankt die sogen. „Larimer Column“ ihre Einführung. Dieselbe besteht aus 2 in

Fig. 78.



Fig. 79.



Fig. 80.



Fig. 82 u. 83.

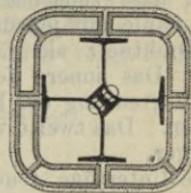
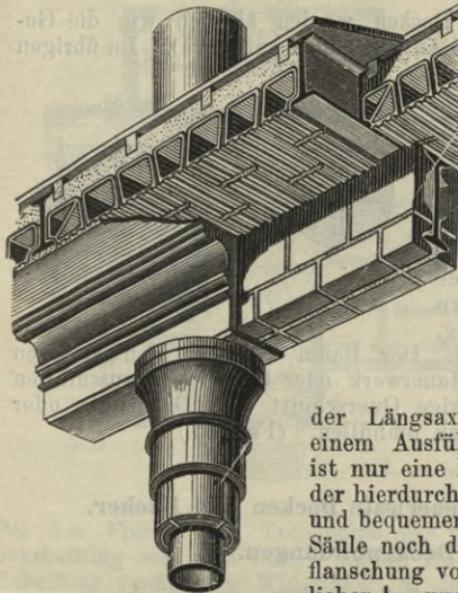
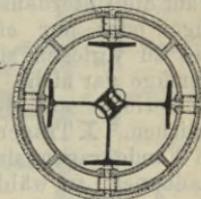


Fig. 81.



Stahlklammer

Putz



Ummantelung der Larimer Säule mit gebrannten Hohlsteinen.

der Längsaxe gebogenen I-Trägern und einem Ausfülleisen. Zu ihrer Verbindung ist nur eine Nietreihe erforderlich. Ausser der hierdurch bedingten billigen Herstellung und bequemen Kontrollirbarkeit bietet diese Säule noch den Vortheil der einfachen Anflanschung von Unterzügen mittels gewöhnlicher L- und C-Eisen. Die Ummantelung der Larimer-Säule geschieht nach Fig. 82

und 83 mit gebrannten Hohlziegelsteinen. Die einzelnen Hohlsteine werden durch Stahlklammern zusammengehalten. Die Stossfugen sind der Höhe nach versetzt, und die über einer Fuge liegende Klammer kommt in den Hohlraum der nächst folgenden Schicht zu liegen und giebt dieser an der Auflagerfläche einen festen Halt. Die äussere Fläche ist gerillt für die Aufnahme des Putzüberzuges.

Uebrigens ist die Technik der Herstellung gebrannter, besonders geformter, zu Verkleidungen benutzter Hohlsteine in Amerika so entwickelt, dass nicht nur Hohlsteine zur Ummantelung von Säulen, Ausfüllung von Deckenfeldern, sondern auch zur Verkleidung von Mauerflächen, Herstellung dünner Scheidewände und Schornsteinkasten benutzt werden. Näheres hierüber bringt der genannte Aufsatz von Maier.

In Deutschland haben sich besonders hergestellte Formsteine für die Umkleidung von Säulen noch nicht eingebürgert. Vielmehr sind hierzu bisher hauptsächlich gewöhnlich geformte und erforderlichenfalls mit dem Hammer bearbeitete Ziegel verwendet worden. Fig. 84 stellt eine derartige Ummauerung der Stützen in den Gratweil'schen Bierhallen zu Berlin (Architekt Schwechten) dar. Es eignen sich zur Umkleidung besonders Chamottesteine, weil dieselben grössere Hitze aushalten, aber auch poröse Steine und Lochsteine, weil diese die Wärme schlechter leiten.

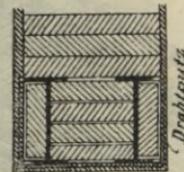
Sehr häufig wird namentlich in Berlin Rabitzdrahtputz und Monier-Drahtputz zur Umkleidung runder gusseiserner Säulen verwendet und ist es dann üblich, zwischen dem Eisen und dem Putz eine Luftschicht von etwa 3 cm Stärke zu belassen. Diese Arbeit wird so ausgeführt, dass zunächst in Entfernungen von 1 m stärkere Drahtringe um die Säule mit jenem Abstand gelegt werden, welche für das überlegte Drahtnetz als Lehre dienen. Es werden 2 Drahtnetze verwendet. Das innere feinmaschige Drahtgeflecht hat den Zweck, die innere Begrenzung des Putzes behufs Freihaltung der Luftisolierschicht zu bilden. Das zweite weitmaschigere Drahtgeflecht ist der eigentliche Putzträger.

Die Unterzüge feuerfester Decken werden ähnlich wie die Gewölbeträger behandelt (vergl. die Ausführungen unter VI). Im übrigen ist zu beachten, dass die Eisenbalken auf die Unterflanschen der Unterzüge oder nur ein wenig höher so zu verlegen sind, dass die Unterzüge gar nicht, oder nur um ein Geringes aus der Decke herausreichen. I Träger, welche massive Wände tragen, sind zweckmässig doppelt zu wählen. Der Zwischenraum ist auszumauern oder, wenn dies nicht zugänglich, mit Zementmörtel auszugiessen. Der Raum zwischen den äusseren Flanschen ist durch Beton, Mauerwerk oder Gipsdielen auszufüllen und der so gebildete rechteckige Querschnitt mit Drahtputz oder einer dicken Lage Zementputz zu umhüllen. (Fig. 85.)

Fig. 84.



Fig. 85.



VI. Feuersichere und feuerfeste Decken und Dächer.

a. Aeltere Deckenbildungen.

α. Hölzerne Balkendecken.

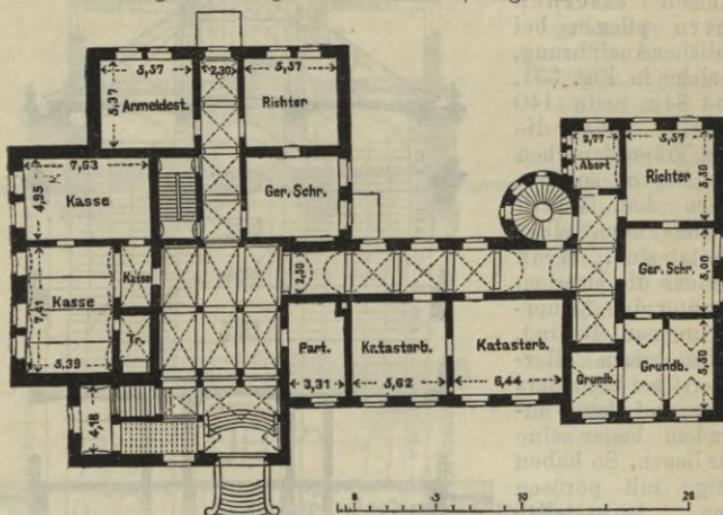
Die hölzernen Balkendecken leisten dem Angriff und der Weiterbreitung des Feuers einerseits durch die Einschubdecke, bezw. die Staakung, andererseits durch den Deckenputz Widerstand und genügen bei zweckmässiger Ausführung dieser Konstruktionstheile in Wohnhäusern immerhin, um bei frühzeitigem Eintreffen der Feuerwehr das Feuer auf das zuerst ergriffene Geschoss zu beschränken. In Berlin wird auf die Herstellung des Rohrputzes unter der Holzdecke als Feuerschutz so viel Werth gelegt, dass Putz in der Regel auch unterhalb von sichtbaren, dekorativ ausgebildeten Holzdecken hergestellt werden muss. Die Höhe der über der Einschubdecke lagernden unverbrennlichen Materialien ist daselbst zugleich auf mindestens 13 cm festgesetzt.

Dass der Döring'sche feuersichere Patentputz in den von der Firma Kräfte zu Wolgast gelieferten Holzhäusern auch als Deckenputz Verwendung findet, ist bereits auf S. 458 angeführt worden. Der Ersatz des gewöhnlichen Deckenputzes durch Rabitz- oder Monierdrahtputz wird weiter unten besprochen werden.

β. Gewölbte Decken.

Die ältere Konstruktion des Gewölbes zwischen gemauerten Widerlagern ohne Verwendung von Eisenträgern findet wegen der grösseren Feuerfestigkeit und der günstigeren architektonischen Erscheinung zur Zeit besonders in den staatlichen Bauten der preussischen Bauverwaltung wieder umfangreichere Verwendung. So ist deren Herstellung so weit irgend möglich bei Gebäuden der Klasse B der Verordnung vom 1. November 1884 für die Keller, Flure, Eingangsflure, Treppenhäuser, Depositenräume usw. empfohlen (vergl. S. 451 ff.).

Fig. 86. Amtsgericht zu Kattowitz, Erdgeschoss.



Bei den Fluren und Treppenhäusern wird, wenn bei der Entwurfbearbeitung von vorn herein hierauf Rücksicht genommen wird, die Schaffung genügender Widerlager für die Kreuz-, Tonnengewölbe usw. nicht schwer sein. Bei tieferen Räumen bleibt, selbst wenn die Auflast der oberen Geschosse auf den Wänden zur Verstärkung der Widerlager beiträgt, nur die Wahl zwischen der Theilung des Raumes durch Mittelstützen oder der Herstellung kräftiger Mauervorlagen an den Front- und Mittelwänden. Als eine Grundrissausbildung, welche die genannten verschiedenen Ausbildungen der Gewölbedecken aufweist, wird in Fig. 86 die des Amtsgerichts-Neubaus zu Kattowitz mitgetheilt. (Vergl. Centralbl. der Bauverwaltung 1890).

Bei Gefängnisgebäuden bieten die eng neben einander stehenden Querschcheidemauern der Einzelzellen genügendes Widerlager, um selbst die 4 m breite Mittelhalle der Zellenflügel mit einem Tonnengewölbe zu überspannen, wie in Fig. 88 (Schnitt durch das Männergefängnis des Neubaus Kattowitz) dargestellt ist.

Eine besonders charakteristische Anwendung hat das Steingewölbe mit gemauerten Widerlagern bei dem Um- und Erweiterungsbau des alten Archivgebäudes zu Hannover gefunden. Das im Jahre 1715 erbaute zweigeschossige Haus war mit ausserordentlich starken Gewölben, Tonnen mit Stiehkappen konstruirt. Das neu aufgesetzte Geschoss, sowie der Anbau, welche kürzlich beendet sind, haben Kreuzgewölbedecken erhalten, welche behufs Ausnutzung des Mansardendaches 2,5 m tief in letzteres hineinreichen.

Die gemauerten Pfeiler, welche die Gewölbedecke tragen, setzen sich noch im Dachgeschoss fort und dienen daselbst als Auflager der eisernen Dachbinder. Die in Fig. 87 dargestellte, der Veröffentlichung im Centralbl. d. Bauverw.

Jahrg. 1890 entnommene Schnittzeichnung zeigt die gewählte Anordnung in den Anbauten.

In Gewölben zwischen eisernen Trägern pflegen bei der üblichen Ausführung, wie solche in Fig. 331, 32 und 34a. Seite 140 dargestellt ist, die unteren Trägerflanschen frei zu liegen, so dass dieselben dem Angriff des Feuers unmittelbar ausgesetzt sind. Wenn wenigstens die eisernen Hauptunterzüge feuersicher ummantelt sind, so wird hierin allerdings erst bei besonders starkem und lang andauerndem Feuer eine Gefahr liegen. So haben derartige mit porösen Steinen hergestellte Kappen bei einem Brande im Industriegebäude zu Berlin, Beuthstrasse (Architekt Schwechten) einem ziemlich starken Schadenfeuer, das selbst die äusseren Theile von

Mauerwerk und Sandsteinumrahmungen der Fenster zerstörte, vollständig Widerstand geleistet.

Wird unter den gewölbten Kappen bei enger Kappentheilung eine wagrechte Putzdecke hergestellt, so deckt diese auch die Trägerunterflanschen gegen den ersten Angriff des Feuers.

Fig. 89 stellt Kappengewölbe dar, wie solche beim Neubau des Regierungs-Gebäudes zu Hildesheim ausgeführt sind. Hier werden auch die Unterflanschen durch besonders geformte Ziegel ummantelt. Die Träger wurden zunächst mit den Flanschziegeln ummauert und, nachdem der Mörtel hart geworden, die Wölbung dazwischen gespannt. Näheres vergl. im Centralbl. d. Bauverw. 1889, No. 22.

Fig. 87.

Archiv Hannover, Querschnitt durch den Erweiterungsbau.

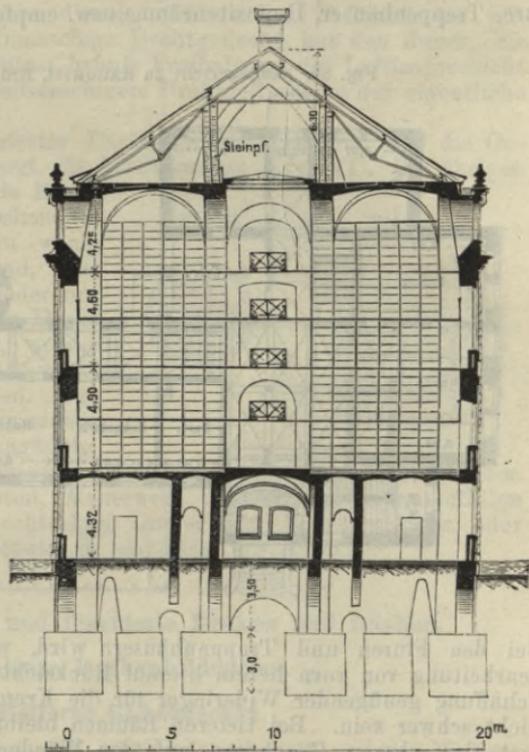


Fig. 88.
Männergefängniss zu Kattowitz; Querschnitt.

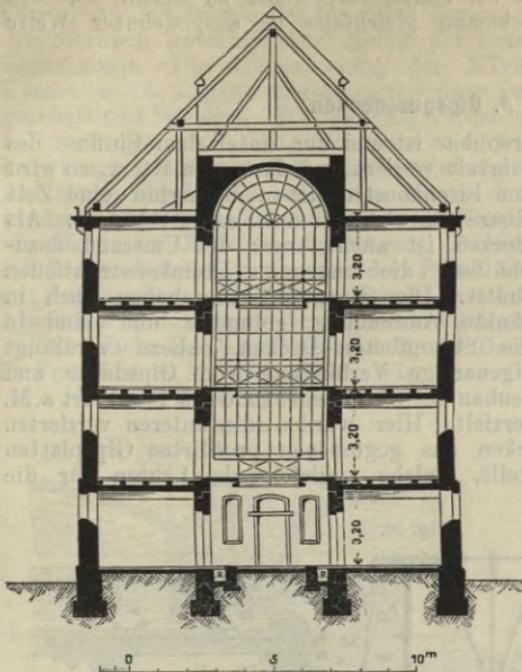
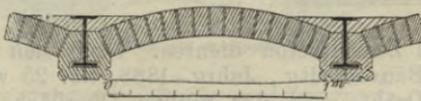


Fig. 89.



Um die eisernen Unterzüge grösserer Deckenfelder in gleicher Weise wie die Gewölbträger selbst dem Einfluss des Feuers zu entziehen, sind letztere auf die Unterflanschen der Unterzüge zu verlegen. Statt einer blossen Ummantelung des am Schildbogen der preussischen Kappe noch freibleibenden Theils des Unterzuges empfiehlt es sich, bei grösseren Spannweiten der Gewölbfelder gegen den Unterflansch des Unterzuges gerichtete besondere Kappen zu wölben, so dass anstelle der preussischen Kappen trogartige Gewölbe entstehen. Diese Anordnung ist am Erweiterungsbau der Reichsdruckerei zu Berlin mit gutem Erfolge ausgeführt worden.

b. Neuere Deckenbildungen.

α. Wellblechdecken und ähnliche Decken mit Einschub aus Eisen.

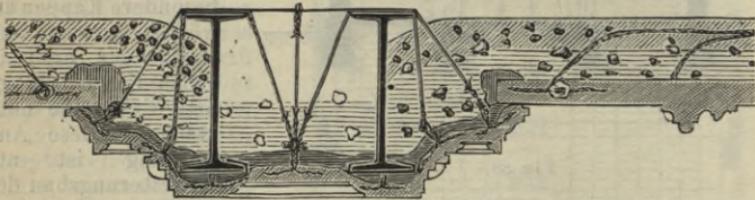
Als ein wesentliches Erforderniss der Feuersicherheit dieser Decken ist die Ausfüllung der Wellen mit Beton und die Herstellung einer durchgehenden Betonlage von mindestens 5 cm Stärke darüber anzusehen. Selbstverständlich wird man das Wellblech sowohl bei Verwendung von geraden Tafeln, als auch von durchgebogenen (bombirten) Tafeln auf die Unterflanschen der Träger legen müssen. Immerhin bleibt die Unterseite der aus unverkleidetem Metall bestehenden Decke, welche durch die wellenartige Vorsprünge der Stichflamme noch eine grössere Fläche zur Erwärmung darbietet, dem unmittelbaren Angriff des Feuers ausgesetzt und es wird die Zerstörung der Decke bereits mit der durch die Hitze erzeugten Ausdehnung der einzelnen Eisenkonstruktionen beginnen. Es wird sich daher empfehlen, Wellblechdecken nur in Gebäuden zu verwenden, in denen eine unverbrennbare Decke zwar erwünscht ist, die Entstehung eines stärkeren Schadenfeuers jedoch durch die Art der Benutzung ausgeschlossen wird. Ein Beispiel einer grösseren derartigen Anwendung

sind die Decken in den Ausstellungssälen des Museums für Völkerkunde zu Berlin (Zeitschr. f. Bauw. 1886). Neuerdings sind bombirte Wellblechdecken am Bau der Darmstädter Bank zu Berlin von den Architekten Ende & Böckmann gleichfalls in ausgedehnter Weise angewendet worden.

β. Gipsgussdecken.

Da der Gips nicht brennbar ist und nur unter dem Einfluss des Feuers allmählich an Festigkeit verliert und dann abblättert, so wird derselbe die eingebetteten Eisenkonstruktionen immerhin eine Zeit lang gegen die unmittelbare Einwirkung des Feuers schützen. Als ein Mangel der Gipsgussdecken ist auch ferner der Umstand anzusehen, dass die Gipsumhüllung die tragenden Eisenkonstruktionen vor dem Rosten nicht schützt. Die Gipsgussdecken haben auch in Deutschland nur beschränkte Anwendung gefunden und sind in jüngster Zeit durch die Stampfbeton-Decken nahezu verdrängt worden. Durch eine eigenartige Verbindung von Gipsdecke und Betondecke wurde beim Neubau des Gerichtsgebäudes zu Frankfurt a. M. eine feuersichere Decke erzielt. Hier wurden die unteren verzierten Theile reicherer Betondecken aus gegossenen profilirten Gipsplatten mit Stoffeinlage hergestellt, welche zugleich als Lehren für die

Fig. 90.



Ueberfüllung mit Gips- und Zementbeton dienen. Nach den Mittheilungen im Centralbl. d. Bauverwaltung., Jahrg. 1888, No. 25 wurde mittels der eingespannten Drähte und der rauhen Oberfläche der einzelnen Materialien eine innige Verbindung derselben erzielt; vergl. den Durchschnitt der Decke Fig. 90. Probebelastungen und Belastungen durch fallende Gewichte fielen günstig aus.

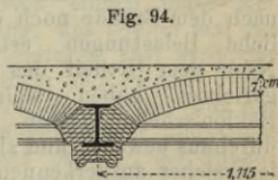
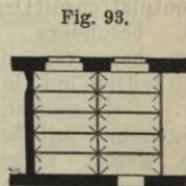
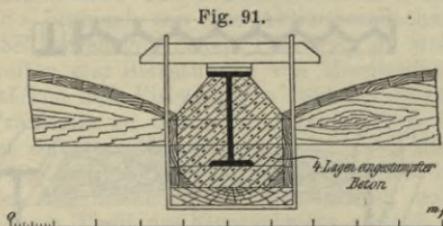
γ. Betondecken.

Betondecken sind nicht nur sehr feuersicher, besonders wenn die Unterflanschen der Eisenkonstruktionen in genügender Stärke mit umhüllt werden, sie haben auch noch den Vorzug, bei guter Ausführung auch gegen Wasser undurchlässig zu sein, somit bei einem Brande in den oberen Geschossen die unteren Geschosse auch gegen das zur Löschung benutzte Wasser zu schützen. Voraussetzung der Güte einer guten Betondecke ist jedoch gutes Material, zweckmässiges Mischungsverhältniss des Betons und eine sachgemässe Ausführung unter beständiger technischer Aufsicht.

Bei der Wiederherstellung des abgebrannten Lagerhauses in der Kaiserstrasse zu Berlin, dessen Betondecken in bester Technik in nachahmenswerther Weise hergestellt sind, wurde 1 Th. Zement mit 4,25 Th. Kies und 3,55 Th. Steinstückchen vermischt. Das Mischen erfolgte zunächst trocken durch mehrmaliges Umschaufeln auf höl-

zernen Bühnen; indess wurde Wasser erst beim Mengen mit dem Kleinschlag zugesetzt. Das Einstampfen des Betons wurde lagenweise und so vorgenommen, dass die Fugen zwischen den einzelnen Lagen normal zur Drucklinie des Gewölbes liegen. Fig. 91 und 92 erläutern die hiernach gewählte Ausführung der Betongewölbe des genannten Lagerhauses. Die Ummantelung der I-Träger wurde zunächst in Kästen in 4 Lagen eingestampft; dann wurden die Kappen eingeschalt und betonirt. Die Gewölbe wurden nach 7 Tagen ausgerüstet und ertrugen nach $2\frac{1}{4}$ Monaten bei 12 cm Scheitelstärke Probelastungen von 20 000 kg für 1 qm unversehrt. Vor allem hat kein Abblättern des Betons neben den Stegen der I-Träger stattgefunden, so dass anzunehmen ist, die Last der Kappen werde unmittelbar auf die Stege der I-Träger übertragen. Dagegen wurde bei Versuchen mit flachen Betonplatten ausser dem Bruch derselben ein Abwärtsbiegen der unteren Stege beobachtet, woraus ersichtlich ist, dass letztere auf Abscheren und Biegung beansprucht wurden.

Aehnliche Betongewölbe sind für die Decken des Gerichtsgebäudes in Frankfurt a. M. ausgeführt. Fig. 93 u. 94 stellen die Decken im



Grundriss und Schnitt dar. Die 1,115 m weit gespannten Gewölbe sind trogförmig (entsprechend den S. 475 erwähnten gemauerten Gewölben) hergestellt. Bei der geringeren Beanspruchung wurden dieselben im Scheitel nur 7 cm und am Widerlager 10 cm stark ausgeführt. Als Mischungsverhältniss wurde verwendet 8 Kiessand, 1 Zement, $\frac{1}{4}$ Kalk. Probelastungen mit 3 000 kg, also mit dem 6 fachen der mobilen Belastung, sind günstig ausgefallen.

Umfangreiche Verwendung haben flache Betondecken zwischen Eisenträgern beim Neubau des Gewandhauses in Leipzig gefunden. Vergl. hierüber den Bericht des Regier.-Baumeisters Goldschmidt im Centralbl. d. Bauverwltg., 1886 No. 5. Ausnahmsweise ist hier der Fussboden auf Lagerhölzern verlegt, die auf dem Beton gestreckt sind.

Empfehlenswerther ist es, Stabfussboden in Asphalt unmittelbar auf die Betonplatte zu verlegen und die Trägertheilung bei flachen Betondecken möglichst eng zu bemessen. Die Decke wird infolge der geringeren Trägerhöhe leichter. Die grösseren, etwa zu befürchtenden Durchbiegungen der Decke treten nicht ein, weil das Eisen und Zementbeton gut an einander haften und der Beton im Querschnitt mittragend wirkt.

d. Böklen'sche Zementplattendecken.

Die Böklen'sche Zementplatten-Konstruktion wurde allgemeiner zuerst durch die Vorführung derselben bei den Stude'schen Brandproben bekannt. Das Material soll aus reinem Sande und Zement bestehen. Die in der Fabrik fertig hergestellten Platten kommen eben und gebogen zur Verwendung. In beiden Fällen sind sie an der Rückseite wabenartig ausgehöhlt. Es handelt sich also um eine Betonkonstruktion, die an Ort und Stelle nur zusammengesetzt wird. Die wabenartige Aussparung hat nur den Zweck, Material zu sparen, da Beton bekanntlich auf Druck stärker beansprucht werden kann, denn auf Zug. Denkt man sich nämlich aus einer Platte der Länge nach einen Streifen herausgeschnitten, so erhält man die Form eines I-Eisens mit zickzackförmigem Steg. Vergl. Fig. 95. Im übrigen werden diese Aussparungen bei Deckenkonstruktionen durch Lehm, Koksasche oder sonstiges leichtes Material ausgefüllt. Bei den genannten Brandproben waren die gebogenen Zementdielen theils zwischen I-Trägern, theils zwischen den alten Balken eingespannt. Die Trägerflanschen und Balkenunterseiten waren durch Zementplatten mit Drahteinlage noch besonders geschützt, deren hervorragende Drahtenden seitlich um die Flanschen bezw. Balkenseiten herumgebogen und mit Zement verputzt waren. Vergl. Fig. 97. Die Konstruktion hat Hitze-graden von über 1000° C. erfolgreich widerstanden und nach dem Brande noch erhebliche Belastungen ertragen. Nach dem Urtheil des Preisgerichtes haben sich die Böklen'schen Platten daher durchaus bewährt und sind als feuersicher anzuerkennen.

Ob das Material sich jedoch als Deckenkonstruktion allgemeiner einbürgern wird, lässt sich z. Z. noch nicht übersehen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die gebogenen Zementdielen in Fabriken, Ställen und ähnlichen Bauten deshalb öfters zur Verwendung kommen werden, weil die Böklen'schen Decken in schnellerer Zeit und unabhängiger von der Witterung hergestellt werden können, als flache Ziegelkappen. Dem steht aber der Nachtheil gegenüber, dass man mit der Entfernung der Träger von einander immerhin an bestimmte Maasse gebunden ist, auch das Material, namentlich bei ländlichen Bauten, durch die Frachtkosten sich erheblich vertheuern wird.

ε. Monierdecken.

Die Monierkonstruktion ist eine Betonkonstruktion, in welcher die Zugkräfte durch eine Drahteinlage aufgenommen werden. Ihre Eigenthümlichkeiten sind auf S. 31 ff. sowie S. 461 dargelegt. Die Vorzüge der Konstruktion sind geringe Stärke und dadurch zugleich bedingte geringe Eigenlast, Feuersicherheit und Undurchlässigkeit gegen Wasser.

Fig. 95.



Fig. 96.

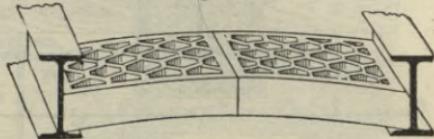
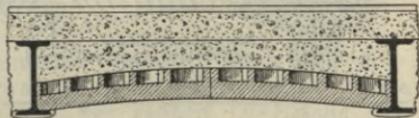


Fig. 97.



Der Begründer der Moniertechnik ist der Gärtnereibesitzer Monier, welcher zuerst Blumenkübel, dann Wasserreservoirs usw. nach dieser Technik fertigte. Später erst fand die neue Konstruktion ihren Weg in das Hochbauwesen und es hat der Ingenieur Wayss, welcher die Ausbeutung des Patentes für Deutschland und die Nachbarländer übernahm, das Verdienst, die Konstruktion, für die verschiedensten Zwecke der Baukunst weiterzubilden. In jüngster Zeit ist Regier-Baumeister Koenen an seine Stelle getreten. Derselbe hat durch seine Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der Konstruktion in ihren verschiedenen Anwendungen als Wand, Decke, Dach usw. die Weiterverbreitung derselben hervorragend gefördert.

Für die Hochbautechnik kommen hauptsächlich die Monier-Platte und das Monier-Gewölbe in Anwendung. Erstere kann als fertige Platte verlegt, oder wie dies gewöhnlich geschieht, an Ort und Stelle in ganzer Fläche hergestellt werden. Bei der Berechnung der Biegungen und Schubspannungen wird angenommen, dass die die Zugspannungen aufnehmenden Eisendrähte um $\frac{1}{6}$ der Betonstärke von der Unterkante entfernt liegen. Die Beanspruchung des Eisens ist zu 750 kg, die höchste Druckbeanspruchung des Betons (1 Theil Portland-Zement und 3 Theile Kiessand) zu 30 kg für 1 qcm angenommen. Die hiernach von der Aktiengesellschaft für Monierbauten im Jahre 1887 herausgegebenen Tabellen, in welchen für verschiedene Spannweiten und Belastungen von Monierplatten die erforderlichen Plattenstärken und Eisenstärken zusammengestellt werden, sind vom Polizeipräsidium zu Berlin für Benutzung bei Ausführungen anerkannt. Es ist selbstverständlich, dass in einer Monierplatte, welche unabgesetzt über mehre Stützen hinweg reicht, die Eiseneinlage, dem Wechsel, des Angriffsmomentes entsprechend, bald in den unteren, bald in den oberen Theil des Querschnitts verlegt werden muss.

Moniergewölbe sind für Deckenkonstruktion einmal unter Annahme einer gleichmässig vertheilten Belastung, das andere mal für einseitige Belastung zu berechnen. Für den ersteren Fall wird der flache Kreisbogen der Drucklinie des Gewölbes, der Parabel, sehr nahe kommen und hiernach die Gewölbestärke im Scheitel nur auf Druckbeanspruchung zu berechnen sein. Bei einseitiger Belastung ergeben sich am gefährlichen Querschnitt, der etwa $\frac{1}{4}$ der Spannweite vom Auflager entfernt liegt, Biegungsspannungen. Um die hieraus entstehenden grösseren Spannungen im Monierbogen zu ermässigen, wird in den meisten Fällen eine Uebermauerung des Bogens nöthig, welche ebenfalls in Beton ausgeführt wird, bei dessen Mischung gröbere Einlagen benutzt zu werden pflegen. Es empfiehlt sich, diese Ueberbetonirung zugleich zur Ummantelung des I Trägers zu benutzen. Wird über dem Betongewölbe massiver Fussboden hergestellt, so kann man die Ueberbetonirung bis zur wagrechten Gleiche herstellen und alsdann unmittelbar hierauf den Fussbodenestrich verlegen.

Probeversuche mit Monierkonstruktionen sind zunächst mit verschiedenen Probekörpern in Berlin, München, Budapest, Wien und Königsberg, in jüngster Zeit auch mit fertigen Baukonstruktionen ausgeführt worden und haben sehr günstige Ergebnisse geliefert. Bei einer vergleichenden Feuerprobe, welche 1886 zu Nippes am Rhein angestellt wurde, ergab sich die grosse Ueberlegenheit der Monierdecke gegenüber der Wellblechdecke. Die erste praktische Feuerprobe haben Monier-Konstruktionen im Dezember 1889 beim Brande des Spritlagerspeichers der Kornbrennerei in Wandsbeck bestanden. Die flach über den nicht ummantelten I-Trägern liegenden Monier-

platten haben dem Dachstuhlbrande im westlichen Speicher nach dem Zeugniß des Stadtbaumeisters Kühn vorzüglichen Widerstand geleistet und den Speicher gerettet. Im östlichen Speicher wurde das Feuer mittels einer Fahrstuhlöffnung von unten an die Monierplatten geführt und wurden letztere zerstört, nachdem die dieselben tragenden I-Träger glühend geworden waren.

Sowohl im Interesse der Feuersicherheit als auch behuts des nothwendigen Zusammenwirkens von Eisen und Beton ist es nothwendig, dass die Eisendrähte vollkommen von Beton ummantelt sind und an der richtigen Stelle des Querschnitts liegen. Ersteres wird bei der Abnahme durch die blosse Besichtigung, letzteres nur durch Anbohren festgestellt werden können.

Bei der Ausführung der Monierkonstruktionen, besonders bei weit gespannten Gewölben, ist auf das Sorgfältigste darauf zu achten, dass das Ausrüsten nicht vor dem Abbinden des Zementmörtels geschehe. Da die Festigkeit des Gewölbes hauptsächlich von der Druckfestigkeit des kleinen Betonquerschnittes abhängt, würde ein zu frühes Ausrüsten in weiter gehendem Maasse als bei gemauerten Gewölben Gefahren herbeiführen.¹⁾

Monierplatten können, wie dies in dem genannten Spritlager-

Speicher geschehen ist, als einfache Fussbodenlage über I-Trägern verlegt werden. Die so konstruirte Decke (Fig. 98 stellt einen derartigen Fussboden der Papierfabrik Penig dar) wird gegen den Angriff des Feuers von oben sicher sein, auch Wasser nicht

durchlassen, bei der fehlenden Ummantelung der I-Träger jedoch einem von unten angreifenden Feuer nicht dauernd Stand halten können. Allerdings hat dieselbe den Vorzug grosser Leichtigkeit und Billigkeit.

Fig. 99 stellt eine gerade Monierdecke dar, wie solche für grossstädtische Geschäftshäuser sich empfiehlt und im Neubau May & Edlich zu Berlin (Arch. Bohm) ausgeführt ist. Die Platten sind auf die Trägerunterflanschen gelegt und nach abwärts so abgebogen, dass auch dieser Flansch zunächst mit einer dünneren Lage Zementmörtel, nachher mit dem Deckputz überzogen wird. Die Ausfüllung zwischen der Monierplatte und der in Asphalt verlegten Dielung ist durch leichten Beton (mit porösen Steinstückchen oder Schlacken) hergestellt. Die Decke ist allerdings nur wenig leichter, als eine blosse Betondecke. Doch können die I-Träger immerhin bei gleicher Höhe etwas weiter aus einander gelegt werden. Jedenfalls ist die Decke sehr feuersicher und stabil.

Fig. 98.

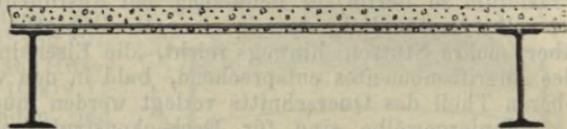


Fig. 99.



¹⁾ Dies hat der Einsturz von zu frühzeitig ausgerüsteten Moniergewölben bei einem militärischen Bau in der Scharnhorststrasse zu Berlin bewiesen.

Fig. 100 a und b stellen eine sehr eigenartige Verwendung von Monierplatten als Fussboden in den Baracken des Kinder-Krankenhauses der Königlichen Charité zu Berlin dar. Hier war eine Fussbodenheizung, und zwar unterhalb des Fussbodens eine grosse Heizkammer mit eingeleiteter Dampfheizung vorgesehen, und handelte es sich

u. b. b. b. u. b. Mobolissboden im Krankenhaus der Charité zu Berlin.

Fig. 100 a u. b. Monierfussboden im Kinderkrankenhause der Charité zu Berlin.

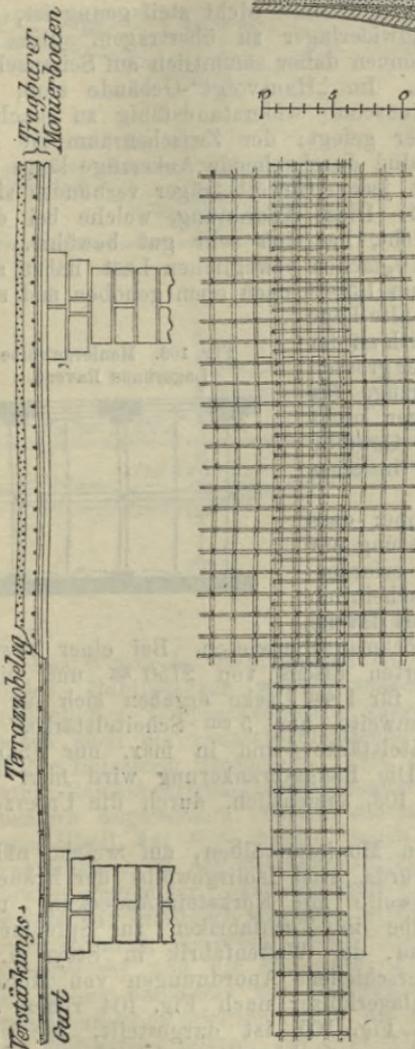


Fig. 102 Moniergewölbe im Hausvoigt.

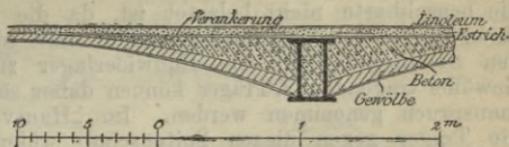
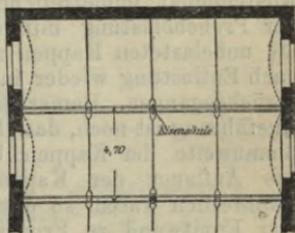


Fig. 101. Grundriss der Moniergewölbe im Hausvoigt.



darum, einen wärmedurchlässigen, und deshalb sehr dünnen, jedoch im übrigen undurchlässigen massiven Fussboden herzustellen. Es wurde eine grosse, zusammenhängende Monierplatte auf einzelnen gemauerten Pfeilern verlegt. An die Stelle der Trägerunterstützung wurden die von Pfeiler zu Pfeiler spannenden Theile der Decke durch einen untergelegten, gleichfalls als Monierplatte konstruirten Gurt verstärkt.

Moniergewölbe eignen sich besonders für Geschäftshäuser, Lagergebäude und Fabriken, wenn die Deckenträger in grösseren Entfernungen verlegt werden sollen, oder besonders starke Lasten auf den Decken lagern.

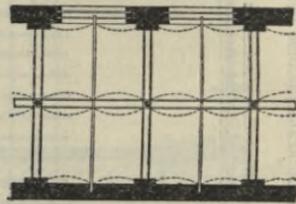
Ein Beispiel der ersteren Art sind die in Fig. 101 u. 102 im Grundriss und Schnitt dargestellten Decken des Geschäftshauses „Zum Hausvoigt“ in Berlin (Arch. Otto March). Die Moniergewölbe von Spannweiten bis zu 5,7 m wiegen bei einer Scheitelstärke von 5 cm 436 kg und mit

beweglicher Belastung 1000 kg für 1 qm. Die Beanspruchung des Betons beträgt rechnermässig nicht über 13 kg für 1 qm; es ist somit die Tragfähigkeit des Materials nicht ausgenutzt. Interessant ist die Ausführung hinsichtlich der Verankerung der Widerlager. Die Monierkappe übt, wie jeder elastische Bogen, Seitenschub aus. Dass derselbe infolge der geringen Eigenlast der Kappe bei voller Belastung geringer ist, als bei einem starken Ziegelgewölbe ist, ja günstig. Ungünstig wirkt dieser Umstand nur dann, wenn die eine Kappe voll, die benachbarte nicht belastet ist, da die unbelastete Monierkappe einen geringeren Gegendruck ausübt und nicht steif genug ist, um den Seitenschub auf die Endwiderlager zu übertragen. Die das Gewölbe tragenden I-Träger können daher sämtlich auf Seitenschub inanspruch genommen werden. Im „Hausvoigt“-Gebäude sind, um die Träger gegen diesen Seitenschub widerstandsfähig zu machen, 2 Träger dicht neben einander gelegt; der Zwischenraum ist mit Zement ausgegossen, und es sind durchgehende Ankerzüge längs des Gebäudes verlegt, welche mit jedem Gewölbeträger verbunden sind. Vergl. den Grundriss Fig. 101. Diese Anordnung, welche bei dem Kostenpunkt immerhin mitspricht, hat sich sehr gut bewährt. Bei der Probelastung mit der $1\frac{1}{2}$ -fachen beweglichen Last haben sich die unbelasteten Kappen nur um 1,5 mm nach oben gehoben und sind nach Entlastung wieder in die alte Lage zurückgegangen. Bemerkenswerth an der Ausführung ist noch, dass bei der grossen Spannweite der Kappen Unterzüge für das Auflager der Kappenträger nicht erforderlich waren, so dass die Gewölbe von Frontwand zu Frontwand in einer Fläche durchreichen.

Der Vorzug der Monierkappe: dass trotz grosser beweglicher Belastung nur eine geringe Konstruktionshöhe erforderlich ist, hat sich recht augenscheinlich bei dem Neubau des Lagerhauses Ravené in Berlin (Arch. Ende und Böckmann) erwiesen. Bei einer beweglichen Belastung des gelagerten Eisens von 2750 kg und einer Gesamtlast von rund 3000 kg für 1 qm Decke ergaben sich für die Monierkappen von 2 m Spannweite nur 5 cm Scheitelstärke, bei 3,5 m Spannweite 7 cm Scheitelstärke, und in max. nur 19,5 kg Druckspannung des Betons. Die Längsverankerung wird hier, wie aus der Grundrisskizze, Fig. 103, ersichtlich, durch die Unterzüge hergestellt. —

Weitere Ausführungen von Moniergewölben, auf welche näher einzugehen zu weit führen würde, sind Isolirgewölbe der Brauerei Königstadt von 6,3 m Spannweite mit Korkstein-Abdeckung und Sägespan-Ueberfüllung, Gewölbe in Tuchfabriken zu Spremberg, Bielitz, der Glasfabrik Stralau, der Waffenfabrik in Steyr u. a. Fig. 104—107 stellen noch verschiedene Anordnungen von Moniergewölben dar. Die Fussbodenlagerhölzer nach Fig. 104 ruhen auf leichtem Koksconcrete auf. In Fig. 105 ist dargestellt, wie eine gerade Decke an den Gewölben aufgehängt werden kann. Der Zwischenraum kann als Isolirung oder zur Unterbringung von Lüftungs- und Heizungskanälen dienen. Fig. 106 zeigt eine Verbindung von Monierplatten und Moniergewölben; Fig. 107 zeigt den unmittelbaren Anschluss von Licht- und Luftschachtwänden an Monierdecken. Die hier gewählte Lage der Gewölbe über den Ober-

Fig. 103. Moniergewölbe Lagerhaus Ravené.



flanschen der Träger ist selbstverständlich im Interesse der Feuersicherheit nicht empfehlenswerth.

Dass bei der Eigenart der Monierkonstruktion für die gute und zweckentsprechende Herstellung durchaus geübte und geschulte Arbeiter erforderlich sind, und der Bauherr bei Verwendung derselben somit gezwungen ist, die Ausführung der Monierarbeiten durch ein mit den Arbeiten vertrautes Spezialgeschäft bewerkstelligen zu lassen, ist nach den vorherigen Ausführungen selbstverständlich. Z. Z. wird die durch Patent geschützte Konstruktion nur durch die Aktiengesellschaft für Monierbauten ausgeführt.

Fig. 104.

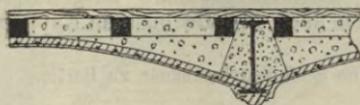


Fig. 105.



Fig. 106.

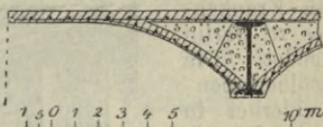
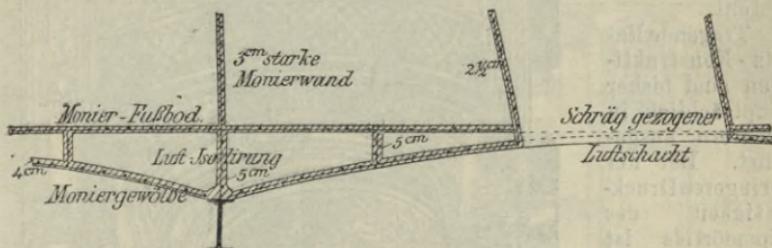


Fig. 107.



ζ. Rabitzdecken.

Das Wesen des Rabitzputzes ist bereits S. 459 u. ff. besprochen worden. Rabitzdecken wurden zunächst als feuersicherer Ersatz des gewöhnlichen Rohrdeckenputzes ausgeführt. Später wurden Rabitzdecken auch als raumabschliessende Bautheile, jedoch ohne anderweitige Belastung hergestellt. Erst in jüngster Zeit sind auch belastete Rabitzkonstruktionen besonders für den inneren Ausbau von Theatern angewendet. Besitzt die Rabitzkonstruktion, deren Hauptbestandtheil der Gips bildet, auch geringere Feuersicherheit und Tragfähigkeit als die Monierkonstruktion, so stehen dem doch wieder Vorzüge gegenüber. Hierzu gehört das schnellere Abbinden des Gipsmörtels, die hierdurch mögliche leichte Ausführung gebogener Deckenkonstruktionen, theilweise ohne Unterschalung, sowie das geringere Eigengewicht und die geringeren Kosten. Die Konstruktion eignet sich daher besonders zur Ueberspannung weiter Räume mit einer unverbrennlichen leichten Decke, die dem Feuer immerhin eine geraume Zeit Widerstand leistet, zur Herstellung dekorativer Gewölbe unter Holzkonstruktionen oder feuerfesten, nicht architektonisch ausgebildeten Decken.

Als Beispiel der letzteren Art ist die Decke des grossen Saales des Industriegebäudes Beuth-Strasse Berlin (Arch. Schwechten) zu bezeichnen. Die flache Rabitz-Decke mit grossen Vouten und Stiechkappen

ist an die feuerfeste, aus porösen Steinen zwischen den Eisenträgern gewölbte Decke angehängt. Eine mehrfach geschwungene, in Fig. 108 dargestellte Musiktribüne in demselben Saale ist im Fussboden und der Brüstung aus Rabitzmasse hergestellt. Der Festsaal im Reichsamt des Innern (Arch. Busse und Gérard) ist durch ein grosses Klostergewölbe mit Stichkappen aus Rabitzmasse überspannt, Fig. 109. Kreuzgewölbe und ähnliche Gewölbe aus Rabitzmasse sind vielfach unter Balkendecken in Restaurationsräumen ausgeführt worden. Der Zwischenraum zwischen dem dekorativen Gewölbe und der Balkendecke ist meist für die Anlage der Entlüftungskanäle ausgenutzt. Arch. Otzen hat die Rabitz-Konstruktion auch für die busigen Kappen 8theiliger Kreuzgewölbe der Kirche des Elisabeth-Krankenhauses zu Berlin verwendet. Die Gewölberippen sind hierbei in Formziegeln wie bei gemauerten Gewölben hergestellt.

Tragende Rabitz-Konstruktionen sind bisher hauptsächlich in Theatern ausgeführt. Bei der geringeren Druckfestigkeit des Gipsmörtels ist hierbei eine engere Theilung der tragenden Eisenkonstruktion Bedingung.¹⁾

Die Schnürbodenplatten des Lessingtheaters zu Berlin sind bereits auf S. 432 beschrieben. Die grosse Fussbodenplatte desselben

Theaters, welche in Fig. 110 u. 111 im Grundriss und Schnitt dargestellt ist, wird von Eisenunterzügen und Trägern in Felder von 3,20 m Länge und 1,60 m Breite getheilt. Diese Felder sind wieder durch Band-eisen, welche 4 cm durchhängen und mit den Trägerflanschen vernietet sind, in weitere 6 kleinere Felder von 50 cm Breite getheilt. Das durchgehängte Drahtnetz ist hierbei nur Sicherheits-Verstärkung. Die Rabitzplatte ist 5 cm stark, so dass jedes Eisen noch umhüllt ist. Die I-Träger sind ebenfalls besonders umhüllt. Die Platte hat

Fig. 108. Musiktribüne im Industriegebäude zu Berlin.



¹⁾ Die statische Begründung und die sich hiernach ergebende Durchbildung dieser Konstruktionen sind meistens vom Ingenieur Schlösser in Berlin bearbeitet.

somit eigentlich nur 50 cm von Bandeisen zu Bandeisen frei zu tragen. Die Druckbeanspruchung des Mörtels an der Oberkante beträgt 3,75 kg, d. i. 43fache Sicherheit. Unter jedem Stuhl des Parketts ist aus dieser Fussbodenplatte eine Luftzuführungsöffnung von 44 : 42 cm

Fig. 109. Festsaal im Reichsamt des Innern zu Berlin.

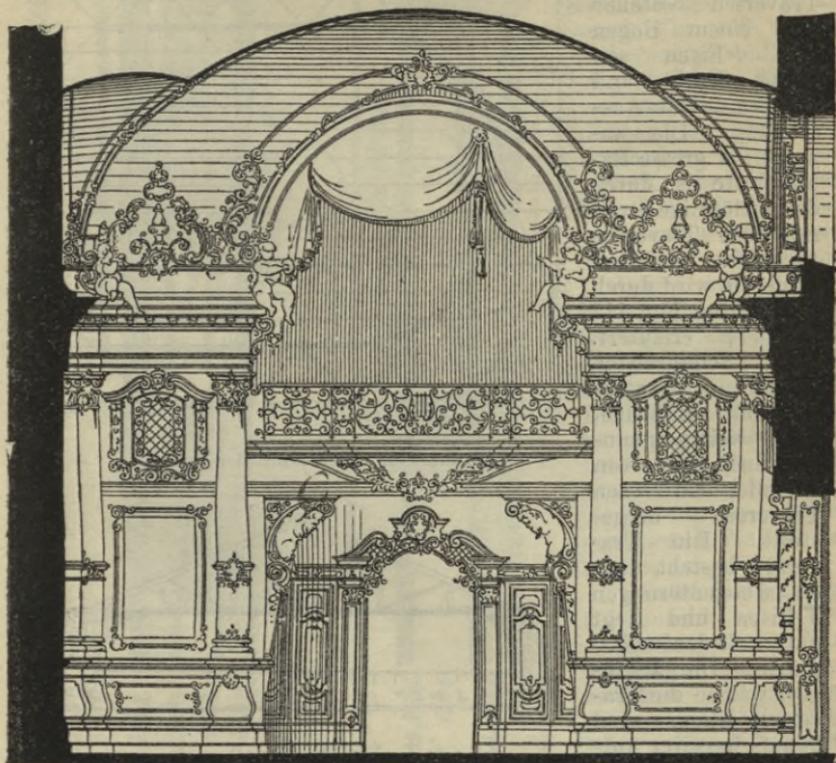


Fig. 110.

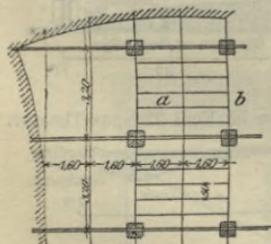
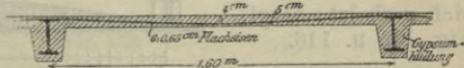


Fig. 111.



Querschnitt derartig ausgeschnitten, dass die Gipsplatte fortgelassen, jedoch die Draht-einlage durchgehend hergestellt ist. Nur die Gänge sind mit Linoleum belegt.

Bei dem 1890 ausgeführten Umbau des Emil Thomas-Theaters zu Berlin sind gleichfalls Rabitz-Konstruktionen in erheblichem

Umfange zur Ausführung gekommen. Die Decke des Zuschauerraums von 20 : 24 m Grösse, eine flache Decke mit grosser Voute und Stichkappen, welche zunächst in Holz geplant war, sollte aufgrund der Vorschriften der Polizei-Verordnung für Theater aus unverbrennlichem Material hergestellt werden. Ein geringes Gewicht war nöthig, da

die ziemlich schwachen Eisenbinder des Daches sich bereits in Arbeit befanden. Die Rabitzplatte wurde an Traversen gehängt, welche 4,90 m von Binder zu Binder frei tragen und 1,50 m von einander entfernt angeordnet wurden. Die 20 cm hohen Traversen bestehen aus einem Bogen aus Φ Eisen von 19 mm Stärke und Rabitzmasse als Aussteifung. Die angehängte grosse Rabitzplatte ist durch dreieckförmige Stege mit den Traversen versteift. Die Konstruktion wird durch die Skizzen Fig. 112 bis 114 erläutert. Der Schnürboden desselben Theaters ist mit ähnlichen, 2,44 m weit gespannten und 60 cm von einander entfernten Traversen hergestellt. Die Traverse besteht aus einem bogenförmigen T-Eisen und liegt unterhalb der Rabitzplatte. Die I-Träger, welche die Traversen tragen, sind behufs besserer Aufnahme des Seitenschubs der letzteren mit Stehbolzen unter sich verbolzt; vergl. Fig. 115 u. 116.

7. Gipsdielen-Decken.

Gipsdielen sind zunächst nur als Ersatz der Einschubdecke zwischen Holzbalken ausgeführt worden, werden jedoch auch für leichter belastete Decken in Wohnhäusern und Geschäftshäusern in Verbindung mit Eisenträgern verwendet. Fig. 117

Fig. 112. Decke des Zuschauerhauses im Emil Thomas-Theater. Grundriss.

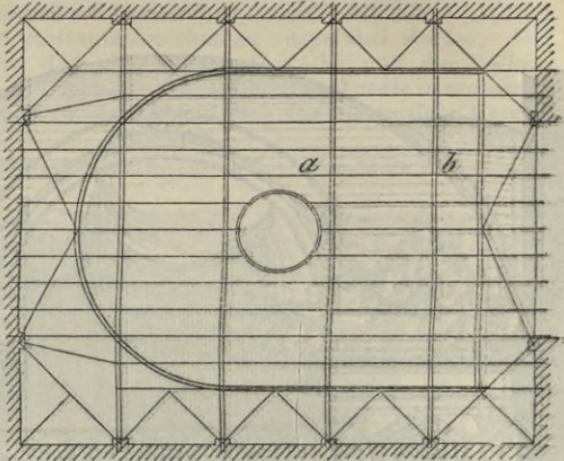


Fig. 113. Querschnitt der Decke.

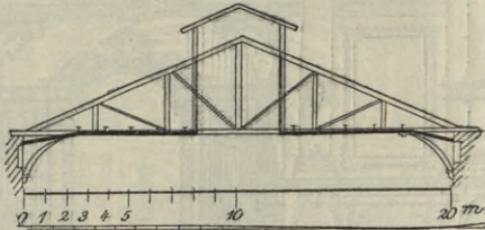


Fig. 114. Detail.

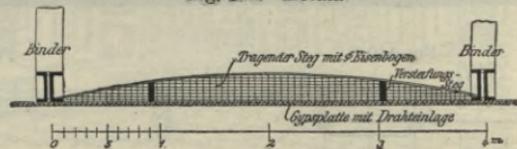


Fig. 115 und 116. Schnürboden im Emil Thomas-Theater.

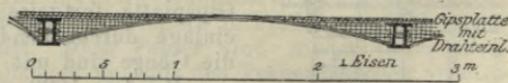
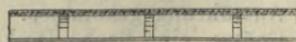


Fig. 116.



stellt den Querschnitt einer derartigen Decke dar, in welcher zunächst

Fig. 117.

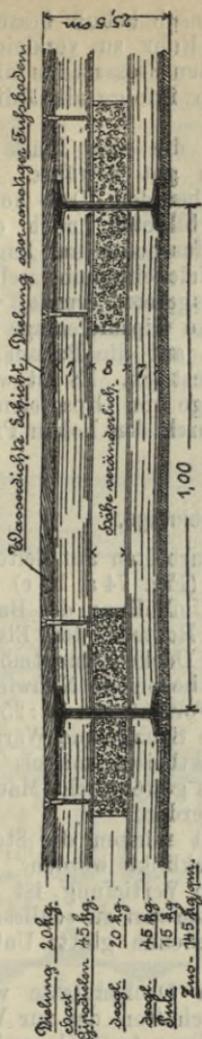
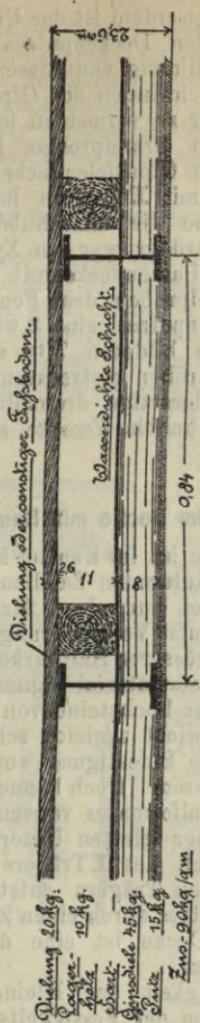


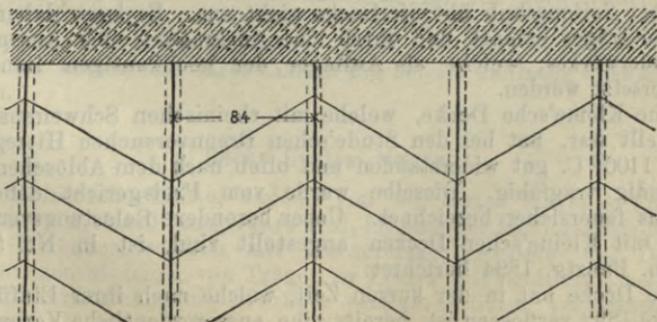
Fig. 118.



auf den Unterflanschen der Träger eine Lage Gipsdielen verlegt ist. Dieselbe wird behufs bequemeren Einbringens zweckmässig aus sogen. Einschwenkplatten hergestellt, welche rhomboidisch geformt sind, vergl. Fig. 119. Eine Zwischenlage von Platten ist parallel den Trägern verlegt; über den Deckplatten ist der Holz-Fussboden in Asphalt verlegt angenommen. Fig. 118 stellt eine anderweitige Anordnung dar, bei welcher die Dielen auf Lagerhölzern befestigt ist. Derartige Decken sind in Berlin im Palais Freund, Unter den Linden 69, im Geschäftshaus und Palais Kuhnheim und im General-Landschaftsgebäude zu Berlin von der Aktiengesellschaft für Monierbauten ausgeführt.

Besondere Schwierigkeit macht bei diesen Anordnungen die Verkleidung der Fuge zwischen Trägerunterflansch und Gipsdielen. Die Gipsdielenplatte muss, damit dieselbe etwa 1 cm über das Eisen herüberraagt, mit

Fig. 119.



Nuth versehen werden, ausserdem ist der Unterflansch behufs besseren Haftens des durchgehenden Deckenputzes mit Rohr zu verkleiden. Trotzdem ist die spätere Bildung von Rissen an den Stossstellen nicht ausgeschlossen, da ein Schwinden der Gipsdielen infolge allmählicher Austrocknung nicht immer zu vermeiden ist.

Bei den Stude'schen Brandproben haben die von Mack in Ludwigsburg ausgestellten Gipsdielendecken sich gut bewährt. Die erprobte Gipsdielendecke mit **I**Trägern hatte über den 10 cm hohen hohlen Gipsdielen, welche die Einschubdecke bildeten, noch eine Sandbettung erhalten, darüber war ein Xylolithfussboden auf Lagerhölzern verlegt. An der Balkendecke mit Gipsdieleneinschub, welche bei den Stude'schen Brandproben dem Feuer ausgesetzt wurde, war auch anstelle des Deckenputzes eine 3 cm starke Gipsdielenlage angebracht. Den Fussboden bildeten 7 cm starke, auf die Balken genagelte Gipsdielen mit darüber gestrecktem Gipsestrich. Es ist wohl anzunehmen, dass eine derartige dreimalige Lage von Gipsdielen in derselben Decke für gewöhnliche Zwecke sich durch den hohen Preis der Ausführung verbietet.

3. Kleine'sche Decke mit Bandeiseneinlage.

Die Kleine'sche Decke ist im Kapitel Maurerarbeiten auf Seite 34 unter Beifügung von erläuternden Zeichnungen (Fig. 74 a, b, c) besprochen. Hinzugefügt sei nur, dass für die Umhüllung des Bandeisens in der Fuge behufs Verhinderung des Rostens des Eisens sowie behufs Erzielung grösserer Haltbarkeit der Decke Zementmörtel zu verwenden ist. Als Steinmaterial eignen sich besonders Neuwieder Schwemmsteine oder poröse Lochsteine von dem Format 10 : 12 : 25 cm, da diese bei geringem Gewicht zugleich schlechte Schall- und Wärmeleiter sind und auch die Befestigung von Stucktheilen mittels gewöhnlicher Nagelung zulassen. Doch können auch gewöhnliche Mauerziegel des üblichen Normalformates verwendet werden.

Behufs Erzielung einer glatten Unteransicht müssen die Steine am Auflager beim Flansch des **I**Trägers ausgeklinkt werden. Die auf diese Weise unter den Trägern entstehende Vertiefung ist vor Anbringung des Deckenputzes durch einen Zementanwurf zu schliessen. Für die Ausführung der Decke ist eine durchgehende glatte Unterschalung nicht zu umgehen.

Die grosse Tragfähigkeit der Kleine'schen Deckenplatte wird durch das Zusammenwirken der Festigkeitseigenschaften der zur Verwendung kommenden Steine, Bandeisens und des Zementmörtels erzielt. Die Druckfestigkeit des Steines wird hierbei ähnlich wie bei der Monier-Bauweise durch die Zugfestigkeit des Eisens ergänzt.

Einen Seitenschub übt die Decke nicht aus. Es kann daher auch der Wandträger erspart und durch eine Auskragung oder Aussparung des Mauerwerkes, welche als Auflager der hochkantigen Bandeisens dient, ersetzt werden.

Eine Kleine'sche Decke, welche mit rheinischen Schwemmsteinen hergestellt war, hat bei den Stude'schen Brennversuchen Hitzegraden bis zu 1100° C. gut widerstanden und blieb nach dem Ablöschen noch vollständig tragfähig. Dieselbe wurde vom Preisgericht daher als durchaus feuersicher bezeichnet. Ueber besondere Belastungsversuche, welche mit Kleine'schen Decken angestellt sind, ist in No. 53 der Deutsch. Bauztg. 1894 berichtet.

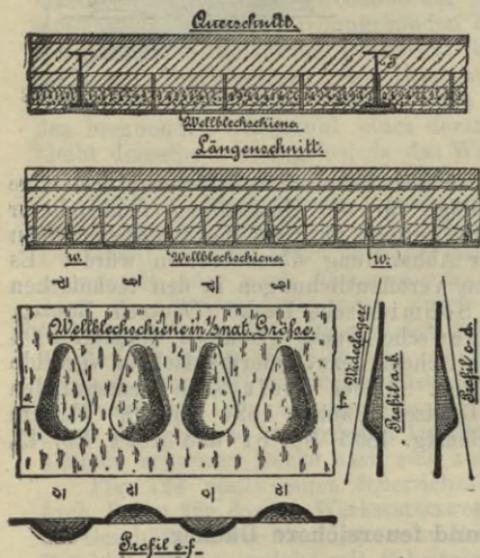
Die Decke hat in der kurzen Zeit, welche nach ihrer Einführung im Jahre 1892 verflossen ist, bereits eine ausserordentliche Verbreitung

erfahren und zwar namentlich in den westlichen Provinzen Deutschlands, weil dort die hauptsächlichsten Materialien, Eisen und Schwemmsteine durch Fracht weniger vertheuert werden. Die Ausführung der Decke ist dem Erfinder durch Patent geschützt. Trotzdem ist es jedoch als ein grosser Vorzug anzusehen, dass jeder tüchtige Maurer die Konstruktion ohne besondere Uebung ausführen kann.

4. Schürmann'sche Decke mit Wellblechschienen.

Die Schürmann'sche Decke weicht von der Kleine'schen Decke nur insofern ab, als die Eisenschiene in Abständen von 3 Steinschichten von Träger zu Träger gelegt wird. Vergl. Fig. 120 und 121. Die an den 60 mm hohen Eisenschienen durch Walzung hergestellten birnenförmigen Buckel, Fig. 122, sollen ein besseres Anhaften des verlängerten Zementmörtels an der Schiene verursachen, sowie als schräges

Fig. 120—122. Schürmann'sche Decke.



Widerlager für die anliegende Steinschicht wirken. Die schmalen Deckenfelder zwischen je 2 Buckelschienen erhalten hiernach den Charakter flacher scheidrechter Kappen, deren Seitenschub in gleicher Richtung mit den Hauptdeckenträgern wirkt, aber bei der geringen Spannweite der kleinen Kappen sehr klein ist und eine besondere Verstärkung der Widerlagsmauern nicht erfordert.

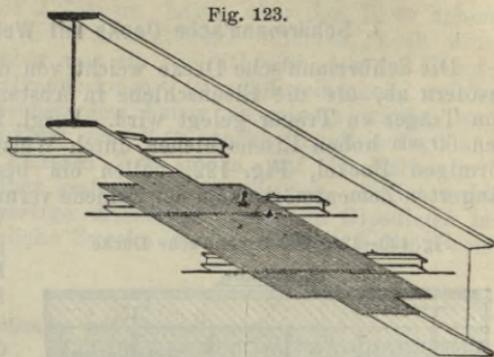
Als Steinmaterial können gleichfalls poröse Steine, Lochsteine oder Schwemmsteine verwendet werden. Eine Unterschalung der Decke bei der Ausführung ist zwar erforderlich, doch kann dieselbe ohne umfangreiche Rüstung feldweise vorgenommen und mittels

besonderer Rüsteisen an die I-Träger angehängt werden. Die Decke vermag grosse Lasten ohne bemerkenswerthe Formveränderungen zu tragen. Der Preis der Wellblechschienen ist ein verhältnissmässig geringer und beträgt am Versandorte etwa 50 Pf. für 1 qm Decke einschliesslich der Patentgebühren. Auch die Schürmann'sche Decke hat seit der kurzen Zeit ihrer Einführung bereits vielfache Verwendung gefunden.

z. Decke System Holzer.

Die Holzer'sche Decke, welche von der Firma Wayss & Freitag zu Neustadt a. d. Haardt ausgeführt wird, ist eine der Monierkonstruktion ähnliche Betonkonstruktion mit Eiseneinlage. Anstelle der Drahteinlage werden niedrige, von Träger zu Träger reichende und meistens auf den Unterflanschen der I-Träger verlegte I-Eisen verwendet, an welche mittels eines verzinkten Eisendrahtes ein Rohrgewebe an-

gehängt ist. Die kleinen **I**Eisen sollen die in der Decke auftretenden Zugspannungen aufnehmen, während das Rohrgewebe als Unterlage für die Einbringung des Betons dient und somit die Unterschalung entbehrlich macht. Gleichzeitig bildet dasselbe den Putzträger für den glatten Deckenputz. Fig. 123 zeigt die Konstruktion vor Einbringung des Betons. Als Vorzug der Decke wird gegenüber der eigentlichen Monierkonstruktion die grössere Billigkeit bezeichnet. Ein endgiltiges Urtheil über den Werth der erst vor kurzem bekannt gewordenen Konstruktion wird sich erst abgeben lassen, nachdem mehrjährige Erfahrungen an ausgeführten Anlagen gemacht sind.



2. In jüngster Zeit sind in der technischen Litteratur noch eine grössere Anzahl neuer Vorschläge für die Herstellung feuersicherer und feuerfester Decken gemacht worden, über welche ausführlicher zu berichten, den Rahmen dieser Abhandlung überschreiten würde. Es sei daher auf die betreffenden Veröffentlichungen in den technischen Zeitschriften verwiesen. Die Schmidt'sche Decke (Deutsch. Bauztg. 1894 No. 79) und die Wingen'sche Decke (Deutsch. Bauztg. 1894 No. 55) verwenden nach englischem bzw. amerikanischem Vorbilde besonders geformte Terrakotten. Ueber Stolte'sche Zementdielen mit Bandeiseneinlage vergl. Deutsch. Bauztg. 1894 No. 10. Weitere Mittheilungen in Deutsch. Bauztg. 1893 No. 81 und 1894 No. 45, 64, 81 und 93.

c. Feuerfeste und feuersichere Dächer.

Von den Dachdeckungsmaterialien werden Holzschindel, Stroh, Rohr und Schilf als nicht feuersicher angesehen. Stroh- und Rohrdächer sind noch besonders deshalb sehr feuergefährlich, weil bei einem Brande die brennenden Massen an der Traufe herunter stürzen und dann die Flucht aus den Ausgängen des Hauses versperren. Vergl. die Ausführungen auf S. 385 u. ff. Diese Dächer ziehen auch, da sie einen grossen Theil des Regenwassers in sich aufnehmen und dasselbe nur langsam abfliessen lassen, den Blitz an und werden, vom Blitze getroffen, sehr leicht gezündet.

Als feuersicher werden die sogen. harten Bedachungen, Ziegel und Schiefer, dann Dachpappe, Holzzement auf Holz-Unterlage sowie die Metall- und Glasdeckungen angesehen. Besonders feuerfest sind die auf S. 251 u. ff. beschriebenen Holzzementdächer auf massiver Unterlage, und sind dieselben daher hauptsächlich zum Eindecken von Theatergebäuden, Speichern und anderen Gebäuden feuergefährlichen oder besonders kostbaren Inhalts zu verwenden. Als massive Unterlage für Holzzementdächer eignen sich auch mehre der unter b. be-

schriebenen neueren Deckenkonstruktionen, so besonders die Kleine'sche und die Schürmann'sche Decke. Dass das Holzzementdach auch gegen den bei einem Brande entstehenden Rauch und Qualm durchaus dicht schliesst, ist weniger als ein Vortheil anzusehen, da hierdurch der Abzug der Rauchgase nach oben verhindert wird. Es tritt alsdann für die unteren Geschosse und die Treppenhäuser die Gefahr des Verqualmens ein. Es sollten daher die Räume unter Holzzementdächern stets mit genügenden seitlichen Fenstern oder sonstigen Luftöffnungen versehen werden.

Eiserne Dachstühle haben vor den hölzernen Dachstühlen den Vorzug, dass sie dem Feuer selbst keinen Nahrungsstoff bieten und zur Fortpflanzung desselben nicht beitragen. Sie werden daher besonders für die Dächer sehr hoher Gebäude, bei welchen der Druck der Spritzen nicht mehr genügt, sich empfehlen und in Dachräumen, in welchen brennbares Material überhaupt nicht gelagert wird, gegen Feuer vollständig gesichert sein. So werden in neuerer Zeit eiserne Dachstühle für hohe Kirchendächer mit Vorliebe ausgeführt. Auch empfiehlt es sich, bei Wohngebäuden bezw. Miethshäusern, welche im übrigen einen hölzernen Dachstuhl besitzen, wenigstens die höher geführten kuppelartigen oder thurmartigen Aufbauten mit eisernem Dachstuhl auszuführen. Selbst wenn der Wasserstrahl der Spritze den brennenden Dachstuhl eines derartigen Aufbaues noch erreicht, bleibt derselbe wirkungslos, da das Wasser von dem brennenden Holz wieder herabfließt, ohne in ausreichendem Grade zu löschen.

Wird in Dachräumen brennbares Material aufbewahrt, so wird ein eiserner Dachstuhl nur dann besondere Vorzüge vor dem hölzernen Dachstuhl besitzen, wenn entweder die dünnen Eisentheile feuersicher ummantelt oder noch besser die Konstruktion derartig gewählt ist, dass die Binderkonstruktion durch Einlegen einer feuersicheren Zwischendecke vollständig von dem Lagerraum abgeschieden ist. Besonders fehlerhaft würde es sein, an einen gegen Feuer ungeschützten eisernen Dachstuhl mit dünnen Eisenstangen schwere steinerne Deckenkonstruktionen der unteren Geschosse anzuhängen, da das Nachgeben des glühend gewordenen Dachstuhles den Einsturz der angehängten schweren Decke nach sich ziehen würde.

Fig. 124 stellt einen feuersicheren Dachstuhl dar, welcher vom Arch. Bohm für das zu Werkstattzwecken ausgenutzte Mansardendach des Geschäftshauses Mannheimer zu Berlin ausgeführt ist. Die bogenförmigen Binder, welche mit Scheitelgelenk versehen sind, stehen so nahe aneinander, dass eigentliche Fugen entbehrlich sind. Die an deren Stelle angebrachten Γ -Eisen bilden nur die Längsversteifung. Auf der äusseren Gurtung liegt die Dachdeckung, welche von Monierplatten mit Zinküberdeckung gebildet ist, auf. Zwischen den unteren Gurtungen sind Gipsdielen eingeschoben, so dass unterhalb des Binders eine glatte feuersichere Decke gebildet ist. Der Seitenschub wird durch die \mathbf{I} -Träger der Dachbalkenlage aufgehoben. Der durch Oberlicht beleuchtete Arbeits- und Lagerraum ist frei von allen Stützen und für die Zwecke eines Geschäftshauses vorzüglich geeignet.

Fig. 125 giebt das Bild eines ähnlichen halbkreisförmigen Daches, das überhaupt keinen Binder hat, vielmehr aus einem einzigen halbkreisförmigen Tonnengewölbe als Moniergewölbe konstruirt ist. Die Uebermauerung des Gewölbes ist also angenommen, dass die Stützlinie mit dem Kreisbogen zusammenfällt. Die eiserne Dachbalkenlage muss ebenfalls den Seitenschub aufnehmen. Die eingetragene Holzkonstruktion stellt den Binder für das Lehrgerüst des Gewölbes dar.

Um das Dach gegen die Witterungseinflüsse noch undurchlässiger herzustellen, wird es sich empfehlen, über dem Moniergewölbe noch eine Lage Gipsdielen und doppelte Asphaltpappe, wie bei den Dächern Fig. 126—131 angegeben, herzustellen. Diese Dächer, welche für Ställe und Fabrikgebäude bereits mehrfach Verwendung gefunden haben, sind ebenfalls unter Benutzung von Monier-Konstruktionen und Gipsdielen-Isolierung hergestellt. Das Dach Fig. 126 u. 127 hat Monierkappen von 4,80 m Spannweite nach der Tiefe des Gebäudes.

Fig. 124. Dachstuhl Geschäftshaus Mannheimer in Berlin.

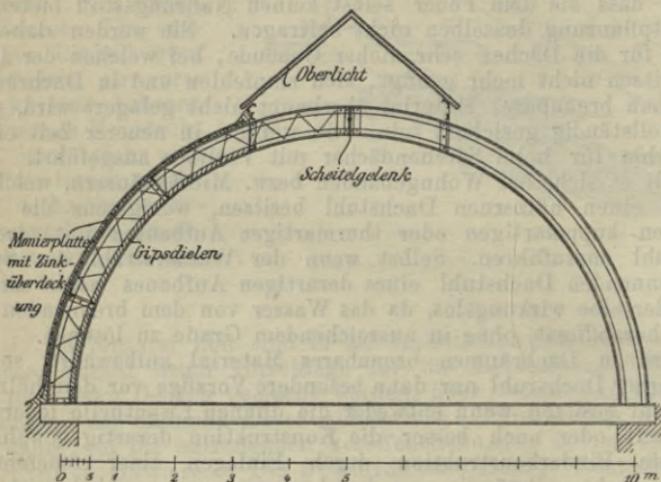
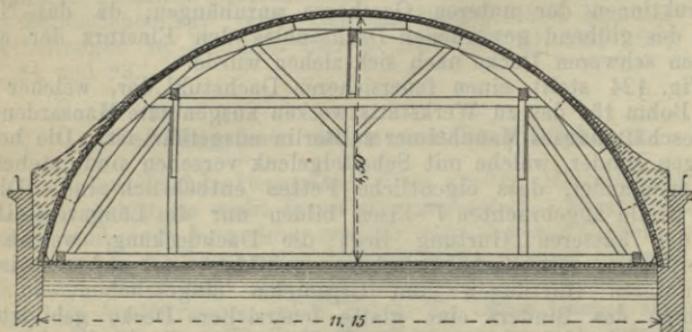


Fig. 125



Ueber denselben liegt die Dachschalung, welche aus Gipsdielen gebildet ist, der Neigung der Gewölbe folgt und durch eine Luftschicht von der Monierkappe isolirt wird. Die eigentliche Dachdeckung bildet Asphaltpappe.

Bei der zweiten Anordnung, Fig. 128 und 129, ist die Gipsdielenschalung in eine gerade Fläche gelegt. Die dritte Anordnung Fig. 130 und Fig. 131 zeigt ein ähnliches Dach von flacher Dachneigung, aber mit geraden Monierplatten als tragender Konstruktion.

Der Vorzug dieser Dächer vor der blossen Metallkonstruktion, wie z. B. Wellblechdächern, beruht auf der grösseren Feuersicherheit,

Fig. 126.



Fig. 127.

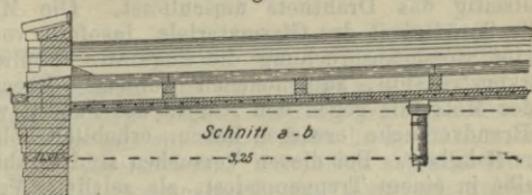


Fig. 128 u. 129.

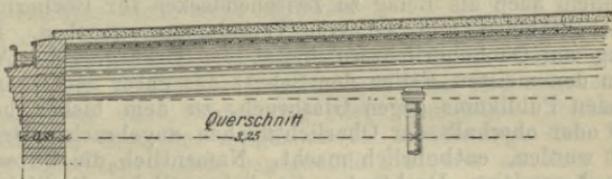
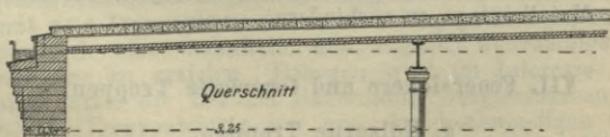


Fig. 130 u. 131.



und der Sicherheit gegen den Angriff des Rostes. Bei der guten Isolirung gegen die Kälte beschlagen die Dächer auf der Unterseite nicht. Ausgeführt sind derartige Bogendächer aus Moniermasse u. a.

bei den umfangreichen Schlachthausbauten zu Wien und in der Glasfabrik zu Stralau. Bei letzterem Bau sind Monier-Bogendächer bis zu 15,5 m Spannweite freitragend ausgeführt. Selbstverständlich muss der Seitenschub derartiger weit gespannter Bögen gleich wie bei bombirten Wellblechdächern durch eiserne Zugstangen aufgehoben werden.

Siemens'sches Drahtglas. Das von der Aktiengesellschaft für Glasindustrie, vormals Siemens zu Dresden seit 1892 in den Handel gebrachte und in der kurzen Zeit, die seit seiner Einführung verflossen ist, schon vielfach verwandte sogen. „Drahtglas“ besteht aus Glasplatten, welche in noch flüssigem oder plastischem Zustande mit einer Einlage eines Drahtnetzes derartig versehen sind, dass die Glasmasse allseitig das Drahtnetz umschliesst. Die Metalleinlage vermindert die Sprödigkeit des Glasmaterials, insofern von derselben bei Druck- oder Stossbeanspruchung die Zugkräfte, ähnlich wie bei einer Monierkonstruktion, aufgenommen werden. Ebenso ist der Widerstand des Materials gegen den Angriff des Feuers, wie dies die Stude'schen Brandversuche erwiesen haben, erheblich höher, als bei gewöhnlichem Rohglase. Bei diesen Versuchen sind Drahtglasplatten als Lichtscheibe in einem Treppenpodest, als seitliche Verglasung in der Oeffnung einer Treppenhauwand und als Dachoberlicht erprobt worden und haben Hitzegraden bis zu 1000 und 1300° C. widerstanden, ohne dass eine vollständige Zerstörung eintrat. Die grosse Feuersicherheit des Materials wird seine Verwendung in Oeffnungen von Brandmauern, in feuersicheren Thüren, in Fenstern, die von Lagerräumen nach Lichtschachten führen, in Verbindungsöffnungen zwischen Treppenhäusern und inneren Räumen usw. empfehlenswerth machen. Der grosse Widerstand gegen Belastungen und Stösse hat zur Benutzung für Oberlichter in den Fussböden von Höfen, Markthallen und vor allem auch als Belag zu Zwischendecken für Büchermagazine in Bibliothekräumen und Archiven Veranlassung gegeben. Für die Verglasung von Dachoberlichtern bietet das Drahtglas den Vortheil, dass es in den meisten Fällen den Schutz des unter den Oberlichtern verkehrenden Publikums gegen Glasbruch, zu dem bisher besondere unterhalb oder oberhalb der Oberlichtflächen angebrachte Drahtnetze verwendet wurden, entbehrlich macht. Namentlich die Unterhaltung derartiger besonderer Drahtnetze ist bekanntlich mit Weiterungen verknüpft.

Allerdings ist bei Verwendung von Drahtglas zu grösseren und komplizirteren Oberlichtkonstruktionen zu beachten, dass die einzelnen Glastafeln genau passrecht für die Oeffnungen der Eisenkonstruktion geliefert und erforderlichenfalls besonders in der Fabrik hergestellt werden müssen. Drahtglas lässt sich zwar schleifen, bohren und poliren, doch stösst das Schneiden mit dem Diamanten auf Schwierigkeiten. Auch muss die seitliche Blosslegung des Drahtgewebes infolge nachträglicher Durchschneidung der Tafeln vermieden werden, um das Rosten der Metalleinlage zu verhindern.

VII. Feuersichere und feuerfeste Treppen.

a. Hölzerne Treppen.

Hölzerne Treppen stehen solchen aus unverbrennlichem Material hinsichtlich der Feuersicherheit nur wenig nach. Der Rückzug der Bewohner eines Hauses auf der Treppe ist überhaupt nur ausführbar, so lange das Treppenhaus noch nicht von Rauch und Qualm erfüllt,

bezw. von der Stichflamme erreicht ist. Dem Nachtheil, dass die hölzernen Treppengeländer und Wangen der Stichflamme weitere Nahrung bieten, steht der Vortheil gegenüber, dass hölzerne Treppen für die Löschmannschaften noch begehbar bleiben, bis die tragenden Holztheile thatsächlich durchgebrannt sind. Sehr zu empfehlen, und in Berlin durch die Baupolizei-Ordnung vorgeschrieben, ist die feuersichere Bekleidung der Unterseite der hölzernen Läufe und Podeste mit Rohrputz oder ähnlichem Putz. Die profilierten Treppenwangen und Podestbohlen bilden die Einrahmung dieser Putzbekleidung; es lässt sich auch eine angenehme architektonische Erscheinung der geputzten Unterseiten durch angemessene Bemalung derselben erzielen.

b. Steinerne, gemauerte und Kunstsandstein-Treppen.

Von den massiven, aus Stein und aus Stein mit Zuhilfenahme von Eisen hergestellten Treppen sind die freitragenden Treppen, bei welchen die Stufen nur mit einem Ende in der Mauer befestigt sind, die am wenigsten feuersicheren. Besonders schlecht hat sich Granit, welches als festestes Steinmaterial, das auch am wenigsten der Abnutzung unterworfen ist, vielfach zu Treppenstufen bevorzugt wurde, im Feuer bewährt. Wie bei Bränden und auch bei den Stude'schen Brandproben sich erwiesen hat, springen die Granitstufen unter der Einwirkung der Stichflamme und des Spritzwassers. Die des Haltes beraubten Stufen fallen herab und werden den Löschmannschaften gefährlich. Freitragende Treppen sind daher in Theatergebäuden durch die betr. preussische Polizei-Verordnung ausdrücklich verboten. Desgleichen werden freitragende Granitstufen nach den Vorschriften der neuen Baupolizei-Ordnung für die Vororte Berlins selbst für Wohnhausbauten nicht mehr zugelassen.

Bei der Unterstützung des Aussenendes einer Hausteinstufe hat man die Wahl zwischen vollen Mauern, durch Gurtbögen durchbrochenen bezw. in Stützen aufgelösten Mauern und eisernen Trägern. Abgesehen von der Schädigung der räumlichen Wirkung eines Treppenhauses hat die vollgemauerte Mittelwange den Nachtheil, dass auf der Treppe sich begegnende Personen an dem Podest zusammen treffen, ohne sich vorher gesehen zu haben. Ihre Anwendung wird sich daher auf Theater, Versammlungsgebäude usw. beschränken, in welchen der Menschenstrom vor oder nach der Vorstellung sich nur nach einer Richtung bewegt.

Hausteintreppen mit durch Gurtbögenöffnungen durchbrochenen, oder ganz in Stützen aufgelösten Mittelwangen, mit oder ohne Unterwölbung der Treppenläufe, finden hauptsächlich in öffentlichen Gebäuden bei grösseren räumlichen Abmessungen Verwendung. Es ist wohl bei besonders feuerfestem Ausbau des Hauses und geringerer Feuergefährlichkeit des Inhalts desselben unbedenklich, die angrenzenden Flure mit dem Treppenhaus durch weite Bogenöffnungen zu verbinden und hierdurch eine malerische und zugleich weiträumige Flur- und Treppenanlage zu erzielen. Dagegen wird im Interesse der Feuersicherheit durch die Berliner Bauordnung vorgeschrieben, dass die Mauern der Treppenhäuser nur von den nothwendigen Oeffnungen unterbrochen werden dürfen, was für mehrgeschossige Miethshäuser, Fabriken usw. jedenfalls zweckmässig ist. Vergl. die Ausführungen unter I. und II. des gegenwärt. Abschn.

Die Unterstützung des äusseren Endes von Hausteinstufen durch einen eisernen, von Podest zu Podest frei liegenden Träger sichert

die Standfestigkeit der Treppe selbstverständlich nur, so lange das Treppenhaus nicht von einer Stichflamme erreicht wird, welche das Eisen glühend macht und Formveränderungen, besonders ein seitliches Durchbiegen der Eisenwangen hervor ruft.

Die gewöhnliche, in Berlin besonders häufig ausgeführte feuerfeste Treppenkonstruktion ist die mit gewölbten Podesten und steigenden Gewölben unter den Läufen, welche zwischen den I Trägern der Podeste eingespannt sind. Die Gewölbe werden $\frac{1}{2}$ Stein stark in Zementmörtel ausgeführt. Die quer von Umfassungswand zu Umfassungswand reichenden Eisenträger liegen nur mit dem Unterflansch frei, werden im übrigen vom Gewölbemauerwerk umschlossen und

Fig. 141.



Fig. 132—134.



Fig. 135—140.



bieten daher der Stichflamme wenig Angriffsfläche.

Kunstsandstein-Treppen. Kunstsandstein ist ein Fabrikat, welches aus einem Gemisch von Quarzkies, feinem Sande, Kalk und Portlandzement hergestellt, in die entsprechenden Formen gebracht und durch Wasserdruck oder durch Stampfen fest eingepresst wird.

Der Kunstsandstein wurde zunächst hauptsächlich als Ersatz des Sandsteins für die Verblendung von Gebäudefronten verwendet. Eine besondere Ausbildung des Materials hat dasselbe später durch seine Verwerthung als massive Treppenstufen erfahren. Die Stufen aus Kunstsandstein werden nicht nur auf beiden Seiten auflagernd, sondern auch einseitig eingemauert und freitragend verwendet. Ihre Festigkeit wird dadurch verstärkt, dass in jeder Stufe eine Eisenschiene eingebettet liegt, die an den beiden Stirnenden aufgekantet ist, wodurch zugleich ein besserer Zusammenhang zwischen Eisen und Beton erzeugt wird. Bei einseitig eingemauerten Stufen wird der in die Mauer eingreifende Theil der Stufe zweckmässig als volles Vierkant her-

gestellt. Der Uebergang vom Vierkant zu dem dreiecksförmigen Querschnitt wird vielfach durch einen konsolartigen Körper gebildet, vergl. Fig. 132, 133, 135, 136, 137. Bei besseren Treppen ist auch die Unterfläche jeder Stufe, sowie auch die Stirnseite verziert, ohne dass diese Verzierungen den Preis nennenswerth erhöhen. Fig. 132 bis 141 zeigen verschiedene Ausbildungen der Stufen in der Unter- und Seitenansicht. Am zweckmässigsten wird man die Kunstsandsteinstufen nur für die eigentlichen Treppenläufe verwenden und die Podeste als flache Kappen, Kleine'sche Decke oder Kreuzgewölbe zwischen I-Trägern oder Gurtbögen wölben. Die I-Träger der Podeste lassen sich in leichter und angemessener Weise durch die anschliessenden Austrittsstufen ummanteln, so dass sie dem Angriff des Feuers entzogen sind.

Freitragende Schönweide'r Sandsteinstufen von 1,25 m Ausladung haben Probelastungen mit dem 5fachen der üblichen beweglichen Last ohne Schaden ausgehalten. Eine Treppe aus demselben Material hat einem Schadenfeuer in der Krausen-Str. 39 zu Berlin so weit Stand gehalten, dass die an einer Seite in der Wand eingemauerten Stufen infolge des Angriffs der Stichflamme und des kalten Wasserstrahls nur einzelne feine Haarrisse und Sprünge erhielten, während der Walzträger, welcher das Ende der Stufen unterstützte, infolge Erglühens sich in einem Bogen von 20 cm Stichhöhe seitwärts krümmte und somit einem Theil der Stufen das Auflager entzog. Auch bei einem Unfall gelegentlich des Versetzens einer Podestplatte vermochte die niederstürzende Podestplatte einzelne der unmittelbar betroffenen, frei auskragenden Stufen zwar theilweise zu zerstören; doch erfolgte der Bruch so, dass ein Theil des Betons dieser Stufen immer noch intakt blieb und die Eisenlage nur durchgebogen wurde. Auch die Stude'schen Brandproben haben die grosse Feuersicherheit der Kunstsandsteinstufen gegenüber den Granitstufen erwiesen. — Leider sind Stufen aus festem quarzhaltigem natürlichem Sandstein, z. B. Wesersandstein, bei den Proben nicht zum Vergleich eingebaut und dem Feuer ausgesetzt worden.

c. Eiserne Treppen.

Als feuersichere Treppen kommen hauptsächlich nur solche aus Schmiedeeisen in betracht.

Nach der Berliner Bauordnung wird eine eiserne Treppe als „feuerfest“ angesehen, wenn sämtliche tragenden Theile, Tritte und Futterstufen in Eisen hergestellt sind, und können die Stufen auch mit Holz belegt werden wenn die Eisenkonstruktion unter denselben undurchbrochen ist. Den eisernen Treppen kann aber eine besondere Feuersicherheit nur dann beigelegt werden, wenn die tragenden Wangen mit Eisendraht umflochten und stark mit Zement oder Gips umputzt werden und die Unterseite der Stufen gleichfalls durch Drahtputz gegen den unmittelbaren Angriff des Feuers geschützt wird. Der Drahtputz kann unterseitig auch durch Wellblech ersetzt werden, wenn letzteres mit einer Betonüberlage die Stufen aus Stein oder Beton trägt. Aehnliche Treppen sind auch hin und wieder in Berlin für Fabrikgebäude mit glattem Blech hergestellt, derartig, dass der Raum zwischen der schrägen, durchgehenden unteren Blechwand und der aufgesetzten, vorderen senkrechten Blechwand der Trittstufe mit Beton aufgefüllt wurde. Das Umhüllen von eisernen Treppen mit Feuerschutzmitteln macht die sonstigen Vorzüge der

Eisenkonstruktion, nämlich die Leichtigkeit und das gefällige Aussehen derselben, illusorisch und ist deshalb bisher auch nur selten zur Ausführung gebracht.

d. Treppen in Monier-Konstruktion.

In jüngster Zeit sind auch einzelne Treppenanlagen aus Monier-Konstruktion ausgeführt. Dieselben haben vor den gewölbten Treppen den Vorzug geringerer Konstruktionshöhe und grösserer

Leichtigkeit, vor den eisernen Treppen den Vorzug grösserer Feuersicherheit.

Fig. 142 u. 143 stellen eine Treppe dar, wie dieselbe im Fabrikgebäude Stralau, dem Proviantamt Köpenicker-Strasse zu Berlin und auf dem Zementwerk Saldern bei Braunschweig ausgeführt ist. Die Podeste sind als Moniergewölbe, die Läufe als gerade Monierplatten hergestellt.

In der Treppe, Fig. 144, im Magazin des Garnison-Lazareths Tempelhof ausgeführt, bestehen die Läufe aus steigenden Monierbögen mit Betonüberschüttung. Die Podeste sind aus 2 Monierplatten mit Hohlraum dazwischen hergestellt.

Fig. 145 stellt die am Neubau des Justizpalastes zu Köln anstelle massiver Gewölbe ausgeführte Monier-Konstruktion für die 3 Läufe der Haupttreppe dar. Die steigende Tonne mit zwei Stichkappen wird durch die Stege verstärkt, welche in den Graten liegen; sie ist in der Mitte mit Schwemmsteinen, im übrigen mit Konkret übermauert und trägt die Hausteinstufen.

Fig. 142. Moniertreppe in der Fabrik Stralau.

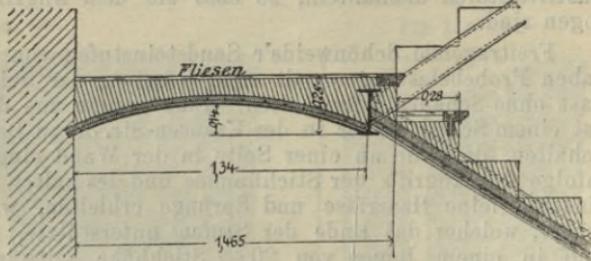


Fig. 143. Ausschnitt der Stufe.

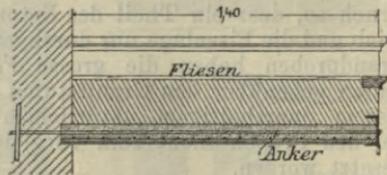
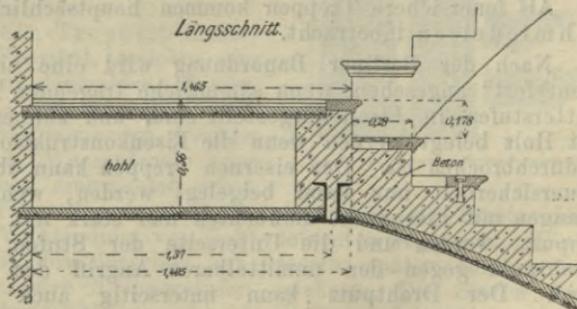
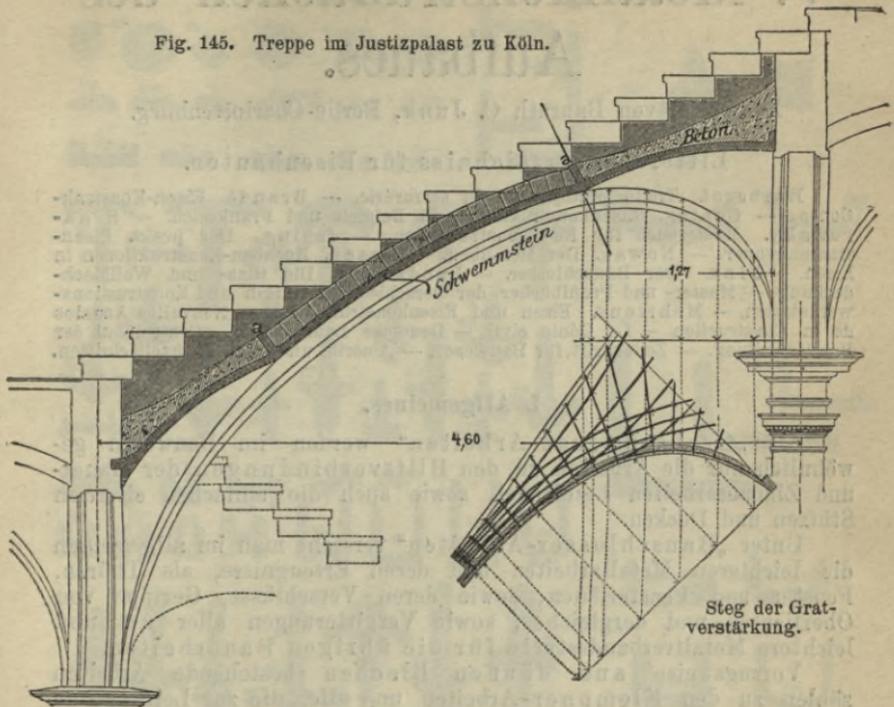


Fig. 144. Moniertreppe Garnisonlazareth Tempelhof.



Dass die Kleine'sche Decke sich auch zur Verwendung für die Konstruktion von Podesten und Treppenläufen eignet, ist auf S. 208 unter Maurerarbeiten schon erwähnt und durch die zugehörigen Skizzen Fig. 529 c u. d erläutert.

Fig. 145. Treppe im Justizpalast zu Köln.



Die Weiblichen...
 2. Etage...
 sowie die aus...
 gestellten...
 Eisenm...
 und Schloss...
 Arbeiten...
 bewilligt...
 Geringe...
 zur Anfert...
 können...
 geachtet...
 nicht...
 können.

V. Metallkonstruktionen des Aufbaues.

Bearbeitet von Baurath C. Junk, Berlin-Charlottenburg.

Litteraturverzeichniss für Eisenbauten.

Barberot. *Traité pratique de la serrurerie.* — Brandt. Eisen-Konstruktionen. — Contag. Eisenkonstruktionen in Belgien und Frankreich. — Scharrowky. Musterbuch für Eisenkonstruktionen. — Japing. Der prakt. Eisenwaarenkennr. — Nowak. Der Metallbau. — Klasen. Hochbau-Konstruktionen in Eisen. — Fink. Der Bauschlosser. — Landsberg. Die Glas- und Wellblechdeckung — Muster- und Profilbücher der verschiedenen Hütten und Konstruktionswerkstätten. — Mehrrens. Eisen und Eisenkonstruktionen. — *Nouvelles Annales de la Construction.* — *Le Génie civil.* — Deutsche Bauzeitung. — Centralblatt der Bauverwaltung. — Zeitschrift für Bauwesen. — Amerik. und engl. Fachzeitschriften.

I. Allgemeines.

Als „Groschmiede-Arbeiten“ werden im Bauwesen gewöhnlich nur die Arbeiten zu den Hilfsverbindungen der Mauer- und Zimmerarbeiten bezeichnet, sowie auch die einfachen eisernen Stützen und Decken.

Unter „Bauschlosser-Arbeiten“ versteht man im allgemeinen die leichteren Metallarbeiten und deren Erzeugnisse, als Thüren, Fenster und Fensterläden, sowie deren Verschlüsse, Gerippe von Oberlichtern und dergleichen, sowie Vergitterungen aller Art und leichtere Metallverbandsstücke für die übrigen Bauarbeiten.

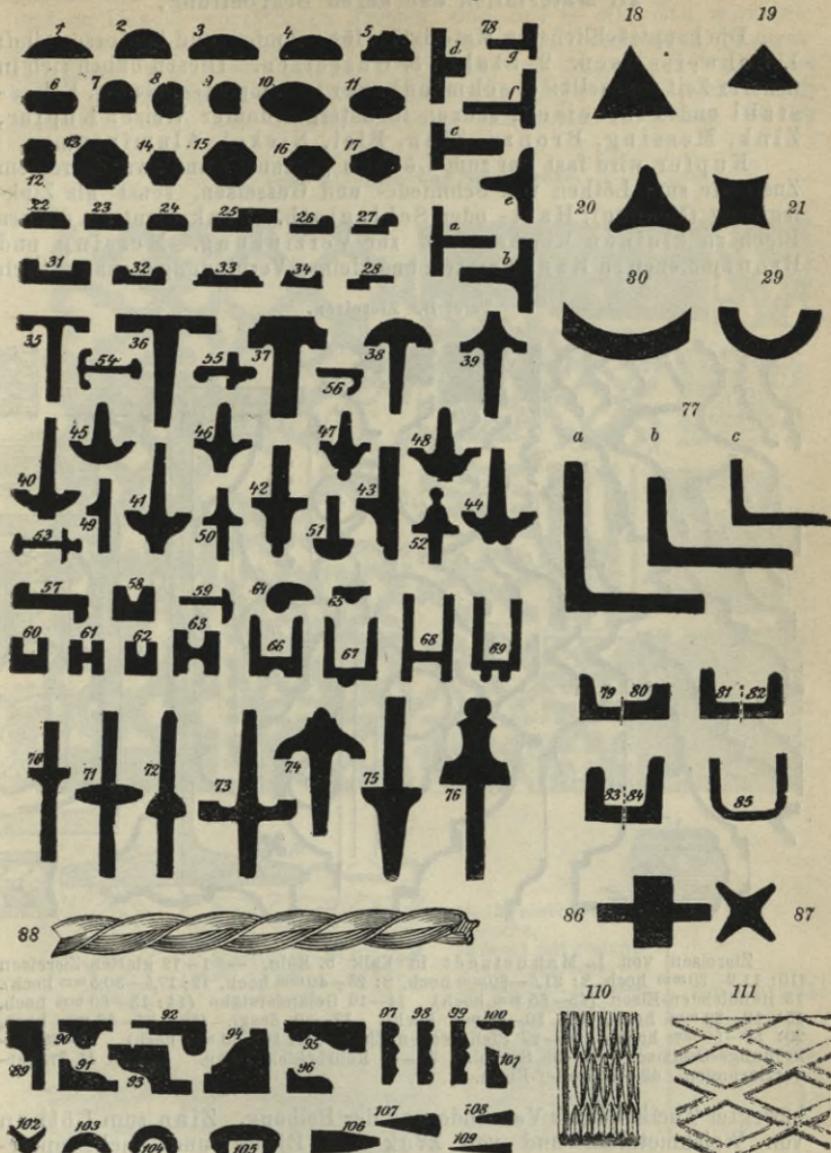
Vorzugsweise aus dünnen Blechen bestehende Arbeiten zählen zu den Klempner-Arbeiten und alle, die zur Leitung von Gas, Wasser und Elektrizität, sowie zu Heizungen benötigten zu den besonderen Arbeiten der betreffenden Gewerbszweige.

Besonders künstlerisch durchgeführte Schmiede- und Schlosserarbeiten werden vielfach, ebenso wie die neueren Verschlüsse, in besonderen Anstalten hergestellt, desgleichen die Handgriffe aus Messing und Bronze und die eisernen Treppen usw. Sie lassen sich nicht wohl abgetrennt behandeln, und sind demzufolge in die folgende Haupt-Abtheilung des Buches verwiesen, wo dieselben unter besonderen Ueberschriften besprochen werden.

Die selbständigen grösseren Eisenkonstruktionen als: Stützen, Fachwerke, Decken, Konsole und Dachverbände, sowie die aus Trägerwellblech mit Wegfall der Dachstühle hergestellten Dächer, die Gerippe der grossen Glasdächer, zutreffend auch „Eisenzimmerwerke“ benannt, werden im wesentlichen von Schmied und Schlosser hergestellt und unterscheiden sich von den anderen Arbeiten in der Regel nur dadurch, dass es sich um grössere Massenbewältigung handelt oder dass sie das mehr oder weniger selbständige Gerippe eines Baues bilden.

Zur Ausführung von Drahtzäunen und Doppelwand-Blechkonstruktionen erweisen sich Zimmerleute und ländliche (Forst-) Arbeiter meist geschickter als Schlosser; wo daher besondere Unternehmer dafür sich nicht finden, werden auch einfache Arbeiter damit betraut werden können.

Tafel I. Schlosserprofile.



Halbrund: 1 flach, 2 voll, 3 abgeekkt, 4 elliptisch, 5 kannellirt.

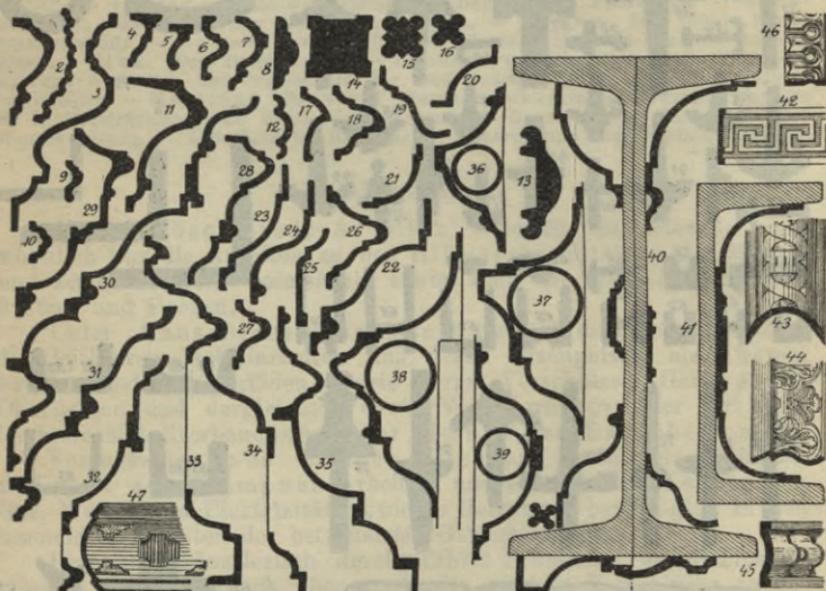
Gerundet: 6 zwei-, 7 einseitig, 8 rund abgeflacht, 9: $\frac{3}{4}$ rund, 10 Oval-, 11 Olive, 12 abgekantet, Quadrat. 13 voll-, 15 gedrückt-Achtkant-Eis., 14 voll-, 16 flachgedrückt-, 17 hochkant-gedrückt-Sechskant-, 18 Dreikant-, 19 desgl. gerundet, 20, 21 Hohlkant-, 22 zweiseit-, 23 eins.-, 24 zweise.- rund-abgekantet-Flacheisen, 25-28 Saumeisen, 29-30 Hohlraum-, 31-34 Gitterleisten, 35-44 Fenster- u. Schlegeleisten (43 halbes) 45-52 Sprossen-(49 halbes), 53-56 neue Formen von Fenstereisen, 57-63 Luftflügel-, 64-65 Luftflügel-Scharnier-, 66-69 Schieberrahmen-(Kulissen-), 70-76 Oberlicht-sprossen- oder Sparren, 77 L-Eisen, a) gleichschenkl., b) c) ungleichschenkl., 78 verschiedene T-Eisen: a) Normal, kantig, b) Norm. ausgerundet, c) hochstegig, d) kurz-dick-stegig, e) gleichschenkl., mit verjüngtem Steg, aus- und abgerundet, f) ungleichschenkl., g) desgl. mit ungleich starken Schenkeln, 79, 80, 81, 82, 83, 84 verschiedene U-Eisen, 85 Rinneisen, 86, 87 Kreuzisen, 88 desgl. gewunden, 89-96 Karniseisen, 97-101 Karniseisen, 102-104 Ecksaum-(102 auch Eckscharnier-), 105 Handschiene, 106 Roststab, 107-109 Siebstab, 110 Belageisen (für Treppenstufen usw.) 111 Riffelblech.

II. Materialien und deren Bearbeitung.

Die hauptsächlichsten Materialien für Schmied und Schlosser sind: 1. Schweisseisen. 2. Stahl. 3. Gusseisen. Diesen haben sich in neuerer Zeit zugesellt: 4. schmiedbarer (getemperter) Guss, Flussstahl und Flusseisen, sodann in untergeordneter Weise: Kupfer, Zink, Messing, Bronze, Zinn, Blei, Nickel, Aluminium.

Kupfer wird fast nur zum Löthen gebraucht und zwar in reinem Zustande zum Löthen von Schmiede- und Gusseisen, sonst als Zinklegirung (Messing): Hart- oder Schlagloth. Zink dient als dünnes Blech zu kleinen Rinnen und zur Verzinkung. Messing und Bronze dienen zu Handgriffen und kleinen Verbindungen, namentlich

Tafel II. Ziereisen.



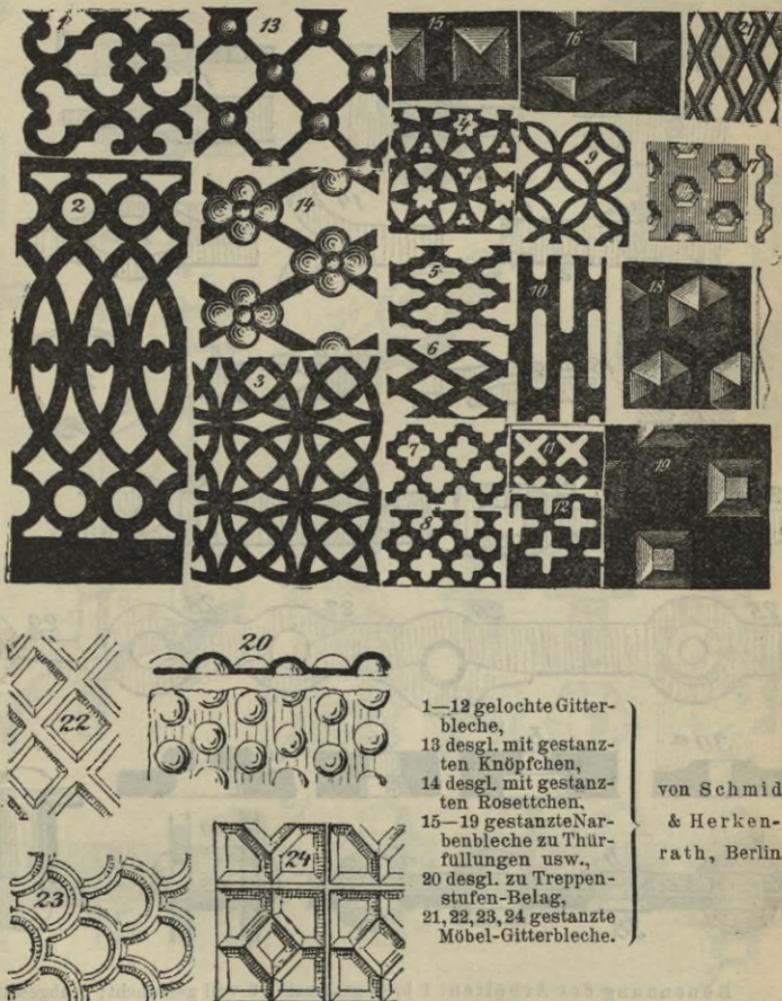
Ziereisen von L. Mannstaedt in Kalk b. Köln. — 1—12 glattes Zierrisen (10: 11,9—30 mm hoch 2: 21,5—80 mm hoch, 8: 25—40 mm hoch, 12: 17,5—30,5 mm hoch). 13 Handleisten-Eisen (45—65 mm hoch). 14—16 Geländerstäbe (14: 13—60 mm hoch, 15: 12—22 mm hoch, 16: 20—30 mm hoch). 17—20 desgl. (19: 34—46 mm hoch, 20: 30—50 mm hoch). 21—27 Pfeilerecken-Eisen (21: 30—50 mm hoch). 28—32 Bekrönungs-Gesimse. 33—35 Sockel. 36—39 Rohrbekleidungen. 40 und 41 Trägerverzierungen. 42—47 Relief-Eisen.

bewegter Theile behufs Verminderung der Reibung. Zinn zum Löthen von Weichmetallen und von Zink auf Eisen und auch, untergeordnet, der wesentlich aus Kupfer hergestellten Theile. Blei wird sowohl verwendet zur Befestigung von Eisentheilen in Stein, durch Vergiessen und Verstemmen, als zur Herstellung von Gegengewichten, sowie zu Unterlagsplatten, während Nickel nur als Ueberzug auf feineren, namentlich Ziertheilen Anwendung findet, oder als Legirung in Neusilbertheilen. Aluminium wird fast nur als Aluminium-Bronze oder Aluminium-Messingbronze und in dünnen Blättern zu silberähnlicher Plattirung verwendet.

Schmiedeisen und Stahl werden heutzutage fast in allen zur Bauschlosserei erforderlichen Profilformen gewalzt. Von der Viel-

gestalt der zu den verschiedensten Schlossereizwecken verwendeten und im Handel vorrätigen Formen sind auf S. 501 die wesentlichsten Typen dargestellt. Zu bemerken ist, dass sogen. Quadrat- (□) Eisen von 4 mm bis zu 1 cm Seite als Nageisen und diese sowie Flacheisen, welche 1 cm Dicke und 1,5 cm Breite nicht überschreiten, auch als: Schneideisen, ausserdem Flacheisen bis zu

Tafel III. Zier- und Stanzbleche.



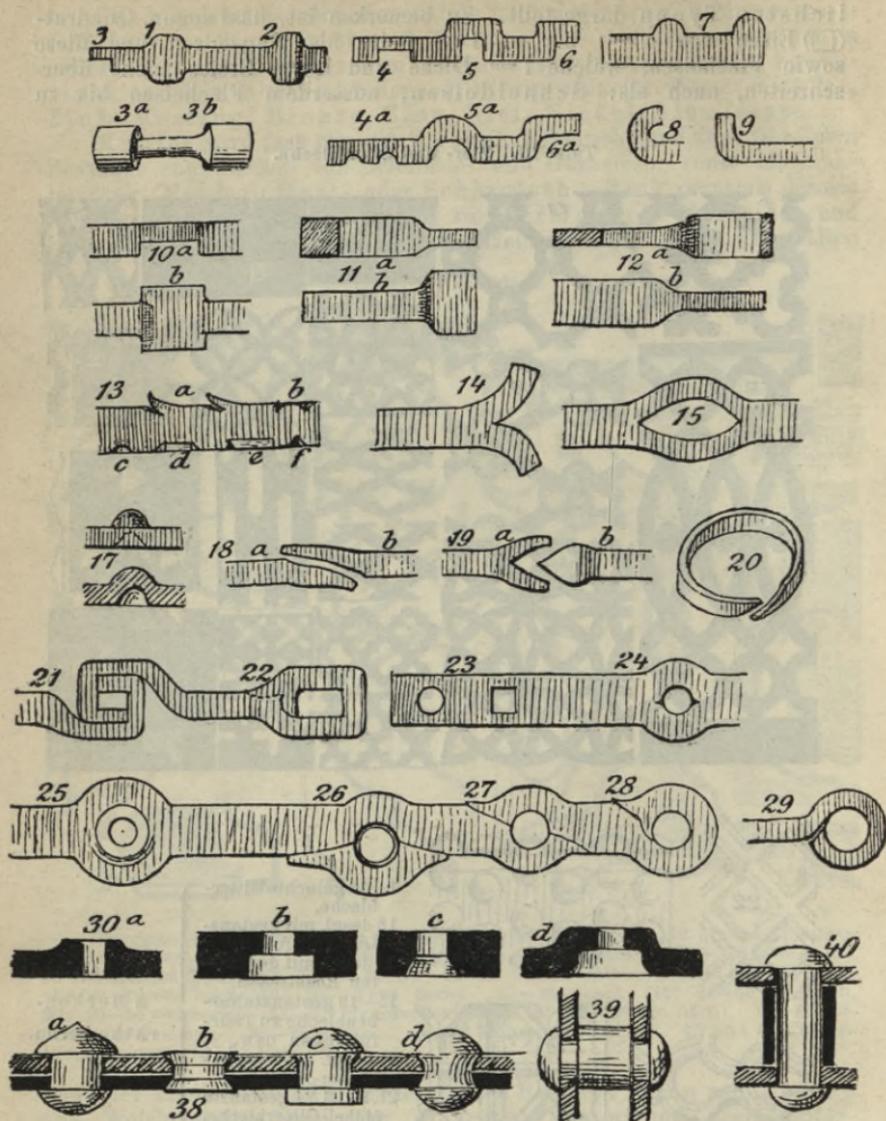
- 1—12 gelochte Gitterbleche,
- 13 desgl. mit gestanzten Knöpfchen,
- 14 desgl. mit gestanzten Rosetten,
- 15—19 gestanzte Narbenbleche zu Thürfüllungen usw.,
- 20 desgl. zu Treppenstufen-Belag,
- 21, 22, 23, 24 gestanzte Möbel-Gitterbleche.

von Schmidt & Herkenrath, Berlin.

1,5 cm Breite und 4 mm Dicke als Bandeisen und bei grösseren Querschnitt-Abmessungen als Reifeisen bezeichnet werden. Dünne Δ-, □-, Vieleck- und Rundeisen bis zu 1 cm Durchm. heissen Draht.

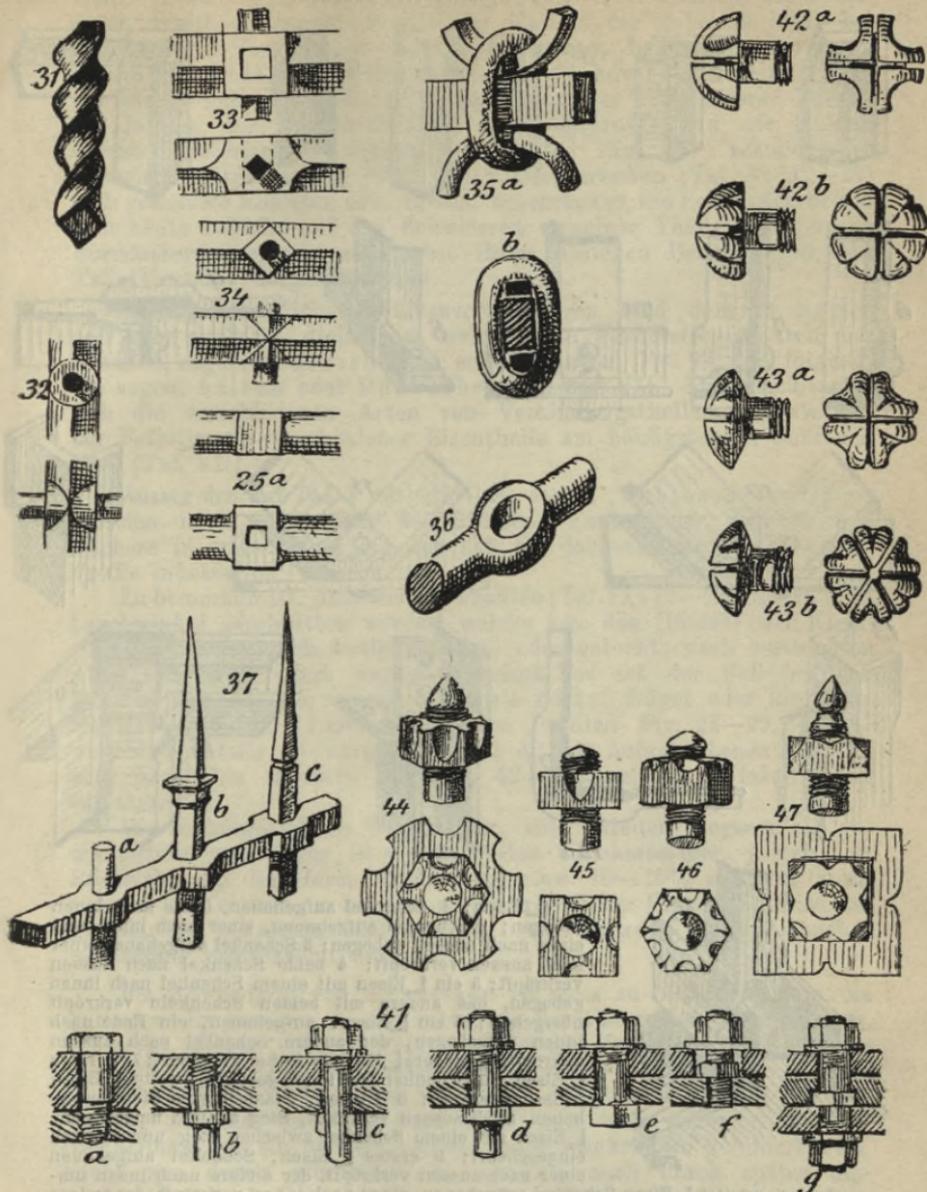
Beim Entwerfen ist es rätlich die Profilbücher verschiedener Walzwerke einzusehen, da die Herstellung selbst geringster Abweichungen, auch die Beschaffung selten gebrauchter Profile, mit

Tafel IV. Schmiedearbeiten (nach ihren Benennungen).



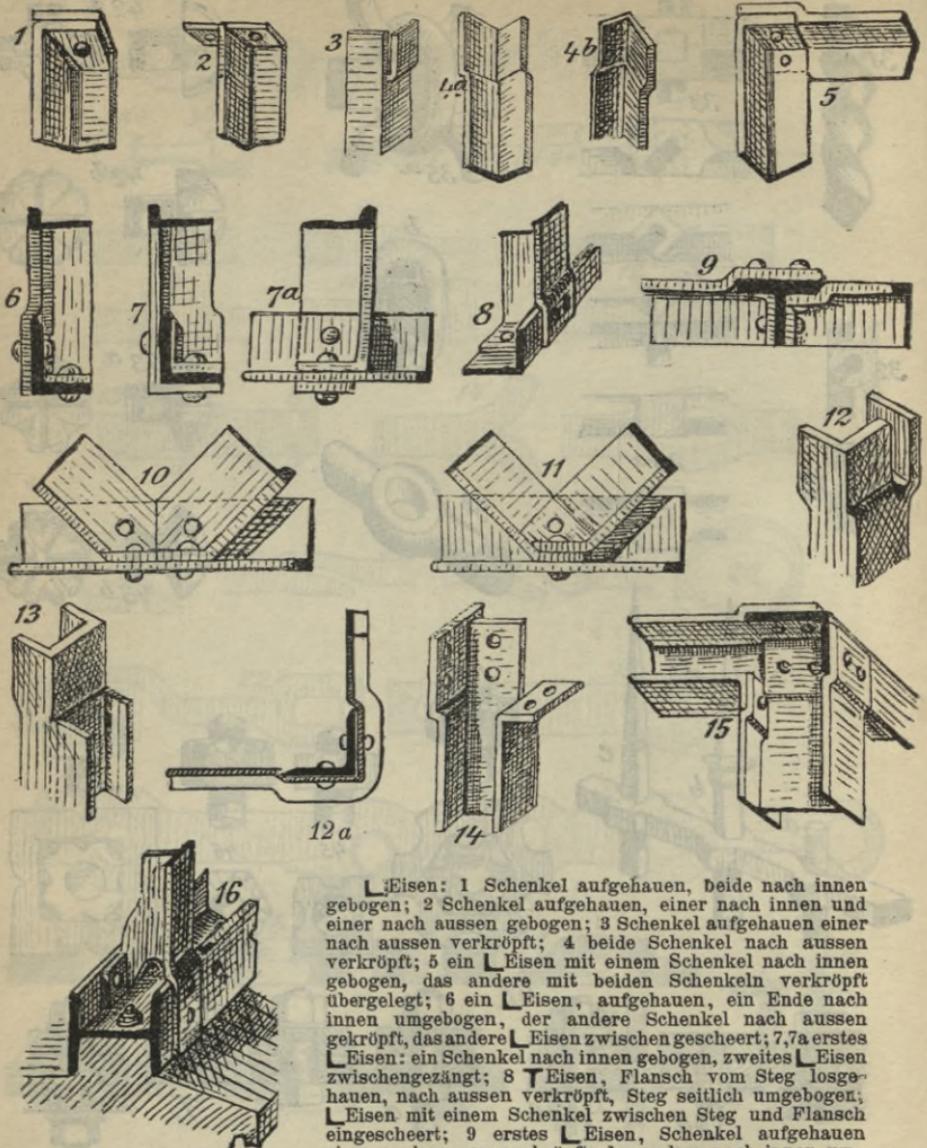
Benennung der Arbeiten: 1 breit gestaucht; 2 voll gestaucht; 3 abgesetzt; 3a (auf Rundeisen) scharf, 3b desgl. ausgerundet; 4 eingesetzt kantig; 4a rund; 5 kantig eingekröpft; 5a rund; 5 kantig; 6a ausgerundet verkröpft; 7 Nasen; 8 gekrümmter, 9 gerader Haken; 10 ein- und breitgesetzt; 11 breit geschmiedet; 12 umgesetzt; 13 Kanten: a) aufgehauen, b–f verschiedenartig abgekantet; 14 Ende, 15 Auge aufgehauen; 17 Narben getrieben; 18 aufschweißen; 19 Keil- oder Gabelschweissung mit vorherigem Aufstauchen; 20 Ringschweißen; 21 offene, 22 zugeschweisste Keiltasche; 23 gelocht; 24 aufgetrieben; 25 aufgetrieben und vorgestauchtes, 25a als Kreuzkopf aufgetriebenes, 26 aufgeschweisstes, 27 angeschweisstes, 28 zugeschweisstes, 29 gerolltes Auge; 30a) aufgeschelltes, b) eingesetztes, c) versenktes, d) zurückgekröpftes Auge; 31 gewunden: 32–34 verschiedene Kreuzköpfe;

Tafel V. Schmiedearbeiten (nach ihren Benennungen).



35 Bundring, 36 Durchsteck-Auge; 37 Gitterschiene mit a rund-, b querkantig-, c langkantig-aufgetriebenem Auge, b Gitterspitze mit aufgeschweisstem buntem Ringe, c mit eingesetztem Hals; 38 Nietverbindungen: a mit spitz geschmiedetem, b mit beiderseits versenkten, c mit rund geschmiedetem Kopf, d mit beiderseits rund versenkten Köpfen; 39 Stehholzen-Vernietung; 40 desgl. mit Hulsrohr; 41 Schraubenverbindungen: a Kopfschraube, b Endansatz-Schraube, c Bolzen mit Keil und Mutter, d Bolzen mit Kopfansatz- und Mutter, e Bolzen mit eckigem Kopf- und Mutter, f zweiseitig geschnittene Schraube, einseitig mit Mutter, g zweiseitig geschnittene Schraube, zweiseitig mit Mutter; 42 Zierschrauben, 43 desgl. mit halbversenkten Köpfen; 44-47 Ziermuttern.

Tafel VI. Schmiedeverbindungen.



L-Eisen: 1 Schenkel aufgehauen, beide nach innen gebogen; 2 Schenkel aufgehauen, einer nach innen und einer nach aussen gebogen; 3 Schenkel aufgehauen einer nach aussen verkröpft; 4 beide Schenkel nach aussen verkröpft; 5 ein L-Eisen mit einem Schenkel nach innen gebogen, das andere mit beiden Schenkeln verkröpft übergelegt; 6 ein L-Eisen, aufgehauen, ein Ende nach innen umgebogen, der andere Schenkel nach aussen gekröpft, das andere L-Eisen zwischen gescheert; 7, 7a erstes L-Eisen: ein Schenkel nach innen gebogen, zweites L-Eisen zwischengezängt; 8 T-Eisen, Flansch vom Steg losgehauen, nach aussen verkröpft, Steg seitlich umgebogen; L-Eisen mit einem Schenkel zwischen Steg und Flansch eingescheert; 9 erstes L-Eisen, Schenkel aufgehauen einer nach aussen verkröpft, der andere nach innen umgebogen, zweites L-Eisen Schenkel aufgehauen, einer nach innen verkröpft, der andere nach innen umgebogen; T-Eisen zwischen 4 Schenkel der L-Eisen gescheert; 10, 11 L-Eisen-Verbindung mit schief abgehauen und schief umgebogenen liegenden Schenkeln; 12 U-Eisen, Steg mit einem Schenkel nach innen verkröpft, ein Schenkel aufgehauen und seitlich verkröpft; 12a U-Eisen um ein L-Eisen im Winkel verkröpft (für Fachwerk); 13 T-Eisen einseitig verkröpft, anderseits Schenkel abgehauen; 14 beide Schenkel aufgehauen, einer nach aussen verkröpft, der andere nach aussen umgebogen; 15 dasselbe T im Verbands mit einem zweiten, dessen zweiter Schenkel nach innen, der Steg seitlich verkröpft, ein L-Eisen zwischengescheert (für Fachwerk; 16 T-Eisen als Schwelle für Glashaus, mit Pfosten aus T-Eisen, dessen Schenkel verkröpft, der Steg ausgeschweisst und im Winkel seitlich gebogen (Abtropfen des Schweißwassers nach innen verhütet).

vielen Kosten und Zeitaufwand verknüpft ist, während hinwieder durch Wahl geeigneter Profile die Kosten der Arbeiten sich, bei gleichzeitiger Vermehrung der Zweckerfüllung, bedeutend verringern lassen. Gleiches gilt für Draht und Bleche. Die Flächenabmessungen der Bleche gehen aus den betr. Tabellen der Hüttenwerke hervor.

Infolge der Vielgestaltigkeit der Walzprofile und der Hülsen, welche Wellblech, Ziereisen, (Taf. II, Fig. 45) schmiedbares Gusseisen, Stanzbleche, (Taf. III). Zierschrauben (Taf. V, 42—47) und gestanzte Rosetten usw. bieten, beschränken die Schmiedearbeiten sich heute beinahe auf das Schweissen einzelner Theile und geringe Formänderungen, wie sie, nebst ihren üblichen Benennungen, auf Taf. IV und V dargestellt sind.

Die gebräuchlichsten Eisenverbindungen sind dort zu ersehen und zwar zunächst diejenigen, welche eine Vorbereitung durch den Schmied, sogen. Feuerarbeit zu erleiden haben, Taf. VI, und, folgend, die sogen. kalten oder Bankarbeiten, Taf. VII. Ihnen schliessen sich die verschiedenen Arten von Verbindungstheilen an, wie sie zur Befestigung verschiedener Eisentheile am häufigsten in Gebrauch sind, (Taf. VIII.)

Ausser den auf Taf. I mitgetheilten sogen. „Schlosserprofilen“ kommen noch, und zwar bei Stützen, Fachwerken, Decken und Dächern in erster Linie die auf Taf. IX dargestellten „schweren“ Profile in Betracht.

Zu bemerken ist, dass aus den Profilen (Taf. IX) 12—23b, 25, 26 u. 44 Laschwinkel geschnitten werden, welche von den Hütten oder Klein-eisenhandlungen auch fertig gebohrt, oder gelocht, nach bestimmten Abmessungen geliefert werden. Aehnliches ist der Fall bei den Profilen Fig. 34—41, welche öfters als Böcke, Bügel oder Rinneisen Benutzung finden. Laschen aus den Profilen Fig. 28—29, 42—43 werden ebenfalls „fertig“, 28 und 42 mit aufgetriebenen Löchern aber parallelen Rändern geliefert, 42—43 auch als Winkellaschen verschmiedet.

Die so hergestellten Winkel usw. sind minder biegsam als geschmiedete und daher in vielen Fällen zweckmässiger, jedoch mit Rücksicht auf leichteren Bruch um etwa 10—15% schwerer anzunehmen als letztere, wobei immer ein erheblicher Preisunterschied zugunsten der gewalzten sich ergibt, wenn grössere Massen gleicher Abmessung erforderlich sind. —

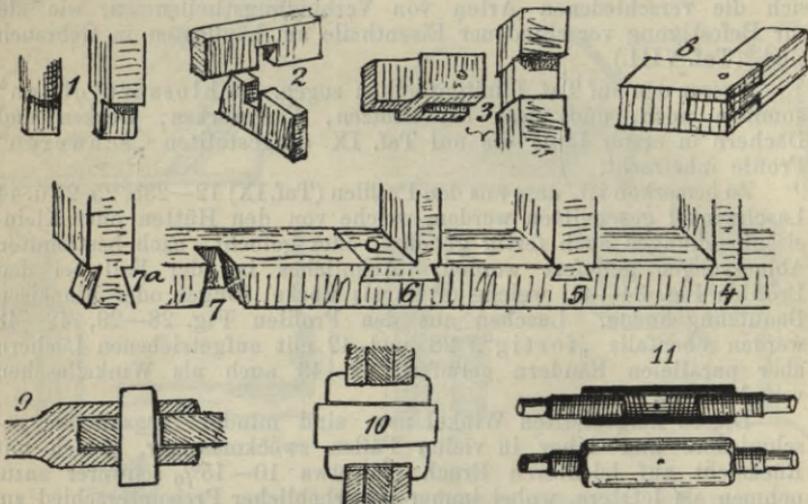
Bei Anwendung von Gusseisen ist stets zu bedenken, dass die geringen Ersparnisse in Erleichterung der Formgebung durch Guss, oft recht theuer erkauft werden durch die Umständlichkeit der Anfertigung guter — auch der Gusstechnik völlig angepasster — Modelle und Zufälligkeiten im Giessereibetriebe. In sondertechnischer Beziehung sei noch erwähnt, dass einer sehr weit gehenden Massenvertheilung wie sie je nach Druck- oder Zugkräften gefordert wird, nicht nur durch gusstechnische, sondern auch durch später einwirkende ungleiche Inanspruchnahmen, durch Temperatur-Verschiebungen usw. sehr enge Grenzen gezogen sind. Demgemäss ist auch hier nur der einzelnen Anwendungen gedacht, bei welchen besondere Bedenken nicht vorliegen.

Beim Entwurf ist sehr zu empfehlen die Musterbücher angesehener Kunstgiessereien (welche Kunstbauguss als Sonderfach betreiben!) zu Rathe zu ziehen und zeitig mit den betr. Werken (ohne Vermittlung der Eisenhandlungen) sich in Verkehr zu setzen. Auf diesem Wege wird der Architekt in seiner selbständig schaffenden Stellung nicht

beeinträchtigt sein, sondern es werden ihm gewissermassen unentgeltlich die reichen Erfahrungen der betr. Ingenieure zuteil.

Bezüglich der mitgetheilten Profil-Abbildungen und deren Anwendung sei hier bemerkt, dass nicht allein die im freien Ingenieurwesen für den reinen Eisenbau, bezw. die, ohne Rücksicht auf Bequemlichkeit und Bildungsfreiheit des Architekten bevorzugten Profile Aufnahme gefunden haben, sondern auch ein grosser Theil derjenigen Formen, welche dem Architekten zu seinen Schöpfungen dienlich sein können, wenn sie auch den Forderungen nicht voll entsprechen, welche der Schöpfung der „Deutschen Normalprofile“ zu Grunde lagen. Für die Gestaltungen des Architekten kann das Bestreben: „das Eisen nur in der für die grösste Widerstandsfähigkeit bei geringstem Materialaufwande vortheilhaftesten Querschnittsform“ zu verwenden „allein“ nicht

Tafel VII. Bankarbeiten.

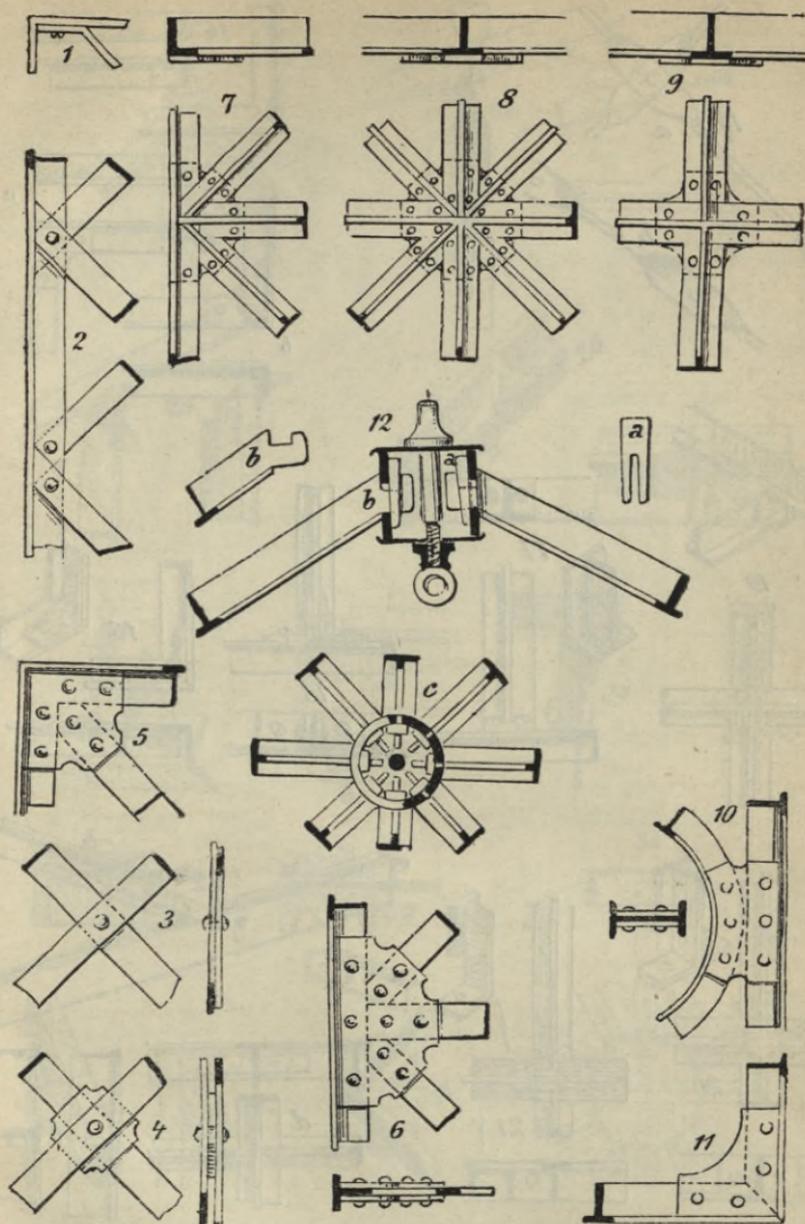


1 Zapfen; 2 Ueberklingung (einzeln: Ausklingung); zweiseitig eingeklinkt mit Gabelzapfen; 4 mit breitem Grat eingeschoben; 5 mit Schwalbenschwanzgrat eingeschoben; 6 mit Gratwinkel eingeschoben; 7 mit Gratblatt eingeschoben; 8 Verzinkung; 9 Keilverbinding; 10 Keilverbinding mit Gegenkeilen; 11 Muffenverschraubung (Schraubverschluss).

maassgebend sein; andere, theils ästhetische, theils praktische Rücksichten können ihn bestimmen, material-ökonomisch unvortheilhaftere aber seinen vielseitigen Zwecken mehr entsprechende Formen zu bevorzugen, oder solche die lediglich zu seinen Zwecken geschaffen sind.

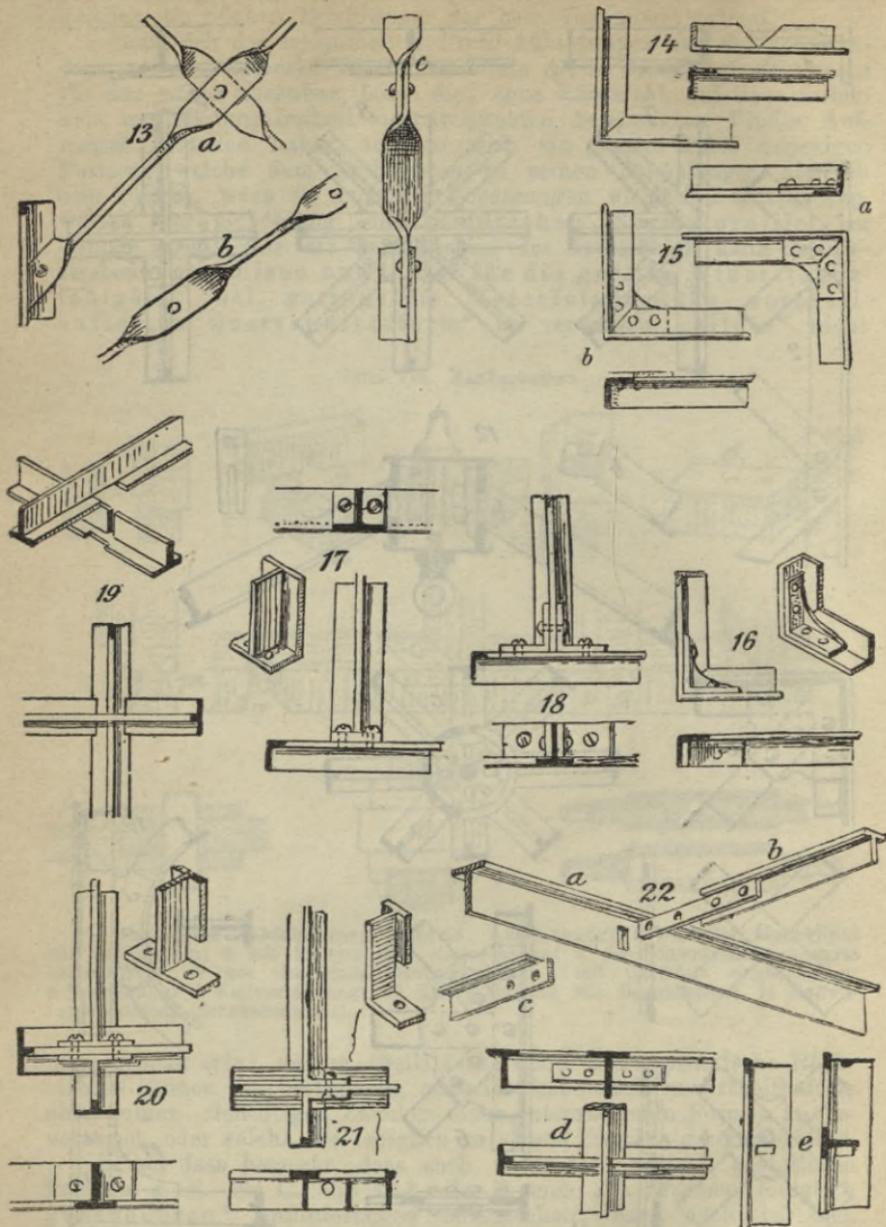
Es sei dazu bemerkt, dass auch unter den „normal“ gestalteten Profilen z. B. die L, die U, die Z und S Formen lediglich „besonderen“ Anforderungen entsprechen, dass auch in dem Scharowsky'schen Musterbuch für Eisenkonstruktionen eine Reihe von Profilen Aufnahme gefunden hat, welche nicht ausschliesslich „tragende“ Funktionen zu erfüllen haben, sondern sogar einer Sondertechnik für Deckenbildung entgegen zu kommen bestimmt sind, ebenso wie z. B. die Trägerwellblechform, welche zwar äusserste Bequemlichkeiten bietet, den sogen. „Normalansprüchen“ auch im engeren Sinne der Walztechnik, sich nicht unterordnen lässt.

Tafel VIII. Schlosserverbindungen.



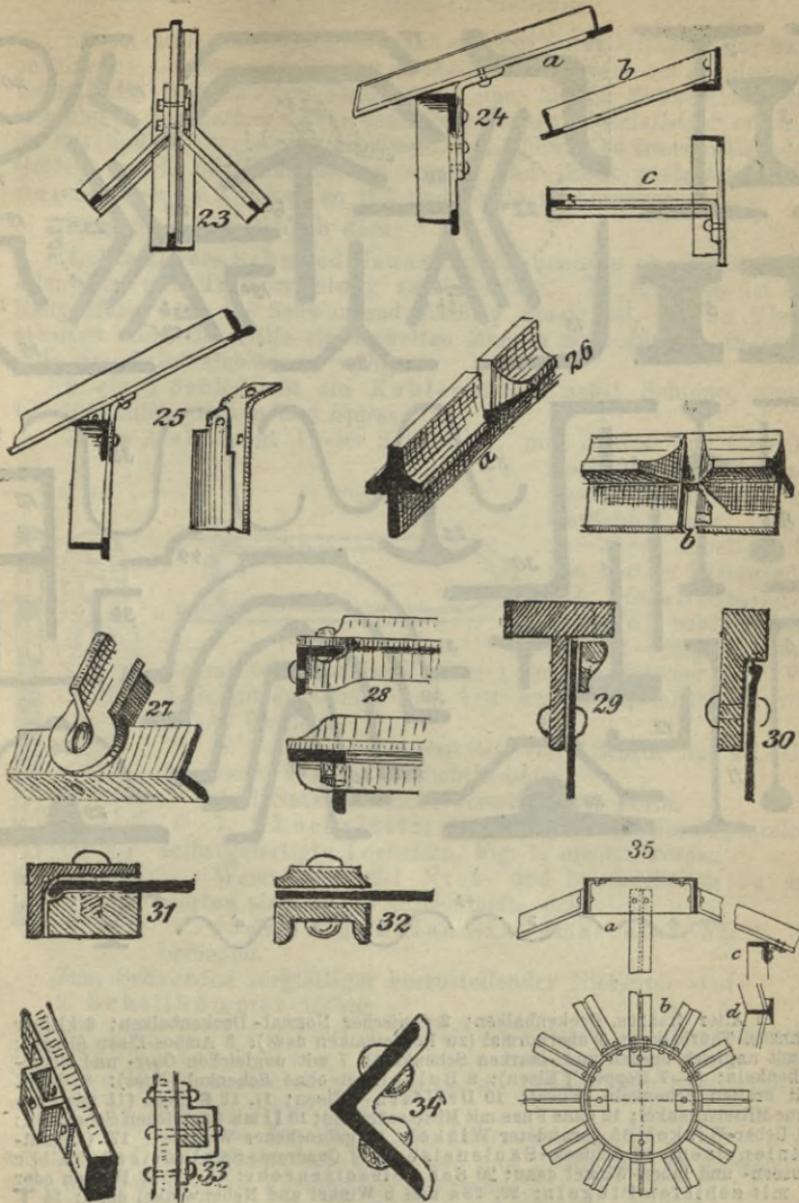
1 Winkel mit angenieteter, schief umgebogener Strebe; 2 T-Eisen mit am Steg angenieteten Gitterstreben; 3 Mittelverbindung der angenieteten Gitterstreben ohne Blech; 4 Mittelverbindung der angenieteten Gitterstreben mit ausgecktem Blech; 5 T-Eisen im Winkel, mit Diagonalstrebe und aufgenietetem ausgecktem Blech; 6 T-Eisen mit Vertikal- und zwei Diagonalstreben mit desgl.; 7, 8, 9, 10, 11 T-Eisenverbindung mit aufgelegten Blechen; 12 Firststern aus T-Eisen, in einem zusammengeschraubten Ringgehäuse, mit (b) ausgeklümpertem Kropfzapfen und (a) Gabel-

Tafel VIII. Schlosserverbindungen.

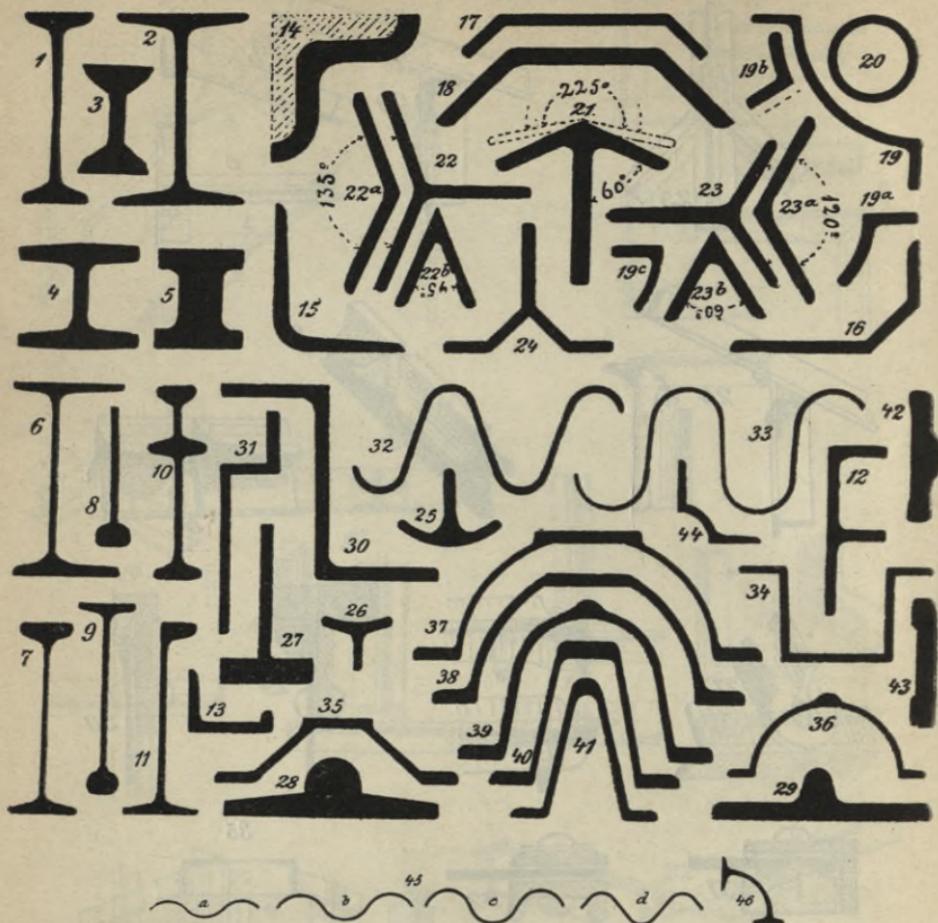


keil; 13 Gitterverbindung mit (a, c) „geschränkten“ (b) „verschränkten“ Streben
 14 Eckverbindung von L-Eisen, mit ausgehauenen Schenkel; 15a) mit aussen, b) mit
 innen, aufgenietetem Blech; 16 desgl. mit einem eingelegten Winkel aus schmiedbarem
 Guss; 17 T-Eisen mit abgehauenen Steg und umgebogenem Schenkel an L-Eisen an-
 genietet; 18 T-Eisen mit 2 inneren Winkeln am Steg, auf L-Eisen; 19 zwei T-Eisen,
 eines mit ausgeklinktem Steg und eingeklinktem Schenkel, das andere mit ausge-
 geklinktem Schenkel; 20 zwei T-Eisen mit ausgehauenen Schenkel und einge-
 schweisstem Doppelquerlappen an ein T-Eisen angenietet; 21 zwei T-Eisen mit aus-

Tafel VIII. Schlosserverbindungen.



gehauenen Schenkel und im Winkel gebogenen Stegen; 22 drei T-Eisen wie vor, doch mit durchgesteckter Flacheisenlasche verbunden; 23 zwei T-Eisen an ein drittes angeschifft; 24 Sparren mit L-Pfette und T-Pfosten mit Winkellappen verbunden; 25 T-Sparren mit L-Pfette und Pfosten durch umgebogenen Schenkel verbunden und mit durchgeschobenem Steg und Keil; 26 Kreuzsprossen überklinkt; 27, 28 Sprosseneisen auf Winkeleisen; 29–32 Blechsäume; 33 Schraubtasche; 34 Längenverbindung von L-Eisen mit „Ueberwinkel“; 35 vernieteter Firststern aus T-Eisen mit ausgeschnittenem Steg; d Stütze dazu.

Profil-Tafel IX. Schwere- oder Eisenzimmerprofile. **I** Eisen.

1 Alter französ. Deckenbalken; 2 deutscher Normal-Deckenbalken; 3 kleiner französ. Thürbalken; 5 übernormal (zu Podestbalken usw.); 5 Ambos-Eisen (desgl.); 6 mit ungleich breiten und -starken Schenkeln; 7 mit ungleichen Ober- und Unterschenkeln; (1-7 Doppel **T**Eisen); 8 Bulbeisen ohne Schenkel (Fuss); 8 desgl. mit breiten Schenkeln (Fuss); 10 Dreifach **T**Eisen; 11, 12 **F**Eisen (11 mit Fuss ohne Mittelschenkel; 12 ohne Fuss mit Mittelschenkel); 13 **U** mit ungleichen Schenkeln; 14 Ueber-Winkel; 15 gerundeter Winkel; 16 gebrochener Winkel; 17 Quadrat-Säuleneisen; 18 Achteck-Säuleneisen; 19 Quadrant-Säuleneisen; a, b, c Aussen- und Innen-Winkel dazu; 20 Schweisseisenrohr; 21, 22, 23 Pfetten oder **T** mit schiefen Flügeln; 22, 23a und b Winkel und Nebenwinkel dazu; 24 **T** mit gebrochenen Flügeln (siehe 16); 25, 26 **T** mit rund-, ein- und aufgebogenen Flügeln (26 auch Kesselfussboden); 27 **T** höchststegig mit doppelstarken Schenkeln; 28, 29 **T** mit Bulbstege; 30 **Z** normal; 31 **Z** mit einem breiten Schenkel; 32, 33 Trägerwellblech mit schiefer und mit geradem Stege; 34, Rinneisen; 35-37, 39-41 Belageisen; 38 deutsches Belageisen; 42, 43 Lascheneisen; 44 Nothwinkel oder breitschenkliges Quadrat; 45 kleine Wellbleche, a) flach, b) mittel, c) hohes, d) desgl. mit geraden Stegen; 46 geknicktes **T**Eisen (mit gebogenem Stege).

III. Werkstätten-Einrichtung.

Rücksichten auf den Kostenpunkt und auf guten Fortgang der Bauausführung lassen es oft nöthig erscheinen, besonders bei abgelegenen Baustellen, Seitens der Bauleitung eine kleine Werkstätten-Einrichtung zu beschaffen, welche den verschiedenen „Spezialisten“ erspart, für Beschaffung der minder gebräuchlichen, schwer zu transportirenden Geräte nach der Baustelle zu sorgen und ihnen gestattet, nicht voraussehende Arbeiten an Ort und Stelle zu bewirken.

Es gehören gewöhnlich dazu:

1. Ein kleines Schmiedefeuer, am bequemsten eine kleine Feldschmiede, mit Tretvorrichtung zum Gebläse. Zu beachten ist bei Radgebläse, dass das Schwungrad mächtig genug sei, um bei Kleinarbeiten nicht der Hilfe eines zweiten Mannes zu bedürfen; anderenfalls ist „Balg“-Gebläse zu wählen.

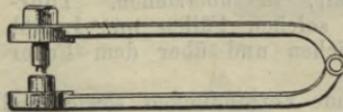
2. ein Lösch- und ein Kohleneimer nebst Schippe, sowie Löschschaufel, -Haken und Spiess.

3. ein Ambos mit 1 oder 2 Hörnern, mit Schrot- und Gesenkloch, sowie Winkelansatz versehen, im Gewicht von etwa 25—30 kg, nebst Klotz von hartem Hirnholz.

Fig. 1.



Fig. 2.



4. 1 Satz Schmiedezangen, nebst Uberschiebe-Bügel und Schmiedehämmer und zwar: 1 Zuschlaghammer von 2 kg, 1 Schmiedehammer von 1 kg und 1 Kreuzhammer von 1 $\frac{1}{2}$ kg Gewicht,

5. 1 Abschrot, nebst Satz von 2 Schrot- und 4 Lochhämmern, sowie 1 Schlichthammer.

6. 1 Satz Gesenke verschiedener Form.

7. 1 Lochplatte; dieselbe kann oft durch einzelne selbstgefertigte Locheisen, Fig. 1, ersetzt werden.

Wenn sehr viel Niet- und Locharbeiten zu erwarten sind, ist es vortheilhaft, sich:

8. einer kleinen Hand-Lochmaschine, Fig. 2, zu bedienen.

Zum Schmieden sorgfältiger herzustellender Nietköpfe sind:

9. Schellhammer nöthig.

Die unter 2—9 angeführten Werkzeuge werden mit dem Sammelwort Schmiedewerkzeug bezeichnet, während die unter den Nummern 10—21 angeführten Werkzeuge die Bezeichnung Schlosserwerkzeug führen. Diese sind:

10. Werkbank aus Holz mit Schraubstock; Platz für einen zweiten und Bohrwinkel, an der Wand und Fussboden zu befestigen oder mit beschwerten Füßen, ist vorzusehen.

Die nachfolgenden Geräte sind nur im Falle nöthig, dass „bauseitig“ Arbeiten in Selbstverwaltung gefertigt werden, da sie von den verschiedenen Unternehmern nach Bedarf mitgeführt werden.

11. Feil-, und Reifkolben nebst Schraubzwinde.

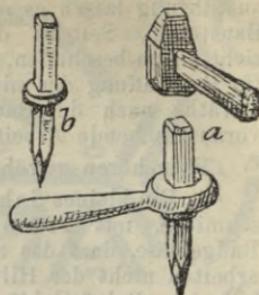
12. Bohrzeug. Traue (Kurbel) nebst 1 Satz Bohrer und Bohrknarre.

13. Bankhammer.

14. Schneidkluppen und Windeisen, nebst Gewindebacken und -Bohrer.

15. Universal-Schraubenschlüssel, und Schraubenzieher.
 16. Flach- und Kreuzmeissel, nebst Körner und Durchschlag.
 17. einSatz Stroh-, Vor- und Schlichtfeilen verschiedener Grösse und Querschnittsform.
 18. Eisen-Spannsäge, Drahtzange, Handzange, Blechschere.
 19. Steinbohrer, Fig. 3, Holz- und Bleiraspel.
 20. Zirkel, Taster oder Dickzirkel, Schublehre, Anschlagewinkel.
 Für Holzarbeiten:
 21. Stechbeitel, Fuchsschwanz, Spannsäge und Nagelbohrer.

Fig. 3.



IV. Rostschutz.

Kleine Eisentheile, welche später nicht durch Anstrich usw. vor Rost geschützt werden können, pflegt der Schmied noch glühend mit Judenpech (reiner Asphalt) zu überziehen. Thür- und Fensterbeschlagtheile werden in solchen Fällen mit Leinöl (frei von anorganischen Säuren) gestrichen und über dem Feuer abgebrannt (geschwärzt).

Nicht dicht schliessende Verbindungen, sowie Theile, welche auf Mauerwerk oder nicht vollständig trockenes Holz aufgepasst werden sollen, welche also später dem Pinsel des Malers unzugänglich sind, werden mit Bleimennige — nach vorheriger Reinigung der Flächen mit Drahtbürste oder Säure — gut gestrichen.

Verzinkung ist angemessen für alle gröberen Eisentheile, welche Wasser und Wetter ausgesetzt sind — auch in Meerwasser; sie ist jedoch nicht immer dauerhaft in gewöhnlicher, besonders nicht in thon- und lettenhaltiger Erde und wird desgleichen durch die schweflige Säure der Luft angegriffen.

Verbleiung eignet sich besonders, wenn Eisentheile dauernd sauren Dämpfen ausgesetzt sind.

Bronzirt, vernickelt, verkupfert usw. werden nur Feintheile oder besondere Kunstarbeiten.

Theile, welche dauernd auf einander gleiten und doch so dicht schliessen müssen, dass sie nachträglichem Oelen unzugänglich sind, werden mit Wallrath oder Paraffin eingestrichen.

V. Hilfsverbindungen für Maurer- und Zimmerarbeiten.

Unter Verweisung auf die unter Mauer- und Zimmerkonstruktionen S. 18 bzw. 263 bereits gegebenen Darstellungen der gewöhnlichsten Ausführungen hierher gehörigen Art wird hier nur noch einiges Ergänzende nachgetragen:

VI. Versteifungen.

a. Verankerungen.

Anker nennt man gewöhnlich nur verdeckte, eingemauerte Zugverbindungen; liegen dieselben frei, so werden sie zu Zugstangen und bei theilweise freier Lage zu Zugankern.

Zur Verbindung von Balken mit dem Mauerwerk werden gewöhnlich Kopfancker verwendet, deren üblichste Arten in Fig. 4 u. 5 dargestellt sind; häufig erhält das Ende, woran sich die Nase befindet, eine ins Holz einzuschlagende Klammerspitze. Sind die Anker aussen sichtbar, so werden die Splinte oft, nach Fig. 6 bis 9, als Zieranker ausgebildet. Diese allgemein sehr übliche Art der Verankerung ist nicht immer rationell, da wenn die Splinte nicht besonders stark sind, sie sich verbiegen und nur im engsten Umkreis um die Tasche angreifen — oder wenn die Mauern dünn sind, dieselben bei Belastung der Balken nach innen hinüberziehen. Es wird deshalb in neuerer

Fig. 4.

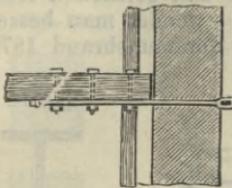


Fig. 5.

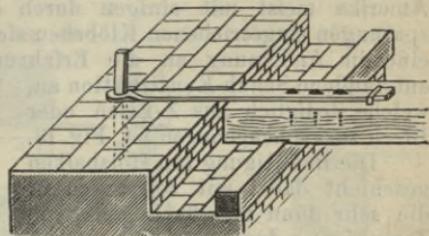


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

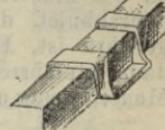
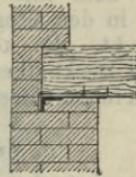
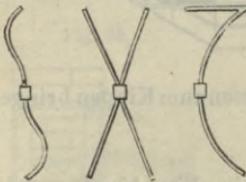
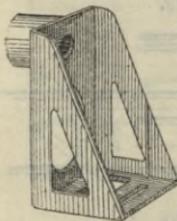


Fig. 12.



Zeit der Splint vielfach wagrecht in die Mauer verlegt und mit Zement vergossen; er empfängt dann die aufliegende Belastung unmittelbar und bildet somit eine Versteifung der Mauer. Oft können bei solcher Lage des Splintes Auswechslungen über Fenster- und Thüröffnungen vermieden werden, indem der Splint als durchgehende Mauerlatte ausgebildet wird. Fig. 10 stellt eine derartige Ausbildung dar, bei welcher der Splint aus L-Eisen besteht; gleich vortheilhaft werden öfter U oder H-Eisen dazu verwendet, wie in folgendem ersichtlich wird.

Gleichwie seit längeren Jahren die schmiedeiserne Bügel, Fig. 11, zum Aufhängen der Rostbalken an Holzträgern angewendet werden, um die schwächenden Verzäpfungen zu umgehen, werden in Nord-Amerika und auch in England an deren Stelle „Hängeschuhe“ Fig. 12 aus schmiedbarem Guss (oder auch aus Blech warm gepresst) auch als Wandaufleger verwendet, natürlich mit „breit“ ausgebildetem Zapfen. Man erreicht damit folgende wichtige Vortheile:

Es werden beim Aufbau die Balkenlagen nicht dem Regen und der Mauerfeuchtigkeit ausgesetzt und man führt deshalb die Mauern mit Rüststeinen auf und bringt die Balken erst nach ausgeführter Bedachung ein.

Die Gefahr der Hausschwamm-Entwicklung von Balken zu Balken wird dadurch ausserordentlich verringert.

Im weiteren ist von Bedeutung, dass grosse Balkenlöcher in den Mauern und die Uebertragung von Feuer quer durch die Auflagemauern vermieden werden. Bei ausbrechendem Brande werden die Gefahren wesentlich gemildert, welche die Schwächung der Balken in der Mitte schon hervorruft, indem sie mit ihrer Belastung als Hebel an dem Mauerwerk angreifen, die Balkenlöcher aufsprengen oder gar die Mauern umstürzen.

Dass somit auch gute Stützverankerung entsteht, ist ausser Frage. Wenn aber bei dieser Art der Auflagerung oder vielmehr „Aufhängung“, die Balken auch zur Zugverankerung dienen sollen — wobei man in Amerika meist mit einigen durch die unteren und seitlichen Aussparungen eingetriebenen Klöbchen sich begnügt — wendet man besser eine in Anlehnung an die Erfahrungen beim Kommunebrand 1871 entstandene Schuh-Konstruktion an, welche lediglich aus Z-Eisen oder Blech zusammengebogen ist, Fig. 13.

Die Befestigung von Holzbalken geschieht dabei mit von unten in die sehr dünn und flach gehaltene Zugschiene a durchgetriebene starke Nägel und bei Eisen mittels Nietung an den Flanschen oder mit einem Schraubniet, der in den Steg eingehohrt ist, Fig. 14. Es können dann einstürzende Deckbalken die Mauern weder nach innen einreissen noch nach aussen zum Kippen bringen.

Fig. 13.

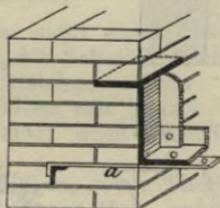
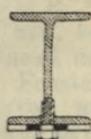


Fig. 14.



α. Geradlinige Anker.

Die einfachste Art der Verankerung ist in Fig. 15 als an den Enden aufgehauene Flachschiene, in Fig. 16, als gelochte, mit durch-

Fig. 15.

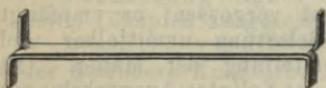


Fig. 16.

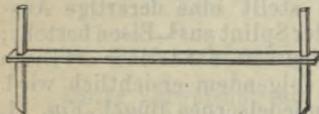


Fig. 19.

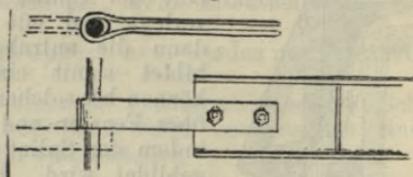


Fig. 20.

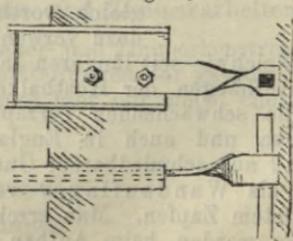
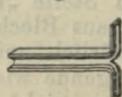


Fig. 18.



Fig. 17.



gesteckten Splinten von Quadrateisen dargestellt. Dass beide zwar oft genügen, aber auch schwach sein können, ist leicht ersichtlich; im

zweiten Falle fehlt im gefährlichsten Querschnitt die Eisenstärke. Fig. 17 und 18 geben dieselben Anker aus H -Eisen geschmiedet, wobei im ersten Falle an der gefährlichen Stelle (der Ecke) sich beim Umbiegen eine verstärkende Nase bildet, während beim zweiten (a) die Lochung durch Auftreiben erfolgt, also keine Querschnittsverminderung eintritt; dabei ist es gleichgültig, ob der Endsteg zuggeschweisst ist oder nicht. Fig. 19 und 20 geben Balken-Anker an I -Eisen befestigt, der erstere auf Mittelmauer, der zweite mit verschränkter Zugstange und liegendem Splint.

Fig. 21 zeigt einen Eisenbalken, bei welchem die Lagerplatte in Form von L -Eisen gleichzeitig als Druckanker dient, Fig. 22 desgl. als Zuganker. Eine Verbindung von Splintanker aus T -Eisen (als Zug-

Fig. 21 u. 22.

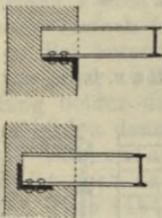


Fig. 23.

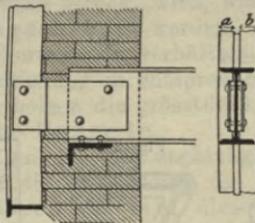


Fig. 24.

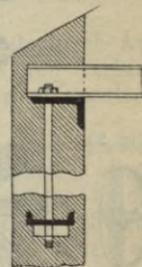


Fig. 26.

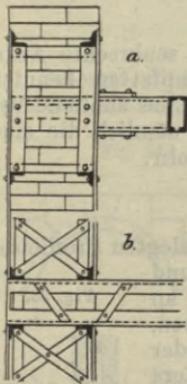
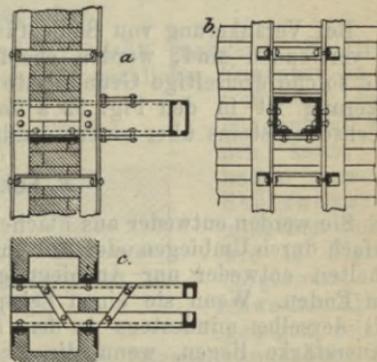


Fig. 25



anker) und der L -Eisen-Lagerplatte, die gleichzeitig sowohl als Druck- wie als Zuganker wirkt, ist in Fig. 23 gegeben. Eine solche Konstruktion kann u. a. als Versteifungsanker (-Träger) zwischen langen Wänden dienen. Fig. 24 zeigt eine L -Eisen-Druck-Verankerung, welche zu wenig Oberbelastung aufnimmt und daher an ein tiefer liegendes L -Eisen angebolzt ist um dadurch die nöthige Belastung zu gewinnen.

Einen vollständig durchgebildeten Versteifungsträger zeigt Fig. 25, a in Seitenansicht (Mauerschnitt) b in Ansicht der Mauer, c im Grundriss. Derselbe ist nur zur Versteifung von Pfeilern konstruirt, während Fig. 26 a, b eine ganz verwandte Konstruktion angeben, die vollständig geeignet ist, lange Wände gegeneinander abzustützen, als Ersatz von Stützwänden, wo solche auch selbst in der Decke nicht zur Erscheinung kommen dürfen. (Siehe auch Zugstangen.)

Müssen Anker nachträglich angezogen (verkürzt) oder in mehreren Stücken eingebracht werden, so bedient man sich, sofern sie zugänglich sind, der Keiltasche, wovon Fig. 27 und 28 verschiedene Arten darstellen; wenn die Enden die Mauer durchdringen, so dass eine äussere Schraubenverbindung möglich ist, wird, um eine grosse Mauerfläche fassen zu können, eine Ankerplatte (guss-eiserne Druckscheibe) Fig. 29 angewendet. Um den Druck noch mehr zu vertheilen, werden oft noch Kreuzarme an diese angegossen, welche dann ebenfalls mit dem Mauerwerk verbolzt werden. Bei Vermehrung der Kreuzarme entsteht die Sternscheibe Fig. 30.

Fig. 28.

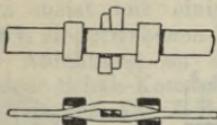


Fig. 27.



Fig. 30.

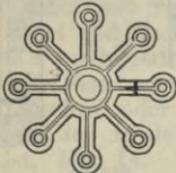


Fig. 29.



Fig. 31.

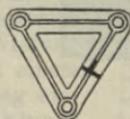
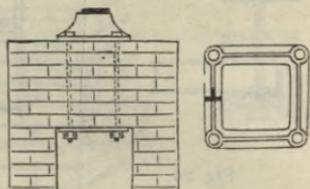


Fig. 32 a u. b.

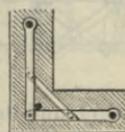


Bei Verankerung von Säulenfüssen, wobei also senkrechte Anker zu verwenden sind, werden ebenfalls solche Sternplatten benutzt; eine solche dreiseitige Grundplatte zeigt Fig. 31. Eine ähnliche Verankerung ist in den Fig. 32 a und b dargestellt, nämlich die eines Blechschornsteins über einem quadratischen Rauchrohr.

β. Eckanker.

Sie werden entweder aus Flacheisen, oder flach gelegten Profileisen, einfach durch Umbiegen oder Aufschweissen gebildet und erhalten entweder nur Aufbiegungen oder Splinte an den Enden. Wenn sie einen Ecksplint haben müssen, soll derselbe mindestens in dem äusseren Drittel der Mauerstärke liegen, wenn die Ecke nicht besonders verstärkt ist. Unter Umständen erhalten sie noch eine Dreiecksverbindung, Fig. 33, aufgenietet oder aufgeschweisst. Aehnlich sind Kreuzanker zu bilden.

Fig. 33.



γ. Polygonal- und Ringanker in senkrechten Mauern.

Bei polygonalem und kreisförmigem Mauerwerk, wo die äussere Fugenverstrebung gegen die innere im Nachtheil ist, werden häufig um einen Ausgleich zu erzielen, nicht allein die Ecken gesichert, sondern man legt durchgehende Ringe von Blech oder flachem Profileisen in die Fugen, nahe der Aussenseite der Mauer. Man erzielt so gleichzeitig eine Verstrebung in den einzelnen Mauertheilen. Besondere Eckverbindungen sind selten nöthig; ist dies der Fall, so werden sie wie vorstehend gebildet. Sehr nothwendig sind solche Ringanker bei überwölbten Oeffnungen.

d. Verschiebungen.

Auf unsicherem Boden oder auf älterem Mauerwerk errichtete Bauten erhalten zweckmässig eine Verschiebung schon im Fundament, oder in der ersten Schicht der aufgehenden Mauer. Es sind dies wagrechte Ankerstangen in ganzer Länge und auf beiden Seiten der Mauern, doch im Mauerwerk liegend, in angemessener Entfernung mit einander verbolzt oder mit Ringen zusammengespannt und am Ende mit senkrechten Keiltaschen versehen, welche auch zur Aufnahme von Splinten dienen.

Je nachdem mehr ein seitliches Ausweichen oder ein senkrecht Setzen zu befürchten ist, der Querschnitt flach oder hochkantig zu wählen. Trägerprofile erfüllen auch in diesem Falle am besten ihren Zweck, namentlich da ein Ausweichen in einer Richtung ein solches in der Regel auch in anderen zur Folge hat, die Trägerform aber in beiden Fällen ihrem Zwecke gerecht wird, während Flach- oder Runden einfach (schief) abgesehen werden.

Bei besonders unsicheren Bodenverhältnissen lässt sich durch Anlage einer zweiten Verschiebung in entsprechender Höhe und Verbindung beider durch Ankerbolzen die grösst denkbare Sicherheit erzielen; sie bilden dann räumliche Fachwerke.

Verschiebungen müssen oft nachträglich angeordnet werden. Es ist auch dann wieder die Trägerform die zweckdienlichste, wenn, wie dies stets geschehen müsste, dieselben beiderseitig, in die Mauer eingeschrotet und mit einander verbunden werden. (Solche werden stets auch auf Abscheerung in Anspruch genommen). Die Verbindungen sind unter „eisernen Decken“ usw. zu ersehen.

e. Bogenanker.

Schwere Bögen, deren Widerlager nicht genügende Belastung erhalten können, bei welchen aber ein wirklicher Zuganker (in der Oeffnung) nicht angewendet werden kann, erhalten zuweilen Stützanker aus einfachen Reifen, wie in Fig. 34 dargestellt; aus schwachen Eisen gebogen, reichen

Fig. 34.

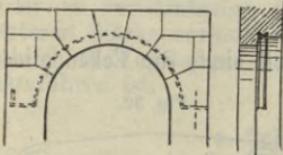
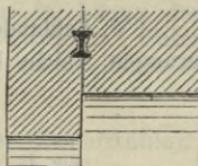


Fig. 35.



solche wohl aus, geringe Schubkräfte des Bogens abzufangen; ihre Anwendung macht auch nur geringe Schwierigkeit beim Vermauern.

Besser ist jedoch die Anwendung eines vollständig eingemauerten Ringankers gleicher Form in mindestens $\frac{2}{3}$ der Bogenstärke von der Innenwandung entfernt verlegt, wobei das untere Ende hufeisenförmig nach innen zu biegen ist, Fig. 34 u. 35.

Selbst bei Flach- bzw. scheinrechten Bögen sind solche Anker, nach Fig. 35 gestaltet und angebracht, durchaus zweckmässig; sie müssen alsdann jedoch am Ende zentrisch eingebogen oder mit derart angeordneten Splinten versehen sein, bzw. mit wagrechtem Splint und Druckschienen, Fig. 36.

Bei scheinrechten Bögen (auch aus Haustein) genügen solche Anker auch bei grossen Weiten aus schwachen Eisen, wenn sie sorgfältig eingearbeitet und vergossen sind; nur bei sehr schwachen Widerlagern ist es nothwendig, die Enden aufzubiegen oder Splinte

anzuwenden. Bei letzteren Anordnungen wird das Eisen zwar auf Abscheerung, doch aber in der günstigsten Weise verwerthet, da es eigentlich als durchgehender Dübel dient.

Zwar veraltet, oft überflüssig und unzuverlässig, kann doch unter Umständen die in Fig. 37 in zwei Formen dargestellte Verankerung von Werth sein. Sie dient nur bei sehr schwachen Widerlagern, wenn der Scheitel besonders stark, oder der Bogen ungleichmässig bezw. unsymmetrisch belastet ist; sie fordert ungefähr so viel Eisen und mehr Arbeitsaufwand als nöthig den Druck mit Trägern abzufangen und erschwert die Mauer- usw. Arbeiten über Gebühr. Bezügl. Bogenanker, welche gleichzeitig (z. B. mit der Wölbescheibe) besondere Belastung tragen sollen, vergl. unter „deckende Konstruktionen“.

Fig. 36.

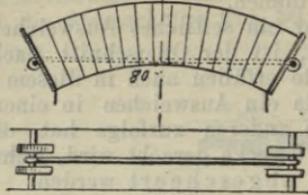
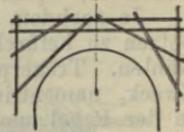


Fig. 37.



ζ. Gewölbering-Anker für Kuppeln usw.

Sie werden in der Bruchfuge angeordnet und bestehen heute wohl ohne Ausnahme aus Eisen. Da sie nach Kegelflächen zu biegen sind, so macht ihre Herstellung unbeholfenen Schmieden Schwierigkeiten; sie werden daher am bequemsten in Theilstücken von den Eisenhandlungen bezw. den Hütten „gebogen“ bezogen und an Ort und Stelle mit Aussenwinkeln verlascht. Die Verbindung mit Einzelaschen ist weniger rätlich. Genaues Anpassen an Fuge und Extradros erzielt man am leichtesten durch sorgfältiges Vergiessen.

η. Zuganker.

Siehe „Zugstangen“.

θ. Schlaudern.

Dies sind Verankerungen, welche bestimmt sind, die Ecken eines

Fig. 38.

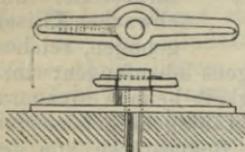


Fig. 41.

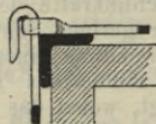


Fig. 39.

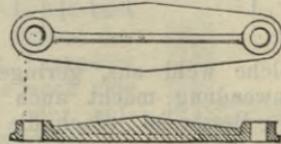


Fig. 40.

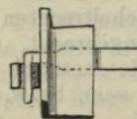
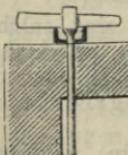
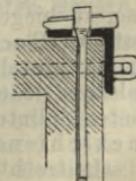


Fig. 42.



dünnwandigen Bauwerks äusserlich zusammen zu binden, wie es z. B. bei Fabrikschornsteinen und Oefen usw. wohl am häufigsten eintritt.

Sie erhalten lange Ankerplatten um den Druck auf grössere Flächen zu übertragen (wie in Fig. 29—32) und werden daher aus Gusseisen in Form von Trägern von gleichem Widerstand hergestellt, wie Fig. 38 u. 39, oder aus den annähernden Walzprofilen, gleichviel ob durch Schrauben oder Keil verbunden. Zuweilen greifen mehre Anker auf gemeinsamer Ankerplatte an. In beiden Fällen nennt man die Ankerplatten „Schlaudern“, mehrfach angeordnet; „Schlauder-system“. Fig. 42 zeigt eine Schlauder aus \perp Eisen mit festgekeilter Schlauderstange; Fig. 40 u. 41 zeigen zwei Eckschlaudern aus \perp Eisen.

4. Zugstangen

sind frei liegende Ankerstangen aus \blacksquare - oder \bullet -Eisen, deren Enden durch Schrauben oder Keile auf Platten oder Schuhen aus Guss- oder Schmiedeisen greifen. Als Schuhe sind zweckmässig Enden von \perp oder \perp Eisen anzuwenden. Werden Zugstangen sehr lang, so ordnet man zuweilen Kettenglieder an. Stärker als durch das Eigengewicht durchgebogene Zugstangen sind unzuweckmässig. Zugstangen, welche nachgezogen werden sollen, erhalten, wenn ihre Enden nicht zugänglich sind, geschweisste Keiltaschen oder namentlich wenn sie aus Rundeisen bestehen, sogen. „Schraubschlösser“ mit Rechts- und Links-Gewinde, Fig. 43 und 44. Sollen die Zug-

Fig. 43.

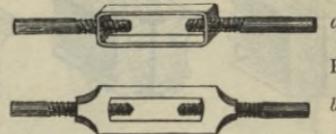


Fig. 44.

stangen dekorativ wirken so ist es zweckmässig, das „Muffenschloss“ Tafel VII, Fig. 11 zu verwenden, welches in jeder Lage dieselbe Ansicht bietet.

Sind Zugstangen sehr stark, namentlich wechselnd beansprucht, so ist es zweckmässig, dieselben in Länge der Gewinde um der letzteren Stärke vorher aufzustauchen. Unter Umständen ist es rätlich für Zugstangen flache \perp - oder \perp Eisen zu wählen, wie später auszuführen ist.

z. Schiefleger (Schiefstühle).

Fig. 46.

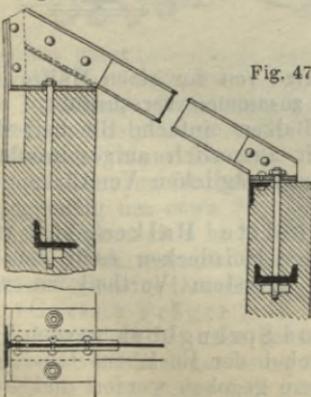
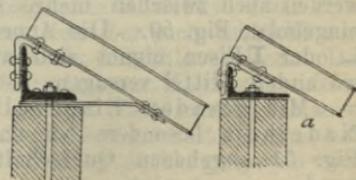


Fig. 47.

Kommen Balken oder Träger schief auf Mauern (namentlich auf der Krone) zur Verlegung, so werden sie, um

Fig. 45.



eigentlichen Schub zu verhüten und möglichst auch anderen Schubkräften

zu begegnen (Winddruck usw.) und auch Kippen der Träger zu verhüten, häufig an den Enden wagrecht umgebogen. Zweckmässiger ist es jedoch die Auflagerplatte nach Fig. 45, 45 a oder 46, 47 zu bilden, wobei die Platte gleichzeitig zur Verankerung mit dem unterliegenden Mauerwerk dient, falls genügende Uebermauerung fehlt.

VII. Eiserne Verstärkungsstrukturen für Holzbalken.

Mit Eisenbogen verdübelte gekuppelte Träger, Fig. 48, oder solche mit beiderseitig angeschraubten bogenförmigen L-Eisen verstärkt, Fig. 49, sind namentlich für Eichenholz sehr bewährte Konstruktionen. In ersterem Falle werden die ursprünglichen

Fig. 49.



Fig. 48.



Fig. 50.



Fig. 51 a—d.

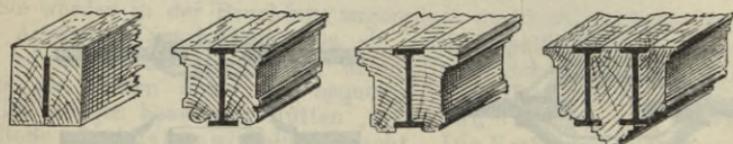


Fig. 52.

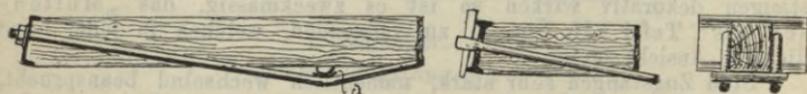
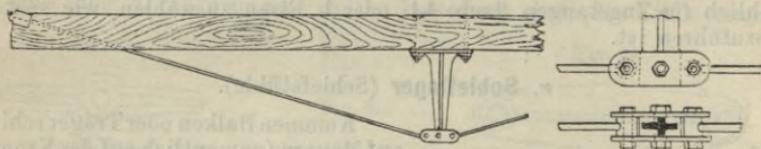


Fig. 53.



Querschnittslagen vertauscht und es wird von der einen Hälfte das Stammende mit dem Zopf des anderen zusammen verschraubt. Oft werden auch zwischen mehrere schmale Balken einfache Blechstreifen eingebolzt, Fig. 50. Die Anordnung mit äusserlich aufgeschraubten L oder I Eisen eignet sich auch zu nachträglichen Verstärkungen, wo andere Mittel versagen.

Mit geraden Eisenbalken verbolzte Balken sind für Nadelholz besonders bei unverkleideten Holzdecken nach den in Fig. 51 gegebenen Querschnitten mit grösstem Vortheil zu verwenden.

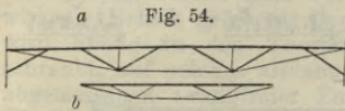
Mit gegliederter Zugstange und Sprengbock werden Verstärkungen nach Fig. 53 ausgeführt, wobei der Bock aus Gusseisen besteht. Diesem müssen sehr breite Füsse gegeben werden und es ist

auch zweckmässig, den oberen Bolzenköpfen eine recht breite gemeinsame Unterlagsplatte zu geben.

Sind nach Fig. 54 a oder b mehr Böcke nöthig, so werden sie mit Gelenk nach Fig. 55 gestaltet, die Gelenke selbst nach Fig. 56. Die Böcke aus Gusseisen werden zweckmässig durch einfache geschmiedete ersetzt, wobei es leicht möglich ist dieselben so zu bilden, dass das Nachziehen der Stangen möglich bleibt, ohne die unbequemen und theuern Schlösser anzuwenden. Fig. 57 zeigt solche einfacher Gestalt aus U- oder L-Eisen; sie werden nur mit Holzschrauben befestigt.

Weit grössere Vortheile bietet die Verwendung gebogener Träger mit geraden Reitstangen aus Rundeisen, wie sie in Fig. 58 dargestellt sind.

Dieselben auf der Sonnenwarte bei Potsdam zahlreich ausgeführt,



a Fig. 54.

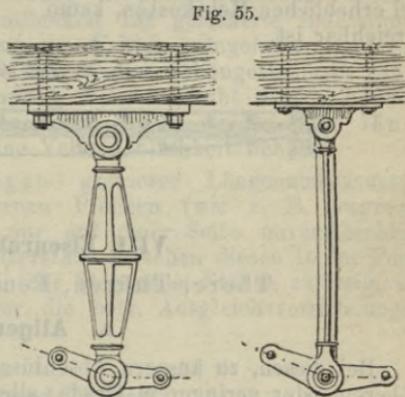


Fig. 55.

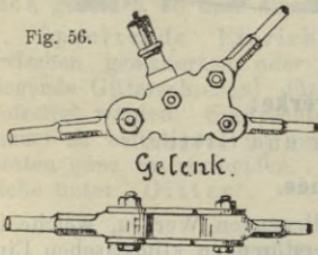


Fig. 56.

Gelenk.

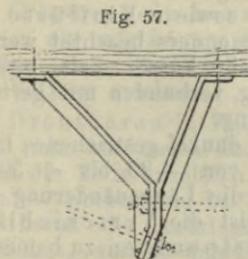


Fig. 57.

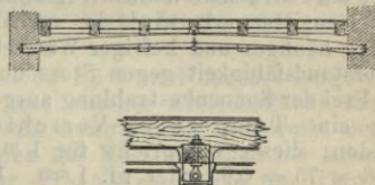


Fig. 58.

ergeben ganz bedeutende Ersparniss und sind durchaus bewährt. Am Angriff der Pfeilschraube ist eine Hülse aus dünnem Gasrohr über die Reitstange (Zugstange) geschoben; die beiden anderen Reiter sind aus Eichenholz hergestellt. Ein nachträgliches Anziehen dieser (verkleideten) Träger ist nicht möglich, hat sich aber auch bei nicht vorher zu sehenden bedeutenden Ueberlasten als unnöthig erwiesen. Die beiderseitig um etwa 20—25 cm überstehenden, aus I-Eisen gebildeten Schube haben sich hier sehr wirksam gezeigt, da sämtliche Mauerpfeiler durch verschiedenartige Röhren vollständig zerklüftet sind und eine anderweitige Druckabfangung sonst unbedingt nöthig geworden wäre.

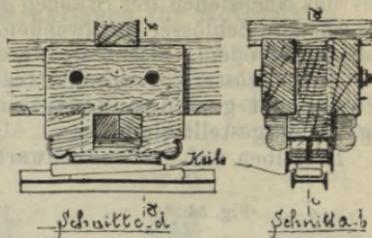
Gerade Träger mit durchhängenden Reitstangen eignen sich besonders bei sehr grossen und wechselnden Belastungen. Fig. 52 zeigt eine solche Anordnung mit zwei Stangen, die durch den auf einem Blechstück lagernden Keil gesprengt sind und an Schuhen aus C-, bezgl.

I-Eisen angreifen. Fig. 59 stellt die Anordnung aus dem 10^m weiten Thurme vorgenannten Bauwerks dar. Die Wahl von H-Eisen war hier nothwendig, um mit Bequemlichkeit Keiltaschen, Fig. 60, anbringen zu können und jeglichem Kippen vorzubeugen, welches bei Steilstellung von I-Eisen oder Anwendung von ■ Eisen zu befürchten war. Trotz der erzielten hohen Tragfähigkeit und zeitweiser Ueberbelastung zeigen in dem eben erwähnten Falle die Träger immer noch die beabsichtigte Elastizität, wie sie in Wohnräumen erwünscht, doch bei Anwendung eiserner Unterzüge, bei erheblichen Mehrkosten, kaum erreichbar ist.

Fig. 59.



Fig. 60.



VIII. Eisenrahmwerke:

Thore, Thüren, Fenster und Gitter.

a. Allgemeines.

Bei diesen, zu äussern Abschlüssen dienenden Werken, welche in höherem oder geringerem Grade, allen zerstörenden klimatischen Einflüssen preisgegeben sind, müssen deren Wirkungen als: *a* Aenderung der Abmessungen und *b* des Gefüges, sowie *c* Einflüsse des Tagewassers und *d* des Windes ganz besonders beachtet werden. Gusseisengitterwerk wird in verhältnissmässig kurzer Zeit zerstört infolge häufiger und heftiger Wärmeänderung, verbunden mit geringer Widerstandsfähigkeit gegen Stoss und Biegung.

Frei der Sonnenbestrahlung ausgesetztes, dunkel gestrichenes Eisen kann eine Temperatur-Verschiebung von -25 bis $+50^{\circ}$ C. erleiden; dieser entspricht für 1^m Länge die Längenänderung von $0,126 \times 75 = 0,95$ oder rd. 1 mm. Danach ist die Verschieblichkeit der Konstruktionen zwischen Festpunkten zu bemessen.

Bei Feuerthüren, welche bei ausbrechendem Brand den Löschmannschaften zugänglich sein sollen, ist auf ein mindestens 6 fach so grosses Spielmaass zu rechnen.

Grössere Gusseisenfüllungen dürfen mit Schmiedeseisen-Rahmen nicht so verbunden werden, dass sie deren Schwingungen und Ausdehnungen usw. zu folgen haben. — Alle Konstruktionen sind derart einzurichten, dass die Niederschläge auf kürzestem Wege selbstthätig Ablauf finden, oder dass Eis- oder Schneewinkel sich nicht bilden können. L- und H-Formen in wagrechtem Stege sind daher entweder zu vermeiden, oder in geringen Abständen mit nicht zu engen Bohrungen zu durchbrechen. Hohlformen, wie Säulen, Kugeln oder Knöpfe müssen dem Wasser einen stets offenen Abfluss bieten, da bei Eisbildung in denselben Sprengung der Wand eintreten kann.

Bei schwingenden (drehenden) Thoren und Fenstern usw. sind die schwingenden Rahmstücke so stark zu nehmen, dass Ver-

biegungen ausgeschlossen sind, da bei ihnen bei rascher Bewegung der Anschlag in einzelnen Punkten erfolgt und dadurch nicht allein das Thor selbst, sondern auch die Aufbau-Konstruktion (der Pfeiler usw.) gefährdet werden kann.

b. Verschiebungs-Einrichtungen.

Zunächst ist bei allen Thüren, welche in Falze schlagen, der Falzanschluss entsprechend zu erweitern; bei zweiflügligen Thüren bezieht sich dies auch auf den Mittelbruch. Die „Riegel“ und „Fallen“ der Schlösser usw. müssen dementsprechend länger sein als für Holzthüren. Eiserner Thüren können immer nur auf **einem** Dorngehänge laufen; die übrigen Bänder dürfen nur Halsbänder sein, welche einer Verschiebung in keiner Richtung entgegen wirken. Behufs grösserer Bequemlichkeit für gesicherte Befestigung wird häufig in den Thorpfeiler ein **C**-Eisen eingelassen und verschraubt, auf welches alsdann die unbewegten Gehängetheile in genau abgemessener, zwangfreier Entfernung festgeschraubt werden können. Die Löcher für die Steinschrauben des **C**-Eisens werden dann länglich gebildet, so dass dieses seine Verschieblichkeit behält.

Spreizende Einrichtungen grösserer Längenabmessungen zwischen gemauerten oder eisernen Pfeilern (wie z. B. wagrecht liegende Gitterschienen) dürfen nur auf einer Seite unverschieblich befestigt werden. Senkrechte Gitterstäbe zwischen diesen in der Fussmauer zu befestigen, ist nur bei sehr biegsamen Stäben zulässig, am besten ganz zu vermeiden. Ueber die betr. Ausgleichsvorrichtungen siehe unter „Gitter“.

c. Thore und Thüren.

Grössere, rein konstruktiv durchzubildende Thore und Thüren können als aufgehängte Fachwerke angesehen und derartig konstruirt werden (siehe Fachwerke). Die betr. Verbindungen sind aus Tafel IV—VIII zu ersehen.

Drehthüren in Flügelbreite von 1,5 m und darüber ausgeführt, lässt man am freien Ende wohl auf eiserner Kreis-Rollbahn laufen, wobei die Thür erheblich leichter als sonst nöthig, konstruirt werden kann. — Ebenso wie bei Drehthüren aus Holz hat auch bei eisernen Drehthoren die Anbringung einer kleineren Thür im Thor ihr Missliches, weil es dabei nicht zu vermeiden ist, die durchgehenden grösseren Verbandstücke zu unterbrechen. Schiebethore lassen sich bei der günstigeren Unterstützungsweise, welche dabei vorhanden ist, im allgemeinen mit geringerem Gewichtsaufwand als Drehthore von gleicher Weite konstruiren; der Hauptvortheil, den sie gewähren, besteht indess in dem geringeren Raum-Erforderniss zur Bewegung des Thores. Zum Theil werden aber diese Vorzüge durch die theure Konstruktion der eisernen Laufbahn mit Zubehör, sowie das Erforderniss einer Führung auf der unteren Thor-Seite wieder aufgehoben. Ein besonderer Mangel der Schiebethore besteht darin, dass die Verschluss-Vorrichtungen leicht in Unordnung gerathen und den Dienst versagen, wenn sie nicht sehr sorgfältig ausgeführt werden. Während als Bekleidung bei Drehthoren meist glattes oder geriffeltes Blech verwendet wird (1,5—3 mm stark), ist bei Schiebethoren Wellblech-Bekleidung (mit 1—2 mm Stärke) die zweckentsprechendere.

Fig. 61 giebt die Skizze eines grösseren rationell konstruirten 2flügeligen Drehthores von 3,6 m Weite und 19,5 qm Gesamtfläche; die Einzelheiten, Fig. 62 u. 63 in $\frac{1}{8}$ nat. Grösse dargestellt. Die zum Rahmwerk verwendeten \square Eisen wiegen 14 kg, die zu den wagrechten und Querstreifen desgl. 11 kg für 1 m; die \perp Eisen wiegen bzw. 1,80, 3,03 und 3,6 kg. Das Thor ist an der Ober- sowohl als Unterseite mit \perp Eisen besäumt. Zweckmässig ist die mittels Schraubenschlössern (siehe diese) stellbare, von den oberen Stützpunkten ausgehende Aufhängung der beiden Flügel. Das Thor hat ein Gesamt-Gewicht von 762 kg, d. i. 39 kg für 1 qm Fläche.

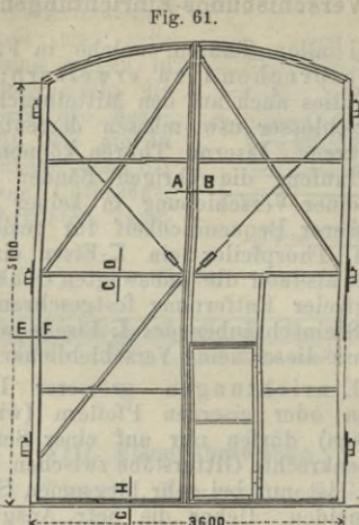
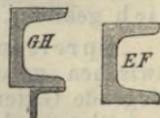


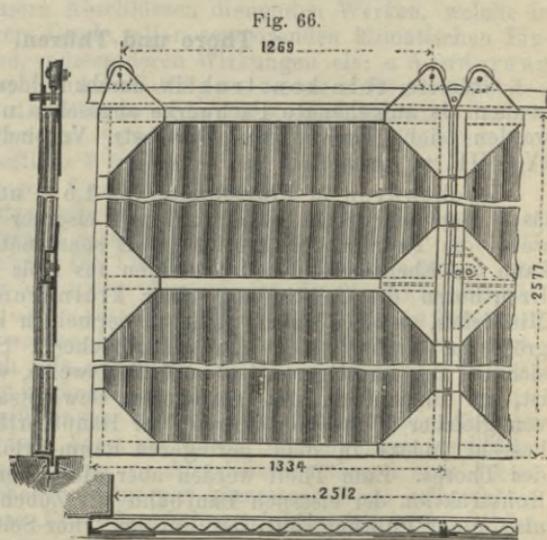
Fig. 62 u. 63.



Fig. 64 u. 65.



Ein mit Wellblech konstruirtes Schiebethor von geringer Grösse ist in Fig. 66 abgebildet. Die 2 theiligen Thorflügel sind allseits mit \perp Eisen von 4,5 kg Gewicht für 1 m umrahmt und haben ausserdem grosse Eckbleche und in halber Höhe einen Besatz von Flacheisen, nebst 2 weiteren Dreiecks-Blechen, so dass eine sehr beträchtliche Steifigkeit entsteht. Die Thüröffnung hat Zargen aus \perp Eisen; ebenso ist auch die untere Führungs-



Rille (die man gewöhnlich in Gusseisen \cup förmig herstellt) gebildet. Die \perp Eisen zu Zarge und Führung wiegen etwa 6 kg für 1 m. Das Gesamtgewicht des Thores, einschl. Führungen, Zargen usw., ist 260 kg oder bei 6,8 qm Fläche für 1 qm etwa 38 kg, ein Einheits-Gewicht, welches hoch erscheint und bis auf etwa 25 kg ermässigt werden kann.

Fig. 67.

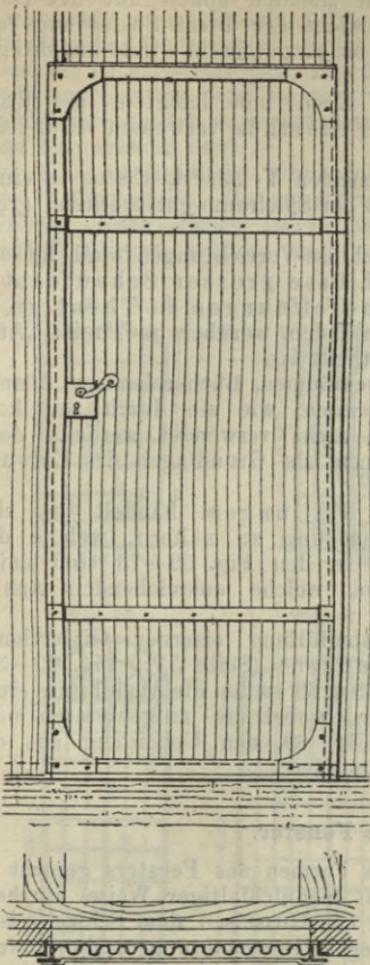


Fig. 68.

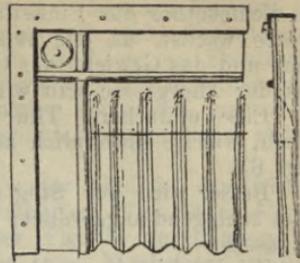


Fig. 70.

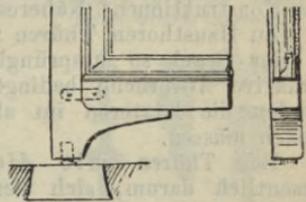


Fig. 71.

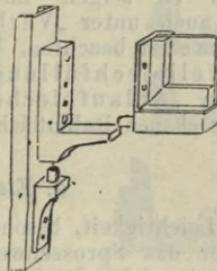


Fig. 69.



Fig. 72.

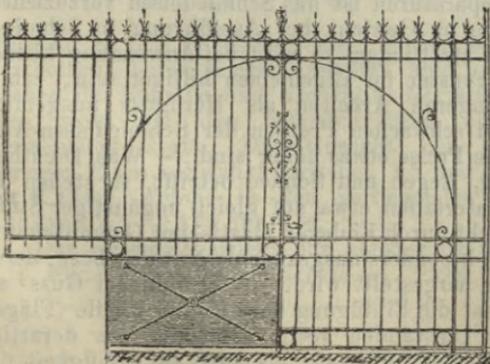
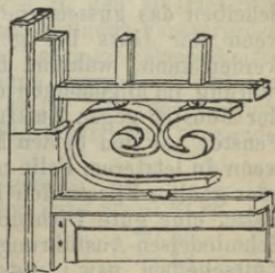


Fig. 73.



Im allgem. muss hinzu gefügt werden, dass sowohl beim Dreh- als Schiebethor das Einheits-Gewicht ziemlich genau mit der Thorgrösse wächst, da das relative Gewicht der Blech-Bekleidung fast ganz und das Gewicht des Gerippes bis zu gewissem Grade unabhängig von der Thorgrösse sein wird. —

Eine einfachere Thür aus T-Eisen mit leichtem gewelltem Blech, wie sie gewöhnlich auch als Feuerthür verwendet wird, zeigt Fig. 67.

Besser wird der Steg des säumenden T- oder L-Eisens in einen Falz schlagend angeordnet; doch ist der Spielraum entsprechend gross zu lassen.

Zu den hier besprochenen Verschluss-Vorrichtungen sind im allgem. auch die eisernen Verschlüsse grosser Schaufenster und die Abschlüsse der Bühnen-Oeffnungen in Theatern zu rechnen, ebense wie die eisernen Rollläden, worüber im Theil: „Ausbau-Konstruktionen“ Näheres mitgetheilt ist. —

Zu Hausthoren, Thüren zu Kassenräumen, Büchereien usw. können in der Regel so ursprüngliche Formen, wie sie durch rein konstruktive Ansprüche bedingt sind, nicht verwendet werden; doch werden die letzteren im allgem. als Grundlagen des Entwurfs dienen müssen.

Bei Thüren mit dichten Füllungen handelt es sich wesentlich darum, sich der Formgebung zu nähern, welche den Holzrahmwerken eigenthümlich ist. In den Fig. 69—73 sind einige typische Konstruktionen angegeben, welche ausreichenden Anhalt bieten.

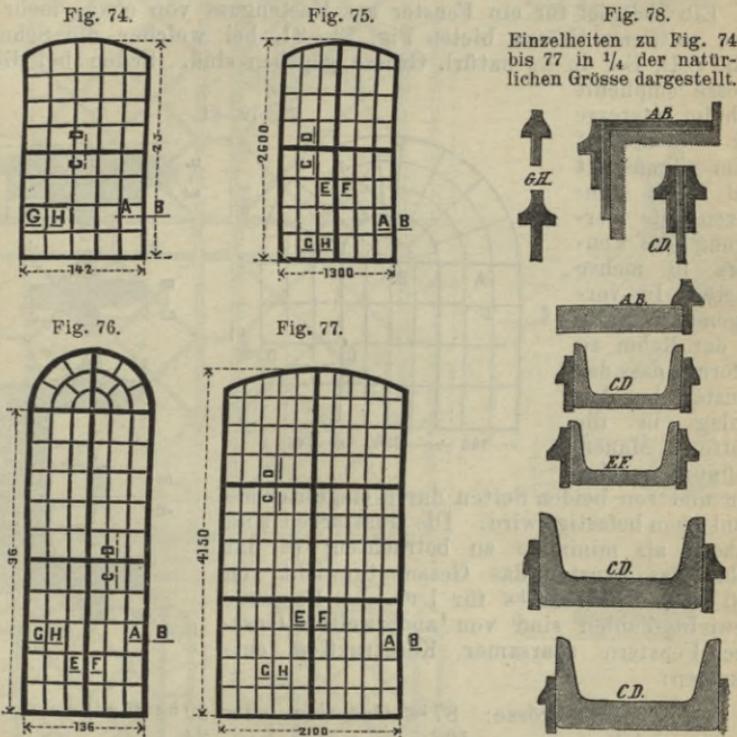
Fig. 68—73 zeigen die Rahmfüllung eiserner Gitterthore; dabei sind auch unter „Verbindungen“ (Seite 511, Fig. 29—32) „Blechsäume“ zu beachten. Fig. 68 u. 69 stellen die Ausbildung einer einfachen Wellblechfüllung dar, wobei die aufgenieteten oder aufgelötheten „Ablaufbleche“, Fig. 69, den Uebergang aus der Wellung zur ebenen Rahmfläche herstellen.

d. Eiserne Fenster.

In der Leichtigkeit, besonderen Formen des Fensters gerecht zu werden, oder das Sprossenwerk in mannichfaltiger Weise durchzubilden, steht in vielen Beziehungen das Gusseisen dem Schweisseisen voran; in bezug auf Haltbarkeit gegen Beschädigungen, die sowohl beim Transport und dem Einsetzen der Fenster, als später durch Stoss, Winddruck usw. vorkommen und in bezug auf leichtere Ausführbarkeit von kleinen Reparaturen ist das Schmiedeisen vorzuziehen. Da erhebliche Unterschiede im Gewicht bei Ausführung in Schmiedeisen oder Gusseisen nicht stattfinden, so wird bei Anwendung kleiner Scheiben das gusseiserne Fenster im allgem. billiger sein, zumal wenn der Guss bei geringeren Arbeiten als Herdguss ausgeführt werden kann, während bei schwachen Profilen der Schmiedeisen-Ausführung im allgem. die Preise etwas höher sind. — Was Dichtheit der Fenster gegen Luftzug, Regen und Schnee betrifft, so stehen die Fenster aus den beiden Materialien etwa auf gleich ungünstiger Stufe, wenn in letzterem Falle nicht durch Einlegen elastischer Gummischnüre oder geölter Filzstreifen in besonders ausgesparten Nuthen, bezw. deren Falze, eine gute Dichtung hergestellt wird. — Sowohl bei Guss- als Schmiedeisen-Ausführung ist die Einfügung beweglicher Theile (Flügel, Luftscheiben usw.) unter Umständen recht schwierig, da derartige Theile sowohl mit Rücksicht auf Dichtheit, als auch auf Steifigkeit der

Fenster gegen Winddruck oft schwächend wirken. Die relativ geringe Steifigkeit, welche namentlich den gusseisernen Fenstern und denen mit schwachstegigen Sprossen eigen ist, giebt Veranlassung, die Scheiben-Oeffnungen minder gross als bei hölzernen Fenstern zu machen; es empfiehlt sich, 20—24 cm Seitenlänge der Scheiben nicht zu überschreiten, wie es auch den Räumen entspricht, zu welchen solche vornehmlich angewendet werden, nämlich Treppenhäuser, Fabrik- und Lagerräume usw.

Kleinscheibige schmiedeiserne Fenster sind in den Fig. 74 bis 77 dargestellt, die zugehörigen Einzelheiten, Fig. 78, in $\frac{1}{4}$ nat. Grösse. Nach diesen ist in dem Fenster Fig. 74 der Rahmen aus scharfkantigem L-Eisen und das Kreuz aus Flacheisen gebildet,



während zu den gleichen Theilen in den Fenstern, Fig. 75, 76 u. 77, Flacheisen, bezw. C-Eisen benutzt sind. Wie in den Querschnittsflächen der Rahmen und Kreuze, findet mit wechselnder Fenstergrösse auch wohl bei den Sprossen-Eisen eine geringe Querschnittsvermehrung statt. Das Gewicht der sogen. ganzen (2seitigen) Sprossen-Eisen schwankt zwischen 1,5 und 2 kg für 1 m, das Gewicht der C-Eisen, welche in den vorliegenden Konstruktionen verwendet sind, von 4,5—9,5 kg für 1 m.

Das Gesamtgewicht der Fenster ist folgendes:

| | | | | | | | |
|----------|-------------------|---|-------|---------------|---------|-------|------|
| Fig. 74, | bei 3,2 qm Grösse | = | 95 kg | oder auf 1 qm | = | 31 kg | |
| " 75, | " 3,4 " | " | = | 118 " | " " 1 " | = | 35 " |
| " 76, | " 5,5 " | " | = | 185 " | " " 1 " | = | 33 " |
| " 77, | " 8,8 " | " | = | 280 " | " " 1 " | = | 33 " |

Diese Konstruktionen dürfen indessen im allgemeinen als „schwere“ bezeichnet werden, da in zahlreichen anderweiten Fällen es möglich gewesen ist, mit dem Einheits-Gewicht (für 1 qm) von 25 kg bei kleineren und 25—30 kg und weniger bei grösseren und grossen Fenstern auszureichen.

Die Verbindung der Sprossen mit den Rahmen erfolgt durch Zapfen und Vernietung letzterer, die der Sprossen unter einander durch Ausklinken mit Ecküberschneidung. Die weiterhin, auf S. 533 angegebenen besonders reifen Konstruktionen erreichen zuweilen nur 12,5 kg Gewicht einschl. des Blindrahmens.

Bei gusseisernen Fenstern in Herdguss ausgeführt kann die eine Seite nur „flach“ sein; es sind dann die Sprossen T förmig und alle Rahmtheile mit dem oberen Flansch bündig zu halten.

Ein Beispiel für ein Fenster aus Kastenguss von etwas mehr als etwa mittlerer Grösse bieten Fig. 79—81, bei welcher die Schnitte A-B, C-D, E-F in $\frac{1}{2}$ natürl. Grösse gegeben sind. Schon bei dieser

Grösse empfiehlt sich im Interesse der Sicherheit beim Transport und beim Einsetzen, die Zerlegung des Fensters in mehrere Theile. Im vorliegenden Falle ist der Rahm so geformt, dass das Fenster ohne Anschlag in die glatte Maueröffnung geschoben und von beiden Seiten durch eingetriebene Bankeisen befestigt wird. Die Gusstärken sind nahezu als minimale zu betrachten; es hat dabei das Fenster das Gesamtgewicht von 150 kg d. i. rd. 24 kg für 1 qm. — Folgende Gewichts-Zahlen sind von anderweiten Guss-eisen-Fenstern sparsamer Konstruktion entnommen:

| | | | |
|----------------|-----------------|------|----------------|
| 3,0 qm Grösse: | 87 kg Ges.-Gew. | oder | 29 kg für 1 qm |
| 4,3 „ „ | 102 „ „ | „ | 24 „ „ „ |
| 4,7 „ „ | 130 „ „ | „ | 26 „ „ „ |
| 6,1 „ „ | 166 „ „ | „ | 27 „ „ „ |
| 6,3 „ „ | 154 „ „ | „ | 23 „ „ „ |

Ein geringeres Einheits-Gewicht als 20 kg für 1 qm gusseisernes Fenster lässt sich kaum erzielen; andererseits erfordern selbst die grössten Fenster (15 qm und mehr Fläche) kein Einheits-Gewicht, welches 30 kg übersteigt. Solch' grosse Fenster zerlegt man durch feste Kreuze in Theile von je 3—4 qm Fläche.

Die Befestigung gusseiserner Fenster in Maueröffnungen mittels angegossener Zapfen ist nur in Gebäuden empfehlenswerth, deren Mauern geringen Wärmeschwankungen unterliegen, wie dies der Fall bei den unter Fig. 82—84 dargestellten Fenstern des Maschinenhauses der Charlottenburger Entwässerung.

Fig. 79—81.

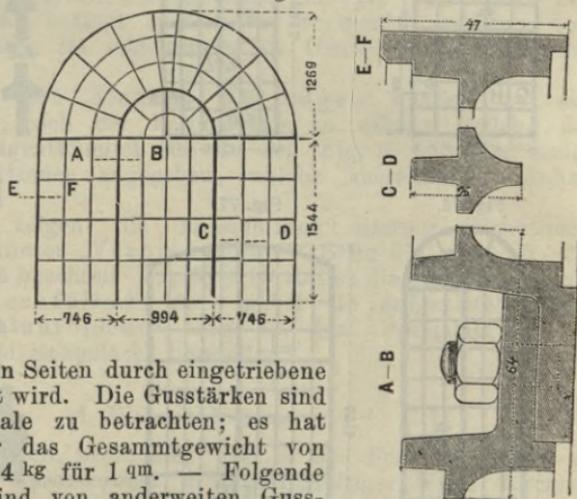


Fig. 82.

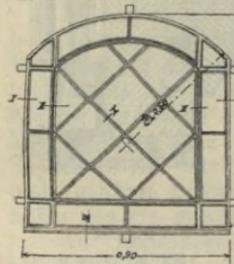
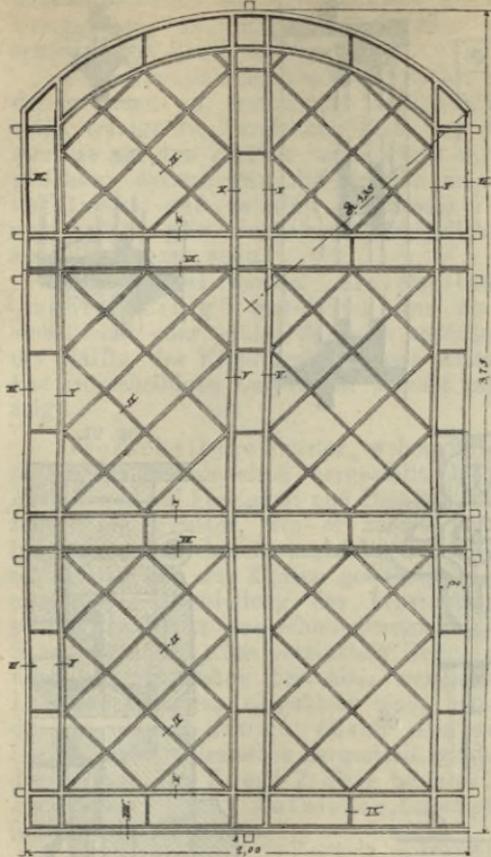


Fig. 83.

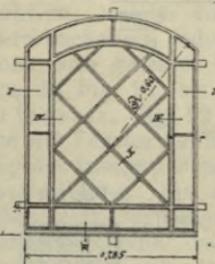


Fig. 84.

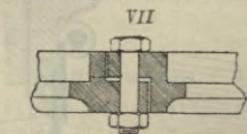
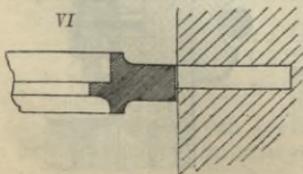
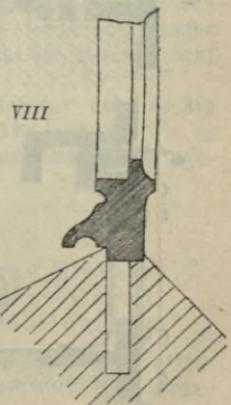
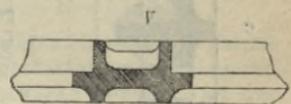
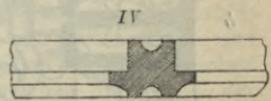
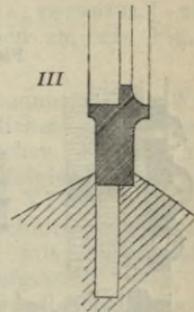
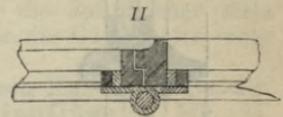
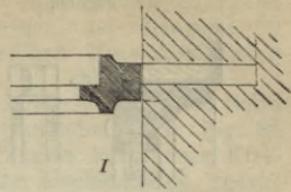


Fig. 86.

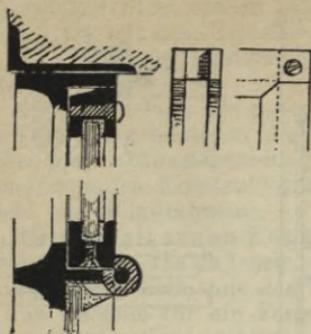


Fig. 87.



Fig. 85.



Fig. 88.

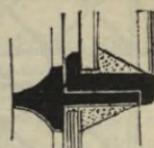


Fig. 89.

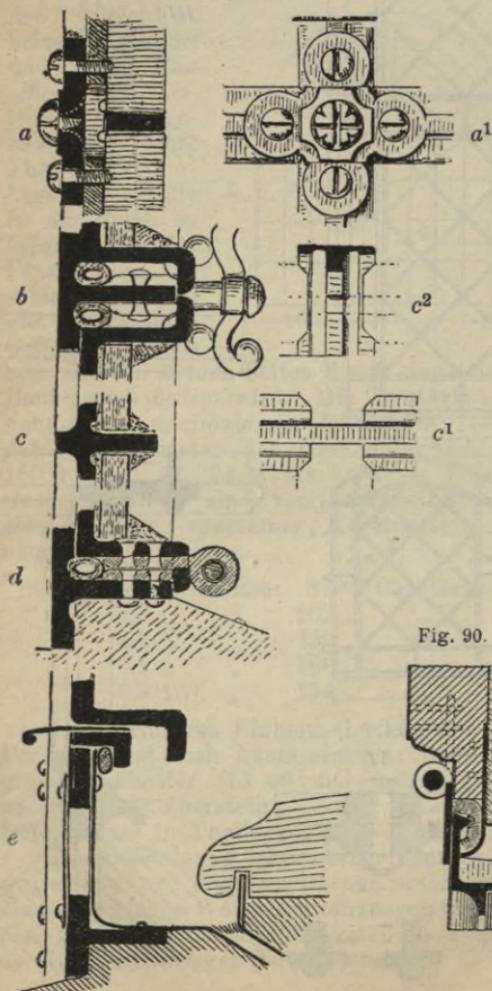


Fig. 91.

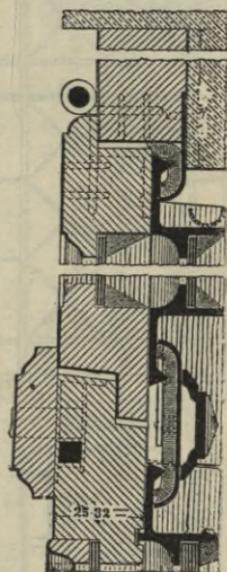
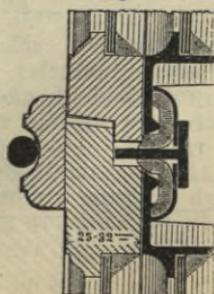


Fig. 90.



Fig. 92.



Zur Herbeiführung dichten Schlusses, die Rahmen einseitig zu bearbeiten, also die „Gusshaut“ zu entfernen, ist dringend zu widerrathen, da infolge eintretender ungleicher Materialspannung später leicht Bruch eintritt.

Bei allen eisernen Fenstern werden die Kittfalze nach der Seite der grössten zu erwartenden Niederschläge gewendet. Wie Fig. 85 zeigt, erfolgt die Verglasung stets so, dass zuerst ein dünner Kittstreifen auf den Kittfalz aufgedrückt wird, um Unebenheiten auszugleichen; darauf wird die Scheibe an drei Ecken mittels Splinten verstiftet und es sind zu diesem Zweck die Splintlöcher stets vor Anbringen zu bohren! Natürlich muss die Glasdicke vorher bestimmt sein.

Luftflügel werden „einscheibig“ nach Fig. 86 hergestellt, „mehrscheibig“ gewöhnlich nur als „Kippflügel“, Fig. 87, wobei eine oder einige Sprossen ausfallen und ein Verglasungs-Steg der Hälfte des Kippflügel-Rahmens entsprechend „versetzt“ wird. Bei grossscheibigen Luftflügeln wendet man Z-Eisen an, wie Fig. 88 zeigt.

Grossscheibige Fenster, welche unter Verwendung neuerer Walzprofile aus Schmiedeisen hergestellt sind, ermöglichen es, grösseren Ansprüchen auf Festigkeit und Dichtheit zu entsprechen. Fig. 89 a bis e zeigen ein Fenster, wie es zuerst in Paris, Belgien, dann auch in Berlin, mannichfach ausgeführt ist, lediglich aus T-Eisen mit Unterschneidung und aus Z-Eisen gebildet, nebst unterschrittenen Sprossen-eisen. Die Verbindung des Fensterkreuzes ist mit einem aufgeschraubten Kreuz aus schmiedbarem Eisenguss hergestellt (a, a'), die Schweissrinne (e) aus verzinktem Eisenblech, während die Dichtungen aus Gummiröhrchen bestehen, welche mittels Leinölfirnis in die Unterschneidungen eingeklebt sind. Dadurch, dass die Eckverbindungen der Z-Rahmen durch Umbiegen der Stegenden und Ueberrichten derselben hergestellt werden, bleiben Schlitze zwischen den Stegen der T- und Z-Eisen bestehen, in welchen die Flügel der Bänder usw. durch Aufnieten befestigt werden können, ohne die Rahmen zu schwächen.

Eine Sonderkonstruktion, welche im allgemeinen die Rahmbildungen von Holzfenstern nachahmt, jedoch gestattet, mit geringeren Rahmstärken auszukommen, also grössere Lichtfläche gewährt, ist das in Fig. 90 als einfaches, in Fig. 91 als Doppelfenster dargestellte Spengler'sche Panzerfenster; Fig. 92 stellt dasselbe mit festen Mittelpfosten dar. Diese Art Fenster gewährt dem Architekten grossen Spielraum zur Ausbildung des äusseren Fensters und der Fensternische und verhütet Schwitzwasserbildung. Sie stellt sich im Preise nicht höher als ein gewöhnliches Holz-Doppelfenster.

Auf besondere Anforderung kann das Aussenfenster engmaschig als: „einbruchsicher“ vergittert oder verstäbt werden, wie es für Krankenhäuser, Irrenanstalten usw. öfter zur Ausführung gekommen ist.

e. Gitterwerke:

Stabgitter und Gitterthore mit und ohne Einsatzfüllungen; Füllungs-Fenster und Balkon-Gitter; Drahtgitter nebst zugehörigen Pfostenbildungen.

Alle Gitter von grösseren Abmessungen, die bedeutenderen Wärmeschwankungen unterliegen, sind als freies Rahmwerk (in abge-

schlossenen Füllungen) herzustellen; oder es muss die Biegsamkeit der Konstruktion dafür bürgen, dass durch Längenänderungen und deren Folgen die Befestigungsmittel nicht gelockert werden.

Ausgleicher (Ueberschieber) für die durch Temperaturschwankung hervor gerufenen Längenänderungen sind in Fig. 93, 94 a und b dargestellt. Die zweckmässigsten Ausgleicher beim Anschluss an Mauerwerk sind vorher eingemauerte, einfache Gasrohrstücke, Fig. 95 a, welche auszuschleifen sind und in die ein runder Dorn, Fig. 95 b, c, d (Verlängerung der Querschienen), eingepasst wird. Um das Einrosten zu vermeiden, werden die Dorne mit „Wallrath“ bestrichen, oder mit glatten dünnen Papierstreifen umwickelt, welche mit

Fig. 93.

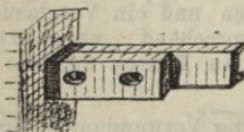


Fig. 94 a u. b.

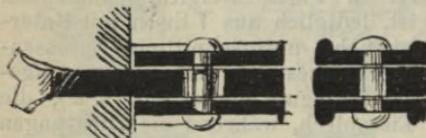


Fig. 95. a

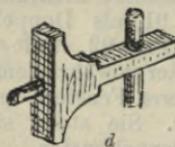
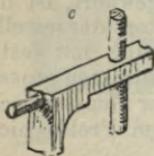
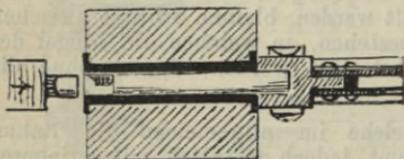


Fig. 96.

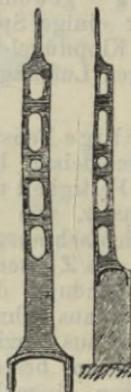


Fig. 98.

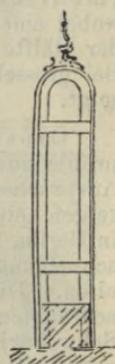
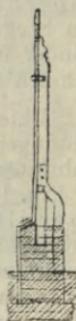


Fig. 97.



Fig. 99.



Wallrath oder „Paraffin“ getränkt sind. Auch Umwicklung mit feinen Seidenfäden, die mit Wallrath oder Paraffin schwer verwaschbar gemacht, sind zu empfehlen, während die Umwicklung mit Zinn- oder Bleipapier sich nicht bewährt hat. Müssen die Ausgleicher später eingelassen werden, so erhalten sie einen Rand, welcher die Mörtelfuge deckt, oder auch eine Deckrosette. Mit Flacheisen werden Schiebetaschen nach Fig. 93 hergestellt, wobei die Niet- bzw. Schraublöcher länglich gestaltet werden usw.

Im Interesse der Steifheit und um keine zu langen Ausgleicher anwenden zu müssen, werden grössere Längen zwischen etwa gegebenen Festpunkten durch feststehende Pfosten getheilt. Um solche

in leichten Kniemauern gut befestigen zu können, werden sie für gusseiserne nach Fig. 96 gestaltet, wobei dann die Anschlüsse der Abdeckung durch den oberen Lappen gedeckt werden. Schmiedeiserne Pfosten werden aus I, +, L-Eisen gebildet, in besonderen Fällen aus T-Eisen; zuweilen erhalten sie Streben. Die Fig. 97a, b, 98, 99, geben dafür einigen Anhalt. (S. übrigens auch unter Drahtmaschigittern).

Bei langen Balkongeländern, welche wegen architektonischer Rücksichten senkrechte Theilungen durch Pfosten nicht vertragen, werden die gewöhnlich sehr leichten, verstreuten Pfosten dahinter angeordnet: ebenso, wenn die Pfosten nicht auf der Kante der Platte befestigt werden können, Fig. 100—102.

Bei Treppen oder auch Balkonen werden, um durch die Streben

Fig. 100.

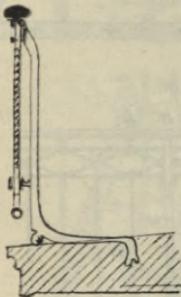


Fig. 101.

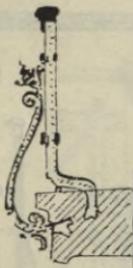


Fig. 102.

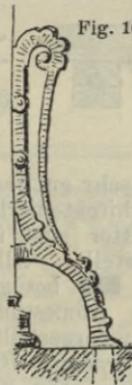


Fig. 103.

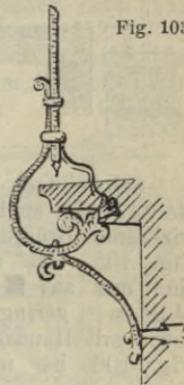
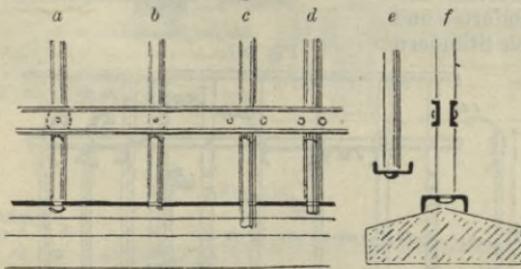


Fig. 104.



keine Verengering hervor zu rufen, „Bug-Streben“ nach Fig. 101—103 angebracht.

Um die Schäden zu vermeiden, welche bei Einsetzen senkrechter Theilungsstäbe in Abdeckungsplatten zu befürchten sind, werden Fusschienen gelegt, Fig. 104.

Verengungen an denselben, wie sie Stab *a* zeigt, sind überflüssig. Einstemmen nach *c* ist schädlich. Die L-Schiene wie in *e* dargestellt zu legen ist ein technischer Fehler, die Kehle muss stets nach unten liegen: \square ! Zu Fig. 104 ist zu bemerken, dass die Stab- und Schienenverbindung *a* zwar gut, aber theuer, die nach *b* genügend, bei der nach *c* die Nieten leicht abspringen, die beste diejenige nach *d* ist, bei der die Nieten leicht in den Stab eingeklinkt sind; eine leichte Einklinkung der Schienen in den Stab, wie in *f* dargestellt, ist stets zu empfehlen.

Sehr beliebte Verbindungen für Gitter sind sowohl aus Tafel VI (Verbindungen) zu ersehen, als aus Fig. 105—113.

Gitter nach Fig. 111 und 112, bei welchen leichte Oberschienen verwendet werden, bedürfen keiner Ausgleicher, wohl aber solche nach Fig. 113.

Beim Einbleien oder Vergiessen von eisernen Pfosten in Stein, Fig. 114, soll stets für eine geringe Abwässerung am Anschluss gesorgt sein, *a, b*. Einziehungen *c* begünstigen Rostbildung.

Fig. 105 a u. b.

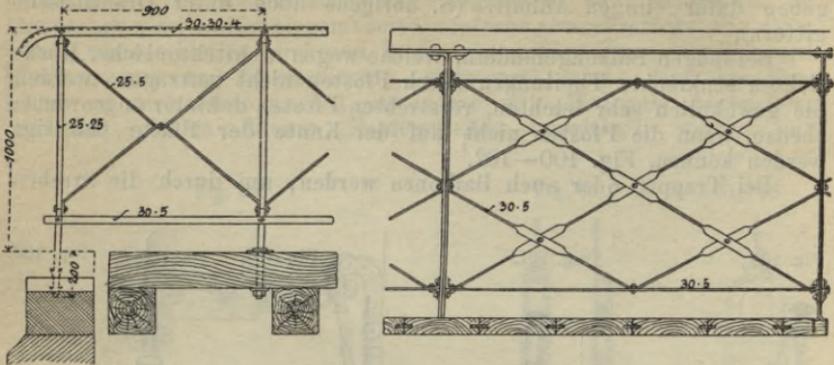


Fig. 106.

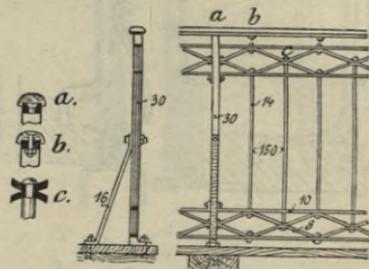
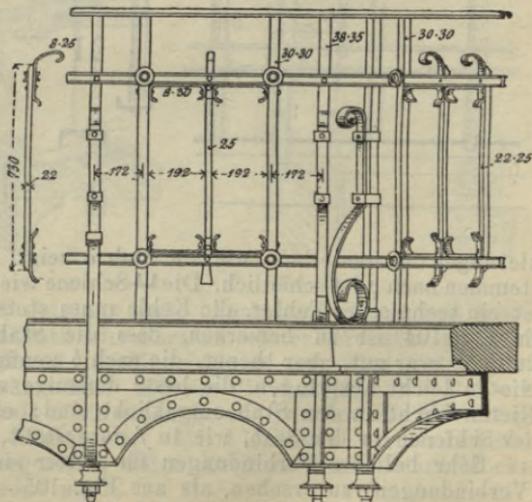


Fig. 107.

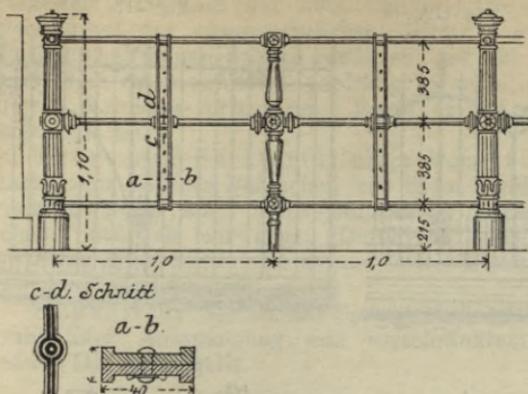


Sehr einfach aber sehr gut versteifte, wie auch architektonisch-wirksame Brüstungsgitter sind in Fig. 105—109 dargestellt. Alle sind nur aus \blacksquare und \blacksquare bezügl. \perp -Eisen geringster Abmessung sowie mit Handschiene hergestellt; Fig. 106 ist mit gerader, 107 mit Bugstreben versehen. Fig. 108 ist ein Gitter aus Gasrohr mit umgelegten \square -Eisenbändern und feststehenden gusseisernen Ständern und Docken. Fig. 109 ist ganz aus Gusseisen mit beweglicher (Pendel-)Knickstütze, Fig. 110 ein reicheres Balkongitter, wesentlich aus \blacksquare -Eisen, mit theils gedrehten Stäben, in Durchsteckarbeit und mit Bundringen.

Bei Gitterthüren und Thoren gelten gleiche Rücksichten, wie oben mitgetheilt sind. Hängestrebene werden entweder ein- oder zweiseitig aufgelegt, selten durchgesteckt. In der Regel werden nur „Halsbänder“ nach Fig. 115 angewendet; der Rahmstab läuft dann auf einem in der Schwelle befestigten Dorn, wobei es minder rätlich ist, eine Pfaane anzuwenden, Fig. 116.

Gitterthore ohne oberen Anschlag bedürfen sehr starker Schlagleisten.

Fig. 108.



Sehr gut ist es, denselben am Fuss eine kleine „Gleitrolle“ zu geben, welche an dem (unteren) Anschlag auf einen Auflauf, Fig. 117, steigt, um heftigen Anschlag zu mildern. Durchfahrbare Thore werden mit Radabweisern versehen nach Fig. 118 und 119.

Zum selbstständigen Aufstellen werden Aufstellfal-

Fig. 109.

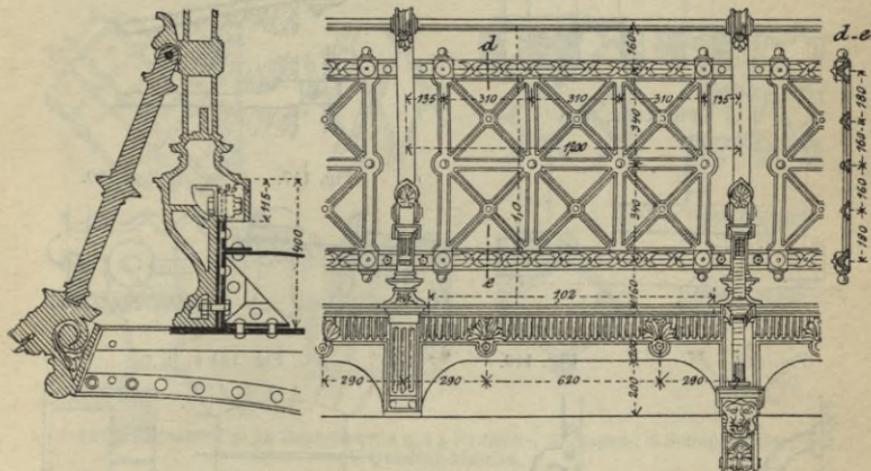
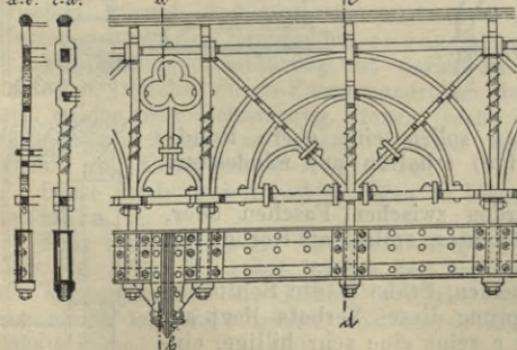


Fig. 110.

Schnitt
a. b. c. d.



len angewendet, Fig. 120. (S. auch Thürbeschläge.)

Brüstungsgeländer, mindestens 0,95 m hoch, erhalten eine steife Hand-schiene. Wird eine solche von Holz gewünscht, so wird die obere Schiene in der Regel aus T-Eisen angefertigt.

Brüstungsgeländer für Fenster sollen mindestens 0,85 m über

Fussboden hoch und deren Enden fest eingemauert sein.

Abnehmbare Brüstungen werden in der Regel aus Gasrohr

Fig. 111.

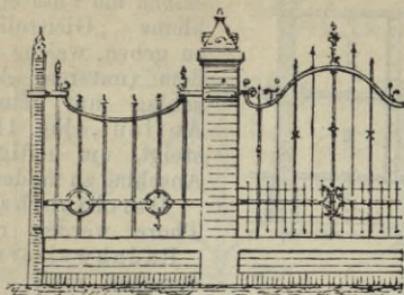


Fig. 112.

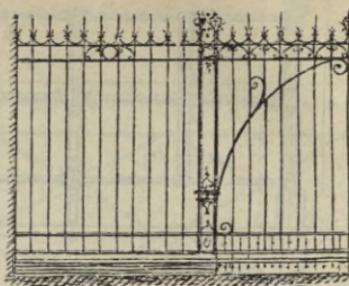


Fig. 113.

Fig. 114.

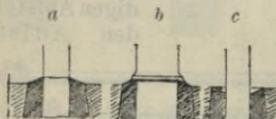


Fig. 116 a, b, c.

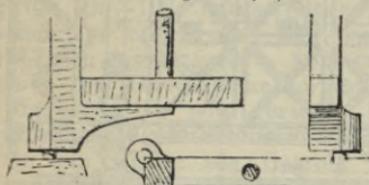


Fig. 115.

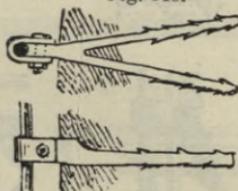


Fig. 117.

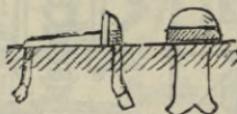


Fig. 120.

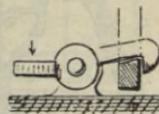


Fig. 118.

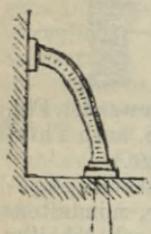
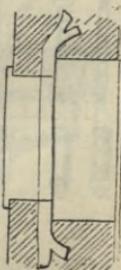
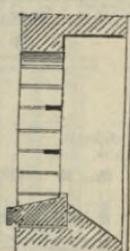
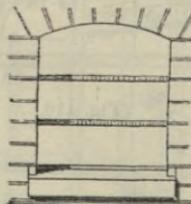


Fig. 119.



Fig. 121 a, b, c.



angefertigt. Kniegitter sollen eine obere Rund-
schiene (keine scharfkantige) erhalten und mindestens
55 cm hoch sein.

Fenstergitter werden zwischen Faschen oder,
wenn sie die Ausschau erleichtern sollen, als Korb-
gitter, ausgebaucht, hergestellt.

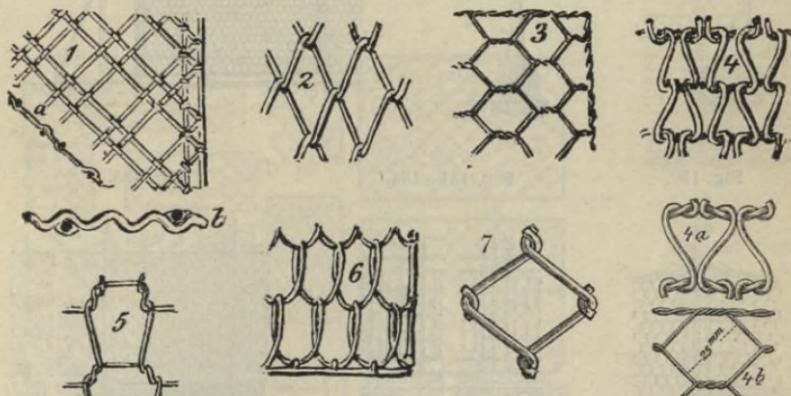
Stets ist es zu vermeiden, Stäbe in die Sohlbänke
einzustemmen. Der Ursprung dieses Verbots liegt auf
der Hand. Fig. 121 a, b, c zeigt eine sehr billige, ein-
fache und sehr sichere Fenstervergitterung für Unter-
Geschoss-Fenster usw.

Zuweilen wird eine Fenstervergitterung nothwendig, welche zwar einen leichten Schutz gegen Einbruch gewähren, aber während der Arbeitszeit innerhalb der betr. Räume entfernbar sein soll. Diesem Zweck dient das zusammenlegbare Gitter von Born; dasselbe kann jedoch nur geringen Schutz gewähren und ist auch in neuester Zeit durch das Boswick-Gitter verdrängt worden, welches ausführlicher unter „Ausbau-Arbeiten, Fenster- und Thürbeschläge“ dargestellt ist.

Thür- und Fensterfüllungs-Vergitterungen werden aus Flach- oder L-Eisen-Rähmchen mit Stanz-Blech, geranktem Füllwerk, Drahtmaschung oder halbverwundenem (verschränktem) Flacheisen, welche natürlich nur gegen Durchgriff oder leichten Stoss Schutz gewähren, hergestellt. Loch- und Gitter-Bleche, Tafel III, sind dazu besonders zweckdienlich.

Hegegitter werden mit Spannstäben aus dünnem Walzeisen und Draht oder Ausspannung mit verschränktem Flacheisen, Fig. 13, Tafel VIII, hergestellt.

Tafel X. Drahtmaschgewebe.



1 Kreuz; 2 Rauten; 3 u. 4 b. Sechseck-, 4 u. 4 a. Dreieck-, 5 Trapez-, 6 Schuppenmaschen
7 Quadrat-Masche.

Als Drahtmaschgitter werden sie in Rahmen fertig gespannt, zwischen Pfosten befestigt oder auch in Gewebe-Breiten an die Pfosten mittels der Drahtenden angeschlungen.

Bei letzterer Ausführung ist darauf zu achten, dass die Drahtschlingen, welche durch Zusammendrehen der Drahtenden entstehen und welche zur Befestigung dienen, nicht vortreten, um nicht zu Verletzungen Anlass zu bieten. Vielfach werden diese Endschlingen deshalb zu „Knöpfchen“ verlöthet.

Diese Drahtzaun-Arbeiten liegen in Händen von Sonderunternehmern.

Sehr vortheilhaft ist die Ausführung bei Wahl verzinkter Drähte nach Fig. 1 Taf. X, wobei infolge der Verzinkung, nach Profil *b*, an den Knotenpunkten die Drähte verlöthet sind. Die Maschen 2–7, namentlich letztere, fordern eine obere, nach unten durchgebogene Rahmschiene, Fig. 129, 130.

Von Gitterwerken derjenigen Arten, wie sie von der Firma „Carl Lerm und Gebrüder Ludewig“, Berlin, vielfach ausgeführt werden,

geben die Fig. 122—140 ein reiches Bild. Fig. 122—124 stellen

Fig. 122. Fig. 123.

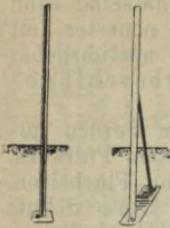


Fig. 124.

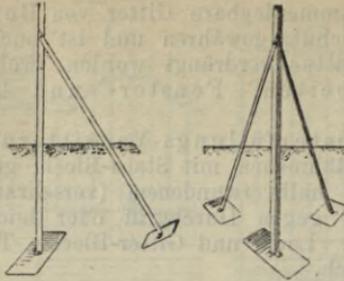


Fig. 125. Fig. 126.

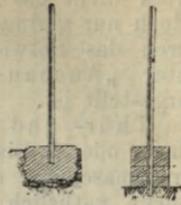


Fig. 127.



Fig. 128.



Fig. 129.

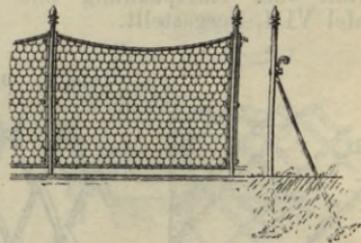


Fig. 130.

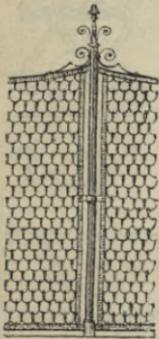


Fig. 131—134.

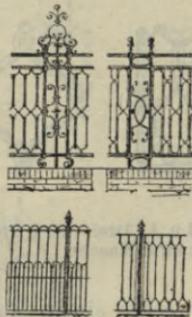


Fig. 135.

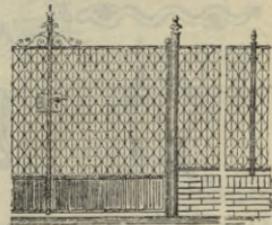


Fig. 136.

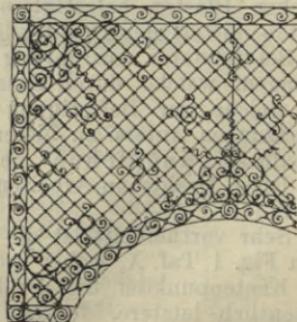
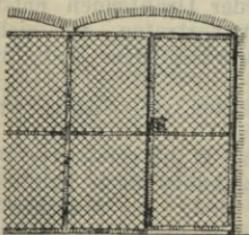


Fig. 137.



Stabpfosten dar, mit Fussblechen zum Eingraben, Fig. 125—128 solche zu Fussmaern, Fig. 129—135 verschiedene Gitterformen.

Fig. 136 stellt eine Bogenform dar, wie sie bei Thoren usw. Verwendung findet.

Fig. 137 zeigt die Verwendung von Drahtgittern zu Kellerverschlägen usw.

In Fig. 138 sind niedrige Einfassungs- bzw. Bekrönungs-

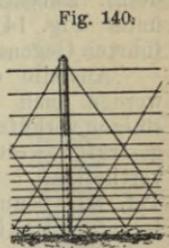
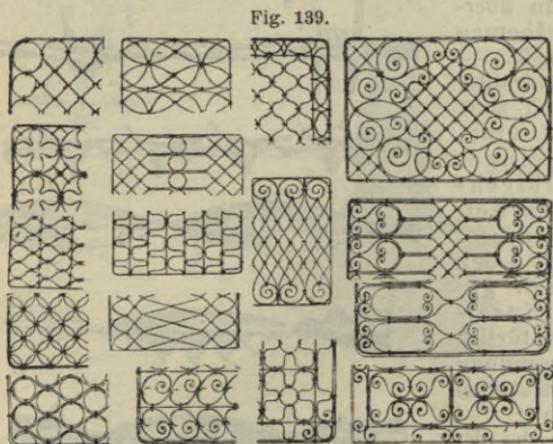
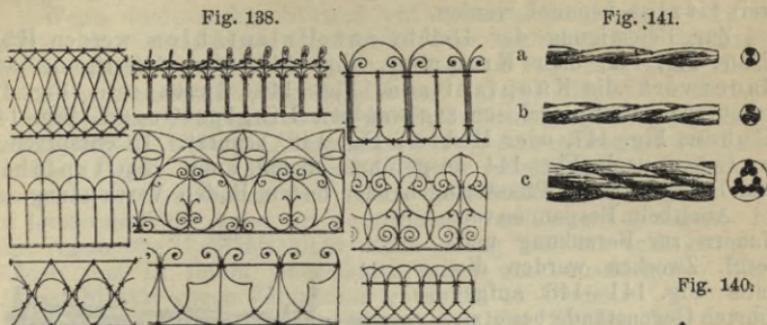
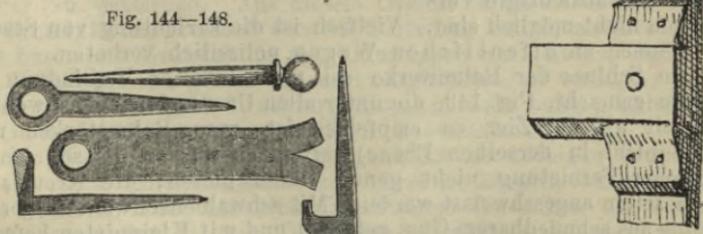


Fig. 142—143.



Fig. 149.



gitter dargestellt, welche in wohl über hundert Abwandlungen von oben genannter Firma ausgeführt werden.

Fig. 139 giebt eine kleine Anslese von Füllungsgitter-Formen, wie sie in wechselnden Stärken und Grösse — je nach Zweckbestimmung — (auch zu inneren Thüren usw.) Verwendung finden.

Häufig bedarf man zum Gelände-Abschluss und dergl. nur eines Drahtspanngitters, wovon Fig. 140 eine häufiger vorkommende Art darstellt. Während die unteren, mehrfach verspannten Drähte gewöhnlich einfach sein können, wendet man für die längeren, nicht verspannten, Drahtseile, Fig. 141 an, von welchen:

a) zweidrätige, e) dreidrätige, c) mehr- (hier drei mal drei) litzige benannt werden.

Zur Befestigung der Drähte auf Holzpfehlern werden Haken, Fig. 142, oder Krammen, Fig. 143, zur Befestigung auf Mauerwerk die Knopfspitzen, Fig. 144, Spitzösen, Fig. 145 (sonst auch als Spiegelösen angewendet), Eingips-Oesen, Fig. 146, Kloben, Fig. 147, oder Haken, Fig. 148, benutzt. In entsprechender Grösse nach Fig. 144 ausgeführt, finden auch „Spitzpfehle“ zum Einschlagen in Pflasterfugen oder festen Boden Verwendung.

Auch beim Bespannen von Mauern zur Berankung und dergl. Zwecken werden die unter Fig. 141—148 aufgeführten Gegenstände benutzt.

Anstelle der Drahtseile werden auch — wenn übersteigen verhütet, Annäherung gestraft werden soll — vortheilhaft Stacheldrähte, Taf. XI, benutzt, und zwar 1. zweispitzige, 2. vier-spitzig, 3. mit eingeflochtenen Stahlblech-Dornen versehene Stachel-drähte, 4. gewundenes Stachelstahlband, 5. dgl. ungezahnt, 6. desgl. gezahnt, 7. desgl. mit Einzelzähnen bewehrt. Natürlich empfiehlt sich die Anwendung solcher — unter Umständen recht gefährlicher — Wehren nur bei Beobachtung gehöriger Vorsicht, so dass unbeabsichtigte Verletzungen nicht möglich sind. Vielfach ist die Errichtung von Stacheldraht-Zäunen an öffentlichen Wegen polizeilich verboten.

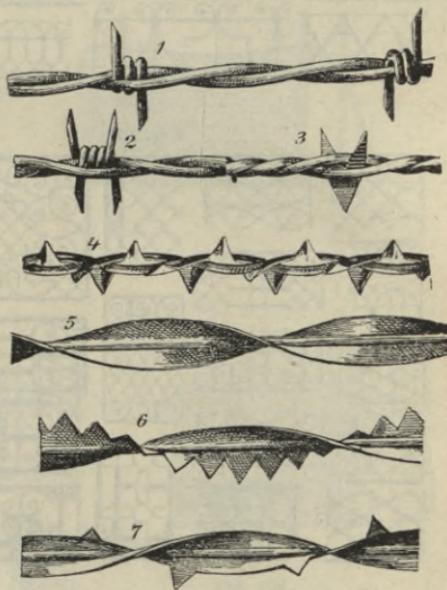
Zum Schluss der Rahmwerke sei noch auf eine Verbindung aufmerksam gemacht, Fig. 149, die unter allen Umständen ebenso wohl zur Festigkeit als zur Zier zu empfehlen ist, wenn Rahmstärken nicht bündig (nicht in derselben Ebene) verbunden werden müssen und zu mehrfacher Vernietung nicht genug Raum bieten; die Kreuzlappen können selten angeschweisst werden. Mit schwalbenschwanzartiger Einklinkung aus schmiedbarem Guss gefertigt und mit Kleinnieten befestigt, tragen solche ausserordentlich zur Verstärkung der Knotenpunkte bei.

IX. Stützen.

a. Stützen aus Gusseisen.

Wie bei allen Ausführungen in Gusseisen, gilt als Grundbedingung für Widerstandsfähigkeit: dass die Materialstärke in allen

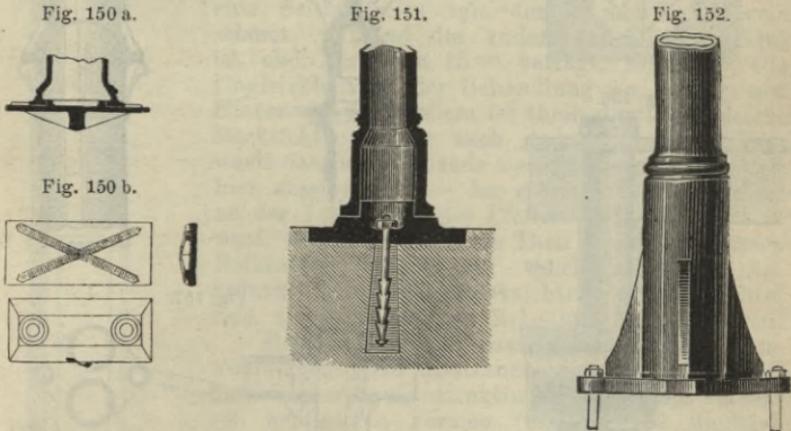
Tafel XI.



Theilen eines Stückes möglichst gleich sei, um Spannungen infolge ungleichmässiger Abkühlung zu vermeiden. Die Fuss- und Kopfstücke der Stützen werden deshalb in den meisten Fällen zweckmässiger Weise als besondere Gusstücke hergestellt; ausgebildete Zierformen werden daher oft in anderem Material nachträglich aufgehftet oder übergeschoben.

Wenn dünnwandige Stützen auf anderen dergleichen aufstehen, müssen die Stützflächen abgehobelt, oder gedreht, oder in anderer Weise vollständig eben und dicht schliessend bearbeitet sein. Es lässt sich aber eine solche sorgfältige Arbeit durch Einfügen von Blei- oder Kupferplatten umgehen, wenn die Stützflächen annähernd genau gearbeitet sind. Uebrigens empfiehlt sich die Anwendung solcher Platten in allen Fällen, wo dünnwandige Theile unmittelbar aufstehen und wo grössere Gussflächen auf Eisen- oder Steinflächen lagern sollen. In letzterem Falle kann ein Untergiessen von Zement genügen, doch nur, wenn die Zementschicht stark genug ist, um vollständig abbinden und in ihrem Querschnitt selbst eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen Zerdrücken gewinnen zu können.

Sehr gefährlich ist das Unterkeilen der Stützen bei der Auf-



stellung; Keile aus Eisen sollten gänzlich verbannt sein; solche aus hartem Holz sind sehr schmal zu nehmen und nach dem Verguss wieder zu entfernen. Aus diesem Grunde schon ist es zweckmässig, die Grundplatten getrennt von der Stütze zu bilden, anderenfalls aber eine besondere Grundplatte mit Kreuzrippen nach unten, Fig. 150 a, b, auf der Oberfläche genau wagrecht abgerichtet, zu verlegen; es wird damit eine günstigere Druckvertheilung bewirkt und gleichzeitig die Arbeit des Aufstellens ausserordentlich vereinfacht.

Kopf- und Fussplatten erhalten die nöthigen Grundformen, um sie durch Ankerschrauben befestigen zu können, oder auch seitliche Flansche zum Anschluss an Träger. Dieselben als Widerlagschuhe zur Aufnahme von Wölbungen auszubilden, ist nach vielfachen Erfahrungen als unzweckmässig anzusehen. Die Platten selbst werden durch kurze Stützflansche (besser gesagt Stege) an die Säule oder das besondere Kopf- oder Fussstück angeschlossen, wie die Fig. 151 u. 152 und weiterhin folgende zeigen.

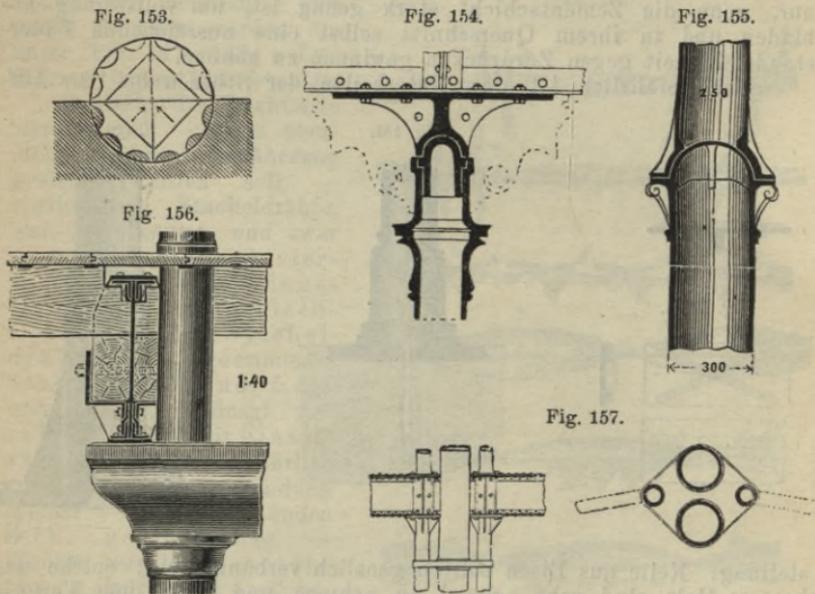
Gusseiserne Säulen werden im Hochbauwesen selten von geringerem äusserem Durchmesser als 8 cm angewendet, da in solchen Fällen Schweisseisen-Rohre in jeder Beziehung vortheilhafter

sind. Ebenso werden Wandstärken kleiner als 1 cm kaum ausgeführt. Gewöhnlich wendet man bei dünneren Säulen Wandstärken von $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{5}$ D., bei sehr grossem Durchmesser (bis 50 cm) $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{8}$ D. an. Ueber 8 m Länge wird im allgemeinen nicht gegossen; selbst 5 m gelten beim Giessen schon als eine ziemliche Länge.

Kannelirungen erschweren den Guss, weil das Modell in mehre (4—6) Theile zerlegt werden muss, um es ausheben zu können, Fig. 153.

Säulen sollen stets wie Rohre „stehend“ gegossen sein.

Sind die Angriffspunkte der Belastungen verschieblich, wie dies z. B. infolge der Längenänderung durch Temperaturwechsel usw. bei eisernen Trägern, oder durch Veränderung der Belastungen eintritt, so werden, um die Drücke in die Axe der Säule so überzuleiten, dass unzentrische Belastung vermieden wird, die Lagerflächen in



Kopf und Fussstücken als Kugelabschnitte gebildet und abgedreht, wie in Fig. 154 angedeutet ist; dies ist auch beim Aufpfropfen empfehlenswerth, Fig. 155.

Aus demselben Grunde ist es auch nicht zweckmässig wenn Säulen in grösserem Abstände von Kopf und Fuss, Platten zur Aufnahme grösserer, namentlich nicht zentrisch wirkender Drücke aufnehmen sollen, wie in Fig. 156. Es ist dann vorzuziehen, die Säule aufzupfropfen, oder die Platte mittels Ueberschiebung anzubringen, wie es selbst bei Kopfplatten nach Fig. 282 (Seite 575) vorsichtiger Weise geschieht.

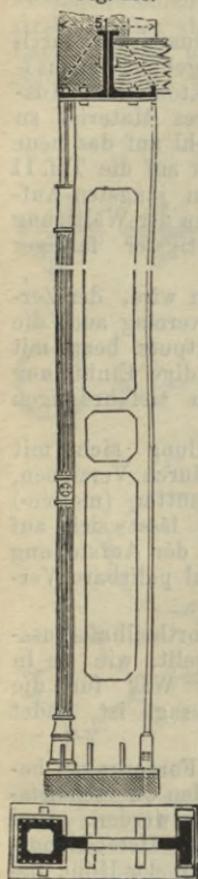
Gekuppelte Säulen müssen eine gemeinsame Grund- und Kopfplatte haben, wenn sie gleiche Drücke aufnehmen sollen; für die Säulen wird dann aber die genaueste Längengleichheit Bedingung.

Die Fälle sind übrigens nicht selten (wie z. B. bei der Pariser Oper) dass eine mittlere Säule Drücke aus höheren Geschossen aufnehmen bestimmt ist; es wäre gefährlich, die Abmessungen derart

zu steigern, um auch noch weitere seitliche, oder gar wechselnde unzentrische Belastungen aufzunehmen. Dann werden Hilfssäulchen mit Gurtverbindung angewendet, wie aus Fig. 158 zu ersehen ist, während die Fussplatte gemeinsam ist.

Die Grundriss-Querschnitts-Formen ergeben sich sowohl aus räumlichen Bedingungen, wie aus Rücksichten der Festigkeit. Dem entsprechend werden bald Rund-, Quadrat- oder \square Säulen, bald mehr gekuppelte Säulen aus \sqcup oder Γ Formen angewendet. Im letzteren Falle werden die Stege oft sehr breit, mit gitterartigen Aussparungen gebildet, die Flanschen entweder blos einseitig oder auch beiderseits zu Rund- oder Quadratsäulen umgebildet, so dass Kuppelpfeiler entstehen. In ähnlicher Weise wird auch aus der \square Form die nebenstehende \square (Kastenform) entwickelt.

Fig. 158.



Beispielsweise wird, wenn eine Stütze für den besonderen Zweck der Einrichtung von Schaufenstern oder für Zerlegung einer grossen Oeffnung in mehr kleine dienen soll und die Mauerdicke beträchtlich ist, es sich empfehlen, anstatt zwei Säulen einen einzigen Pfeiler zu stellen, dessen eine Seiten-Breite mit der Wanddicke übereinstimmt, während die andere erheblich geringer ist und nur etwa 15 cm beträgt, Fig. 158. Die Ungleichheit in der Behandlung der Vorder- und Hinterseite des Pfeilers ist theils durch ästhetische Rücksichten, theils auch dadurch bedingt, dass wenn das betr. Gebäude mehrgeschossig ist, — wie hier angenommen — der grössere Theil der Last an der Vorderseite des Pfeilers aufzunehmen sein wird, während der hintere Theil nur mit der ersten Balkenlage belastet ist. Auch bei dieser Anordnung müssen alle Rücksichten darauf gerichtet sein, möglichst zentrale Belastung herbeizuführen!

Prüfungen von gusseisernen Stützen. Aus wohlberechtigtem Misstrauen in die Zuverlässigkeit gusseiserner Baukonstruktionen, namentlich solcher von bewegteren Formen (mit vielerlei ungleich starken Flanschen) ist hier und da die Forderung erhoben worden, solche Stützen bis zum 5fachen des vorberechneten Belastungsdruckes zu prüfen. Technisch ist diese Forderung nicht zu rechtfertigen, weil dabei ein ganz erheblich schwerer Guss erforderlich wäre. Denn abgesehen davon, ob die Prüfungs-Einrichtungen hinreichende Sicherheit bieten — würde ein solcher zweckloser, künstlich hervorgerufener Spannungswechsel jede Gewähr dafür beseitigen, dass die geprüfte Stütze nach

Transport und Aufstellung auch nun noch das rechnungsmässige Gewicht zu tragen vermöchte. Die übermässige Anspannung und das rasch folgende Nachlassen derselben wie es in der Anwendung niemals vorkommen wird, kann nur zur Lockerung des Gefüges beitragen. Vergleichsweise ist zu bemerken, dass Krähne niemals mit mehr als dem $1\frac{1}{5}$ — $1\frac{1}{4}$ fachen der rechnungsmässigen Last geprüft werden.

Zweckmässig ist, beim Verladen, namentlich auf Eisenbahnen, sowie beim Transport und Aufstellen grosse Vorsicht walten, besonders

aber die Aufstellung von Säulen und Stützen durch Monteure und nicht durch Maurer bewirken zu lassen.

b. Stützen aus Schmiedeseisen.

Gegenüber den Schwierigkeiten, welchen auch die in vervollkommnetster Gusstechnik hergestellten Konstruktionen unterliegen, musste mit Entwicklung der Walztechnik und aus dem Bedürfniss nach unabhängiger Formgebung, die Anschauung derjenigen Architekten eine Wandlung erfahren, welche der Entwicklung der Kunstformen in engem Anschluss an die Natur des Materials und realen Konstruktions-Formen ablehnend gegenüber traten.

Dem Architekten eröffnen sich beim Ersatz des Gusseisens durch Schmied- bzw. Schweisseisen, Freiheiten der Formgebung ebenso wohl in bezug auf Widerstandsfähigkeit als auf tektonischen Ausdruck, wie sie in abschbarer Zeit durch kein anderes Material zu erzielen sein werden. Bei diesem Ausspruch ist sowohl auf das neue Mannesmann'sche Röhrenwalzverfahren hinzuweisen als auf die Taf. II mitgetheilten Mannstaedt'schen Ziereisen und den jüngsten Aufschwung im Emailirverfahren, welches letzterem weder in der Wältigung grosser Stücke, noch weitest gehender und prächtigster farbiger Schmuckzeichnung Grenzen gezogen zu sein scheinen.

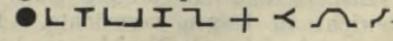
Wie letztere Technik vielleicht ein Mittel bieten wird, der Zerstörung tragender Gebilde durch Feuer vorzubeugen, vermag auch die einfachste Ummantelung durch Kalk, Gips oder Zementputz, bzw. mit gebrannten Thonhüllen, aber namentlich die vollständige Einhüllung sämtlicher Eisenflächen in Mauerwerk, derartigen Gefährdungen entgegen zu wirken.

Verzinkte Eisentheile lassen nach der Aufstellung sich mit Leichtigkeit schleifen und hoch polieren, während durch Verzinnen, Poliren, und Beizen, die bekannten prachtvollen Perlmutter- (moirée-) artigen Zeichnungen herstellbar sind. Ebenso leicht lässt sich auf vorher verzinkten oder verzinnnten Theilen — nach der Aufstellung — galvanische Bronzierung und echte, mit dem Stahl polirbare Vergoldung herstellen. —

Bei vielen schmiedeisernen Stützformen werden vorthellhaft Fuss- und Kopfstücke, bzw. Platten aus Gusseisen hergestellt, wie sie in den bezügl. Tafeln schematisch dargestellt sind. Was für die gleichen Theile bezüglich der gusseisernen Stützen gesagt ist, findet auch hier Anwendung.

Die Stützen können in jeder durch räumliche Forderungen bedingten Grundform in den der Belastung entsprechenden Querschnittsformen mit geringstem Materialaufwande hergestellt werden. Und zwar kann mit einiger Umsicht erreicht werden, dass die Herstellungskosten unabhängig von der Konstruktionsform, lediglich der Höhe und aufzunehmenden Belastung entsprechend, wachsen.

Diesen verschiedenen Anforderungen wird entsprochen durch:

1. eingliedrige Formen aus  Eisen,
2. mehrgliedrige Formen aus gleichen Profilen, mit einfacher Nietung,
3. mehrgliedrige aus den gleichen Profilen, mit Verstärkung durch zwischengenietete Flacheisen,
4. mehrgliedrige aus ungleichen Profilen, in einfacher Nietung,

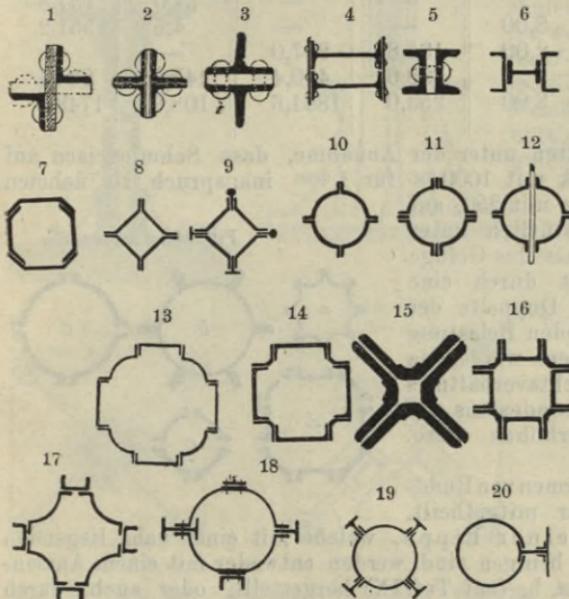
5. mehrgliedrige aus gleichen oder ungleichen Profilen mit Gurtungen in Kastenform.

6. wie ad 2—4 mit Niet- und Blechstegen,

7. desgleichen mit Gitterstegen aus — , L oder I Eisen (räumliche Fachwerke) und zwar mit oder ohne innere Kreuzstreben. Von den verschiedenen eigenartigen Bildungen giebt Taf. XII die gemeinbräuchlichsten Formen.

Es ist bei der Wahl der verschiedenen Formen von grosser Bedeutung, ob die Stützen ganz frei stehend, ob sie ummantelt werden oder Gerippe eines Mauerkörpers bilden sollen, endlich ob an Zwischenwänden anlehnend, oder ob sie durch Kreuz- oder Querstreben unter sich verbunden sein sollen (wie z. B. in Bibliotheken, Lagerhäusern usw.), also eine in Pfosten und Gitterstreben aufgelöste Wand bilden werden. Die betr. typischen Formen werden

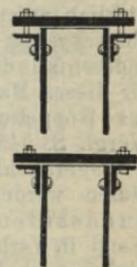
Tafel XII.



aus nebenstehender Tafel XII leicht erkenntlich sein, auch diejenigen darunter welche im Einzelfalle die zweckmässigsten sind.

Die im Hochbauwesen, besonders in architektonischer Hinsicht

Fig. 159 a u. b.



wichtigste Form wird stets die geschlossene Rundsäule aus Schweisseisen bilden, sofern es sich nicht um einen hohen Grad von Feuersicherheit handelt. Solche werden, beginnend von 40 mm D ., mit 3—4 mm Wandstärke, bis zu 50 mm D ., mit 12—25 mm Wandstärke, von den bezüglichen Werken geliefert. Verjüngung und Schwellung verursachen keinen erheblichen Preisaufschlag.

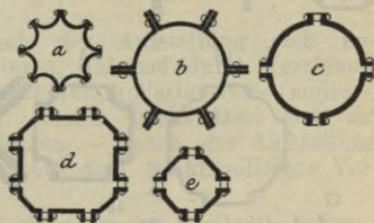
Wesentlich ist auch bei Anwendung dieser Stützen, dass der Druck genau zentrisch wirkt; es müssen daher die Kopfplatten nach Fig. 159 a (die Säule etwa 1—2 mm über den Rand des Winkels vorstehend) und nicht, wie Fig. 159 b zeigt, gebildet sein, um seitliche Drucküberleitung durch den Verbindungswinkel (Ring) zu vermeiden.

Eine ungefähre Uebersicht des Verhältnisses von Tragfähigkeit T und Gewicht G zwischen Schweisseisen und Gusseisen bei gleichen Durchmessern D , Wandstärken s und Höhen H kann nach folgenden Beispielen (nach Scharowsky) gewonnen werden.

| D | s | H | Schweisseisen | | Gusseisen | |
|-----|----|------|---------------|---------|---------------|---------|
| | | | T (Last) t | G kg | T (Last) t | G kg |
| 80 | 4 | 2,00 | 6,2 | 15,0 | — | — |
| 80 | 6 | 2,00 | 8,8 | 21,6 | — | — |
| " | " | 8,00 | 1,3 | 86,4 | — | — |
| " | 14 | 2,00 | — | — | 4,8 | 32,0 |
| " | 10 | 2,00 | — | — | 6,0 | 42,0 |
| " | " | 8,00 | — | — | 0,3 | — |
| 150 | 7 | 2,00 | 27,2 | 49,0 | — | — |
| 150 | 10 | 2,00 | 37,8 | 68,8 | — | — |
| " | 10 | 8,00 | 12,1 | 275,2 | — | — |
| " | 12 | 2,00 | — | — | 19,4 | 75,4 |
| " | 24 | " | — | — | 34,0 | 137,8 |
| " | " | 8,00 | — | — | 4,5 | 551,2 |
| 500 | 12 | 2,00 | 181,8 | 287,0 | — | — |
| " | 20 | " | 298,0 | 470,4 | 147,2 | 237,4 |
| " | " | 8,00 | 253,0 | 1881,6 | 108,9 | 1749,6 |

Diese Zahlen gelten unter der Annahme, dass Schmiedeseisen auf Zug sowohl als Druck mit 1000 kg für 1 qcm inanspruch zu nehmen sei, Gusseisen auf Zug mit 250, auf Druck mit 500 kg, natürlich unter der Voraussetzung, dass das Gefüge des Gusseisens nicht durch eine Prüfung, welche das Doppelte der wirklich aufzunehmenden Belastung überschreitet, gelockert werde, da anderenfalls das Gewichtsverhältniss für dieses Material mindestens auf das Doppelte zu erhöhen wäre. (Vergl. S. 545).

Fig. 160.



Gebrauchliche Formen von Rundsäulen werden später mitgetheilt. Rundsäulen mit einer Rippe, welche mit einer nahe liegenden Wand in Verband zu bringen sind, werden entweder mit einem Aussenkant nach Prof. 19 a, b, (auf Taf. IX) hergestellt, oder auch, durch Nietung aus Blech und Profleisen.

Kannellirte Rundsäulen sind aus Schweisseisen nur schwierig herzustellen; es muss dazu kannellirtes oder Viertelkreis-Blech verwendet werden und sind die Abläufe in besonderen Ringstücken herzustellen. Verjüngung würde auf fast unlösbare Schwierigkeiten stossen. Man erzielt eine ähnliche Wirkung durch Einlegen keilförmiger Stücke (bei Anwendung von Viertelkreisblechen, Fig. 160 a,) oder durch Auflegen von Stäbchen, Fig. 24, 32—34 oder 65 usw. (auf Taf. I), oder durch Ueberschieben der in dünnem Blech hergestellten Kunstform. Eine ähnliche Wirkung hat man in Frankreich durch Zusammenbiegen von gewelltem Blech mit inneren Ringen erzielt und die Abläufe mit den bei der Dachdeckung üblichen Zungenblechen (siehe unter „Klempnerarbeiten“, auch unter „eiserne Thüren“) hergestellt. Solche Säulen lassen sich auch mit Verjüngung bilden. Die Fuss- und Kopfanschlüsse werden nicht nach genauer Ebene hergestellt (dies würde ausserordentlich schwierig sein); es werden viel-

mehr die Enden winklig nach innen gebogen und die betr. Platten mit Letternmetall vergossen. Durch dies Vergiessen leidet freilich die Feuersicherheit!

Fig. 161—165 stellen Typen gebräuchlicher Konstruktionen nebst Kopf- und Fussplatten, sowie ihre Nebenverbindungen dar. Zu Fig. 162 ist zu bemerken, dass das gewählte Beispiel eine sehr niedrige Säule von ungefähr der Höhe gleich dem 20fachen Durchmesser giebt.

Oft werden Hohlstützen zur Bergung von Regen-(Abfall)rohren benutzt; es ist dies immer gewagt wenn die betr. Räume nicht gut temperirt erhalten bleiben und wenn auf mehr als einfache Geschosshöhe die Rohre unzugänglich werden. — Die Durchführung eines Luftstroms durch Hohlstützen zum Feuerschutz, ist wegen Erschwerung der Kopf- und Fussbildung kaum möglich, bei stärkeren Wandungen aber auch ganz nutzlos, wie die Erfahrung gelehrt hat. Ebenso nutzlos,

Fig. 161.

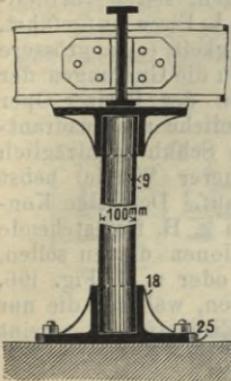


Fig. 162.

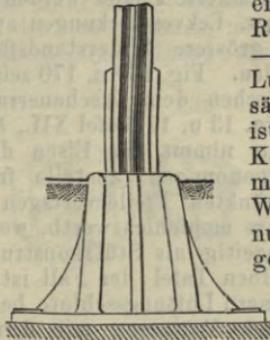


Fig. 163.

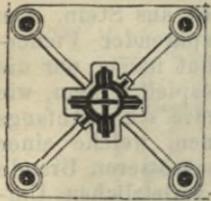


Fig. 164.

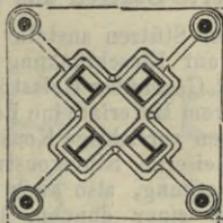


Fig. 165.

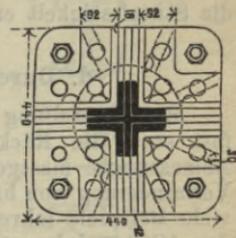


Fig. 166. Fig. 167. Fig. 168. Fig. 169. Fig. 170.

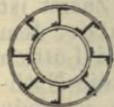
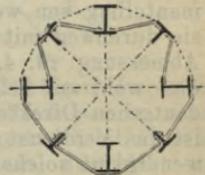


Fig. 171.



vielmehr höchst schädlich, ist es, dem Luftwechsel im Innern der Säulen alle Wege zu sperren oder auch dieselben mit Beton auszustampfen — abgesehen von den Hohlspindeln von Wendeltreppen, wo die Füllung allerdings Vortheile gewährt.

Ist hohe Knickfestigkeit erforderlich, so eignen sich Rundstützen weniger, während solche aus Sextanteisen, Fig. 160 b, oder aus ähnlichen Formen genietete, derartigen Anforderungen besser entsprechen.

Die geschlossene Rund- und Kastenform wird aus Zweckmässigkeitsgründen mehr und mehr verlassen. Man nietet Formen, wie Fig. 160 c,

d, e vielmehr mittels Stehbolznieten, um einen besseren Anschluss an Fuss- und Kopfplatten zu erzielen, oder auch Seitenverbände (zu Konsolen, Auslegern usw.) nachträglich anlegen, oder auch Verbände durch die Stütze hindurchführen zu können, welche anderenfalls nachtheilige Schubkräfte darauf ausüben könnten.

Falls Ummantelung der Stütze behufs Verhütung der Thaubildung (sogen. Schwitzens) bei plötzlicher Temperatur-Abminderung oder zum Feuerschutz beabsichtigt wird, ist dabei auch eine vortheilhaftere Befestigung an den Stehbolzen möglich.

c. Eisenkonstruktionen zur Verstärkung von Mauerstützen.

Schlanke, hoch aufgemauerte Pfeiler werden nicht selten vortheilhaft mit Gurtungen bezw. Eckverstärkungen aus L-Eisen aufgeführt, um gegen Seitenschub grössere Widerstandsfähigkeit (also grössere Knickfestigkeit) zu erzielen. Fig. 169 u. 170 zeigen die Gurtungen der grossen Mauerpfeiler zwischen dem Zuschauerraum der Pariser Oper und der Nebensalons; Fig. 13 u. 17 Tafel XII., ähnliche aus Quadrant- u. L-Eisen; bei letzteren nimmt das Eisen den Schub nachträglich eingebrachter Bogenverspannungen (anstelle früherer Wände) nebst ihren äusserst eingeschränkten Pfeilervorlagen auf. Derartige Konstruktionen sind besonders empfehlenswerth, wenn z. B. frei stehende Schornsteinkästen gleichzeitig als Stützkonstruktionen dienen sollen, wie es bei Fig. 13 derselben Tafel der Fall ist, oder z. B. Fig. 166, 167, welche in ihrem Innern Lüftungsschlotte bergen, während die nur den äusseren Ring füllende Mauerung mit den Eisenstützen vereint die Stützfestigkeit ergibt.

d. Durchmauerte Stützen aus Profileisen.

Bei Herstellung eiserner Stützen anstelle solcher aus Stein, war fast stets die Rücksicht auf Einschränkung lichtsparender Pfeiler-Abmessungen massgebend. Gegenüber Holzstützen hat immer nur die Verminderung von brennbarem Material eine Rolle gespielt. Denn, wie viele Beispiele lehren, haben vorsichtige Konstrukteure schon Anfangs der 1840er Jahre schmiedeeiserne Stützkonstruktionen, welche einer erheblichen Temperatursteigerung, also auch einem grösseren Brande trotzen sollten, nicht mit einer dünnen, leicht verletzlichen Ummantelung von wenig widerstandsfähigem Material umgeben, sondern sie durchweg mit mindestens einem Viertelstein (französ.-belgisch engl. Abmessung rd. 4,3 cm Dicke) in allen Flächen ummauert. Zuerst ist das wohl auf belgischen Hüttenwerken geschehen und Pastor, dem deutschen Direktor der Cockerill'schen Werke in Seraing bei Lüttich ist das Verdienst zuzuschreiben, durch Versuche im grossen die Nothwendigkeit solcher Maassnahmen dargelegt zu haben! Noch ist kein Beispiel bekannt geworden (selbst nicht beim sogen. Kommunebrande in Paris 1871) bei welchem derart um- bezw. durchmauerte Stützen nicht bis zum letzten Augenblick ihre volle Stützfähigkeit behalten hätten. Die hier inbetracht kommenden Stützbildungen sind auf Taf. XII, Fig. 1—6, sowie Fig. 166 u. 167 zusammengestellt; auch ein nach Fig. 168 gebildeter durchmauerter Pfeiler von rd. 50 cm Durchm., bei welchem die Flansche der T-Eisen nur etwa 2,5 cm stark eingeputzt waren, hat 1871 (Rue de Rivoli, Finanzministerium) vollständig standgehalten.

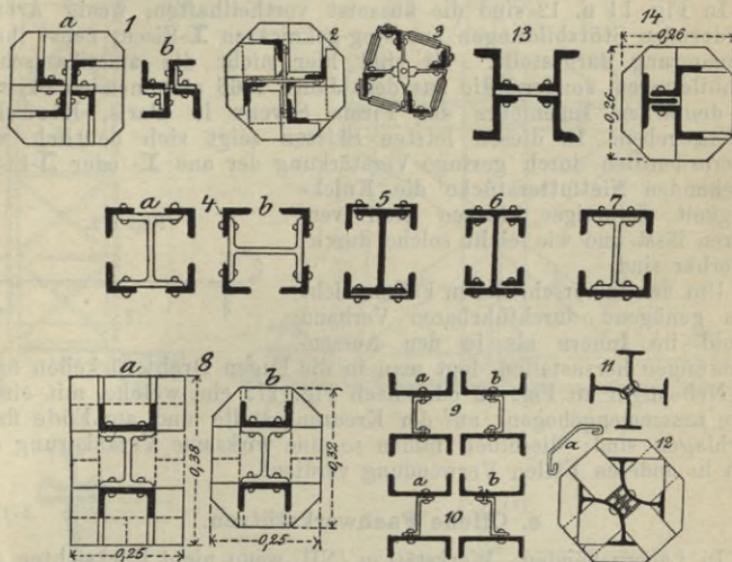
Bemerkenswerth ist, dass nach heute üblicher Festigkeitsberechnung für die betr. Eisenkonstruktionen (als selbständige) wohl nur aus-

nahmsweise mehr als das $3\frac{1}{2}$ fache an Druckfestigkeit, und etwa das $2\frac{1}{2}$ fache an Knickfestigkeit festgestellt werden kann, während für den Mauerkörper etwa $1\frac{1}{2}$ –2fache Druckfestigkeit sich herausstellt und dafür die Knickfestigkeit für sich etwa gleich 1 – $1\frac{1}{2}$, dagegen für das Mauerwerk in Relations-Berechnung mit der ungeschwächten Eisenkonstruktion zusammen, sich zum etwa 7 – 8 , zuweilen sogar dem 10fachen ergibt.

Schon längst hat man daher (leider in Deutschland am wenigsten) so günstige Erfahrungen sich zunutze gemacht und Stützen hergestellt, welche allen bezüglichen gerechten Anforderungen vollauf entsprechen, jedoch bei Anwendung des — hierfür wenig passenden — deutschen Normalbacksteinprofils kaum eine Stützstärken-Einschränkung im unverputzten Zustande unter $0,27$ m zulassen.

Tafel XIII giebt die verschiedenen, meist nur skizzenhaft bekannt gewordenen Typen, deren Berechtigung für den Einzelfall natürlich

Tafel XIII.



stets besondere Berechnung durch einen sachverständigen Ingenieur voraussetzt. Unter dieser Voraussetzung ist jedoch die Zulassung unter namhaften Erleichterungen behördlicherseits gesichert! Freilich kann dies nur unter der ferneren Voraussetzung gültig sein, dass das betr. Backsteinmaterial unter höheren Wärmeeinflüssen sich beständig zeigt, wie z. B. die sogen. „Rathenower“ Ziegel (in Deutschland), die „Burgunder“ (in Frankreich), die „Bologneser“ (in Italien) usw., und dass unüberstarke Mörtelfugen die Gluthbeständigkeit des Mauerwerks nicht gefährden.

Um eine leichtere Durchführung des Verbandes zu erzielen, auch da wo Diagonalquerverbände der einzelnen Stützprofile durchaus nöthig sind, eignet sich besonders die in Deutsch. Bauztg. 1895, S. 169 beschriebene Form von Verblendplatten mit Verband, welche eine ziemlich bedeutende Einschränkung des Gesamtprofils derartiger Stützen, selbst für unverputztes Frontmauerwerk zulassen.

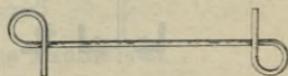
Fig. 1 (Taf. XIII) zeigt einen solchen Pfeiler aus L-Eisen, abwechselnd mit Stegblechen und L-Eisen-Winkeln versteift, Fig. 2 desgl. wie vor, aber mit längeren Stegen, letztere durch L-Eisen versteift. Fig. 3 desgl. mit Versteifungsstegen aus verschränktem Flacheisen (engl. Vorbild!) Fig. 4 desgl. mit kreuzweise angeordnetem, aus zwei Niet breiten I-Eisenstegen, Fig. 5 u. 6 dagegen I-Eisen mit L-Eisen-Flanschversteifungen, Fig. 7 eine Stütze aus zwei U-Eisen mit I-Nietsteg. Fig. 8 a u. b dasselbe, die Flansche der U-Eisen nach aussen gekehrt, mit Ummauerung, b, bei äusserster Einschränkung derselben.

Die Stützen Fig. 9 a u. b, 10 a u. b sind aus U-Fisen mit wechselweise nach einer und der anderen Richtung gestellten Nietstegen aus J- bzw. Z-Eisen gebildet (um solchergestalt Schiefstreben, die dem Verbande bei der Durchmauerung hinderlich sind, zu vermeiden. Fig. 13 ist aus 4 Z-Eisen mit Stegfutterstücken gebildet und Fig. 14 aus 2 Z-Eisen mit T-Eisen verbunden, zur zentrischen Aufnahme ungleichseitiger Belastungen.

In Fig. 11 u. 12 sind die äusserst vortheilhaften, wenig Arbeit erfordernden Stützbildungen aus steg-geknickten I-Eisen, nebst ihrer Ummauerung dargestellt. Es sind hier nicht die amerikanischen Nachbildungen, sondern die aus dem Jahre 1866 stammenden Skizzen des deutschen Ingenieurs der Firma Seyeux in Paris, Riedele, wiedergegeben. In diesen letzten Skizzen zeigt sich deutlich, wie ausserordentlich durch geringe Verstärkung der aus I- oder J-Eisen bestehenden Nietfutterstücke die Knickfestigkeit derartiger Stützen sich vermehren lässt und wie leicht solche durchmauerbar sind.

Um den in verschiedenen Fällen nicht stets genügend durchführbaren Verband sowohl im Innern als in den Aussenmauerungen herzustellen, legt man in die Fugen Drahtstückchen nach der Nebenfigur zu Fig. 12 oder nach Fig. 172 ein, welche, mit einem Auge zusammengebogen, auf der Kreuzungsstelle und am Ende flach geschlagen sind; dieselben bilden so eine wirksame Verankerung die auch in anderen Fällen Verwendung verdient.

Fig. 172.



e. Offene Fachwerkstützen.

In Lagergebäuden, Werkstätten (NB. wenn nicht Rücksichten auf Feuerbeständigkeit Anderes gebieten!), Gewächshäusern werden offene Fachwerkstützen in der Regel den Vorzug verdienen, weil sie möglichst vollständige Uebersicht des Raumes und freie Ausnutzung desselben zulassen.

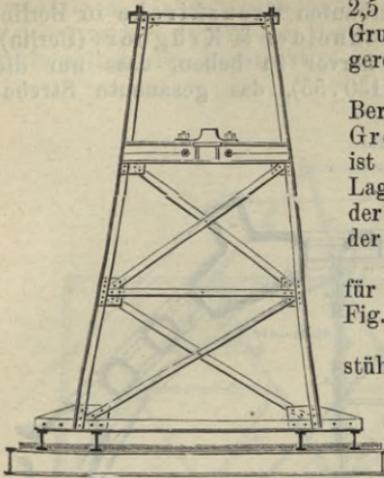
Ein solcher Fachwerkpfeiler für eine Werkstatt, welcher als Dachstütze dient und gleichzeitig in $\frac{2}{3}$ seiner Höhe 2 schwere Laufkräne aufnimmt (wozu der kastenartige Aufbau dient) ist in Fig. 173—175 mitgetheilt. Die Konstruktion Fig. 176—177 ist zur Stütze eines hölzernen Daches für einen offenen Schuppen bestimmt.

f. Nothstützen aus anderen Profilen.

Nicht allenthalben und nicht jederzeit sind die unbedingt zweckmässigsten Profile, und selbst nicht die nöthigen Arbeitskräfte und Einrichtungen zeitig zu beschaffen. Unter solchen Verhältnissen hat sich eine Konstruktion bewährt, welche schwere Belastungen aufnehmen kann, wenig Arbeit verursacht und in der gegebenen Raumeinschrän-

Bei einer Höhe bis 2,5^m des Lagerbalkens über der aus **I**-Trägern hergestellten Balkenlage des Thurmes beträgt das Gewicht des Glockenstuhles etwa 0,6 des Glockengewichtes und für 1^{qm} Grundrissfläche des lichten Thurmraumes 80—90^{kg}. Wenn aber der Lagerbalken höher als 2,5 m liegt, müssen bis 220 ^{kg}/1^{qm} Grundrissfläche des lichten Thurmes gerechnet werden.

Fig. 184.

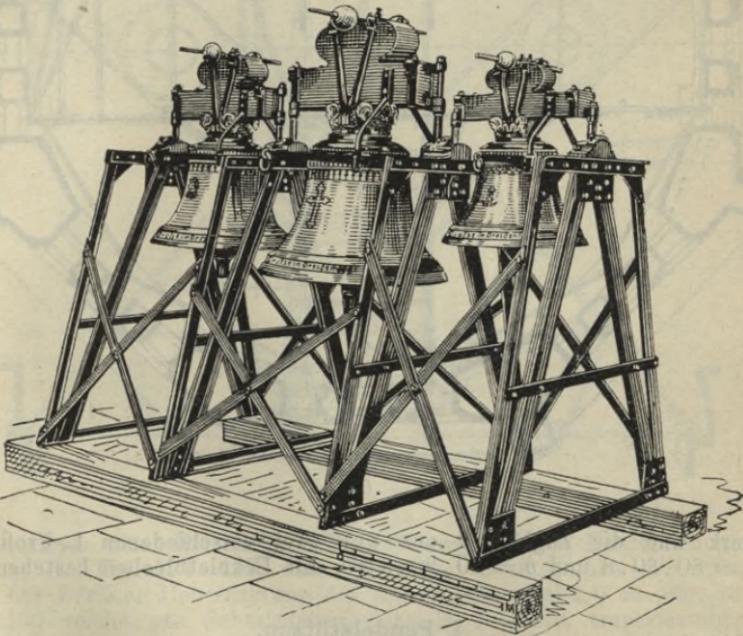


Ein im Thurm der Zionskirche zu Berlin ausgeführter, nach Angabe von Grosse in Dresden konstruirter Stuhl ist in Fig. 184 dargestellt. Die über Lagerhöhe hinausgehende Fortsetzung der Konstruktion dient zur Vermehrung der Festigkeit.¹⁾

Einen mehrfachen Glockenstuhl für ein Dreigeläut veranschaulicht Fig. 185.

Während die beschriebenen Glockenstühle auf besonderer Balkenlage ruhen, wie es bei Einfügung in bestehende Thurmbauten kaum vermeidlich ist, geht man heute darauf aus, die Drücke gleichmässig durch

Fig. 185.

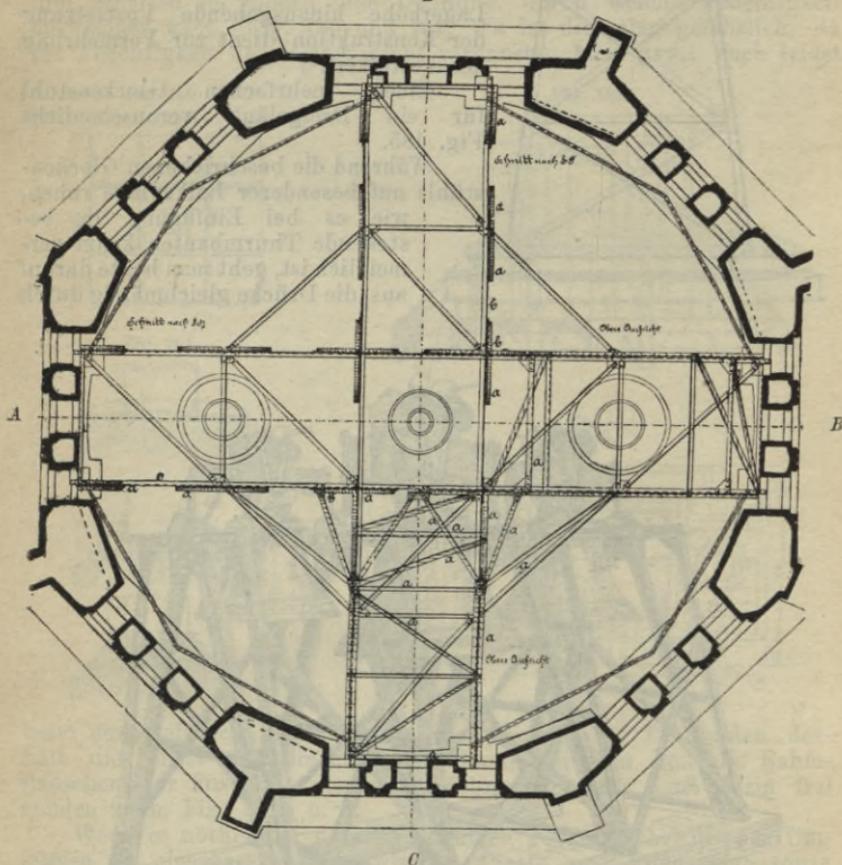


¹⁾ Bezügl. der Berechnung dieser aussergewöhnlichen Konstruktionen, bezw. der besonderen Beanspruchung siehe Schupmann: Die Achsendrücke schwingender Glocken: Deutsche Bauztg. 1875, S. 426 und Mittheilung von Köpke in den (gedruckten) Protokollen des Sächs. Arch.- u. Ing.-Ver., 1875, (1875er) Hauptversammlung d. Vereins.

Auflagerung der räumlichen Fachwerke auf das Mauerwerk unmittelbar zu übertragen und solchergestalt die entstehenden Schwingungen in der Masse des Strebewerkes aufzuheben, wobei die Drücke sich gleichmässig auf die Ecken vertheilen. Eines der interessantesten Beispiele dieser Art zeigt Fig. 186 in Grundriss und zwei Aufrissen; es ist der Glockenstuhl zu der von Otzen erbauten Kreuzkirche in Berlin, nach der Konstruktion von Bretschneider & Krügner (Berlin). Als besonders bemerkenswerth ist hervor zu heben, dass nur die Querschwellen *c* aus \square -Eisen (von 130.55), das gesammte Strebe-

Fig 186.

D



werk und die Zugbänder aus nur zwei verschiedenen \square -Profilen: $a = 80.80.8$ und $b = 90.90.9$ mm, mit Ecknietblechen bestehen.

i. Pendelstützen.

Es ist ein nothwendiges Bestreben der Eisenkonstruktoren, die schädlichen Einflüsse, welche durch Längenänderung infolge von Temperatur-Wechseln und Druckspannungen entstehen, zu mindern. Bei Brücken- und reinen Nutzbauten hat man zu dem System der

Pendelstützen gegriffen, deren obere und untere Enden als Gelenke ausgebildet sind. Bei Brückenbauten hat man sich auch nicht gescheut, die Stütze demgemäss tektonisch auszubilden, in ähnlichen Formen wie sie schon in spätmittelalterlichen Holzbauten vorbereitet waren, während man im Hochbauwesen sich dazu bisher nur ausnahmsweise entschliesst, vielmehr gewöhnlich zu verhüllten Konstruktionen greift, welche weder das Wesen der angewendeten Stütze erkennen lassen, noch selbst die konstruktive Form frei zu entwickeln erlauben, wie

Fig. 186 a.

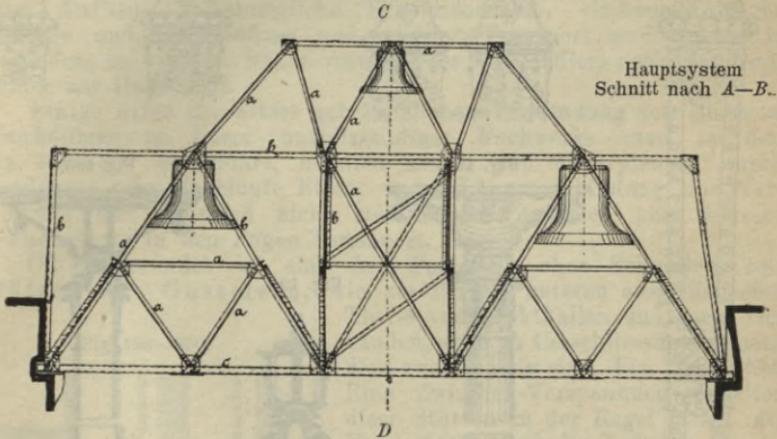
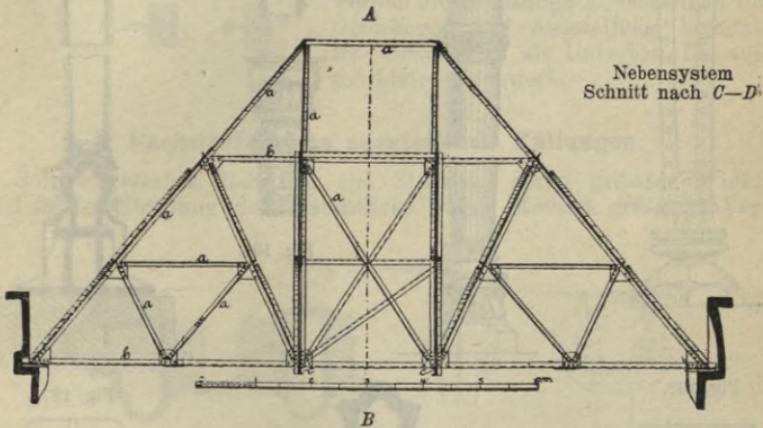


Fig. 186 b.



andererseits dies die in Fig. 187—197 angedeuteten Konstruktionen thun. In Fig. 191—197 sind derartige Stützen aus Gusseisen von der Berliner Ueberführung der Anhaltischen Bahn,¹⁾ in Fig. 187 bis 190 solche aus Schmiedeisen (aus je 2 \sqcup mit trapezförmigen Blechen gefertigt) von mehren Ueberführungen der Berliner Stadtbahn²⁾ dargestellt.

¹⁾ Architekt Schwechten.

²⁾ Architekt Jacobsthal.

Es handelt sich hier um Formen, welche in jedem, nicht in schematischer Nachahmung geschichtlicher Bauwerke durchgeführten

Fig. 187.

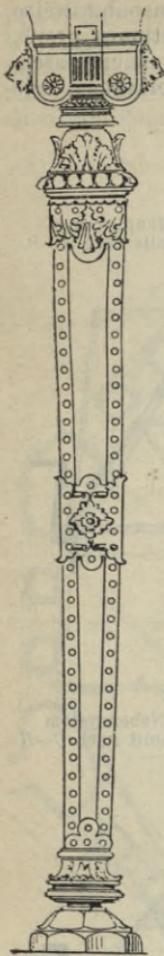


Fig. 188.

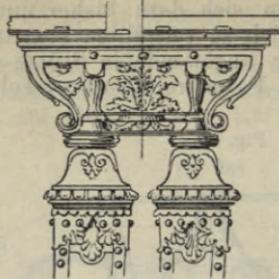


Fig. 189.



Fig. 190.



Fig. 193.

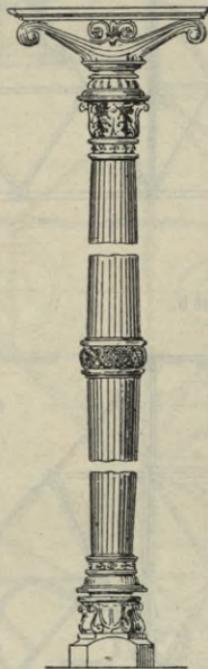


Fig. 195.

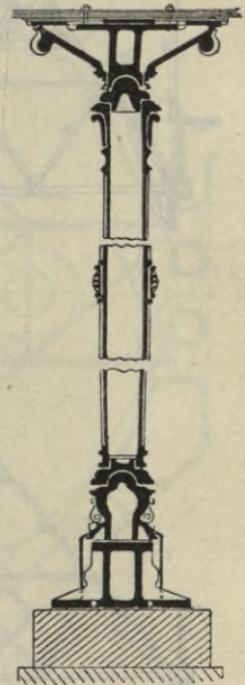


Fig. 191.



Fig. 194.

Fig. 196.

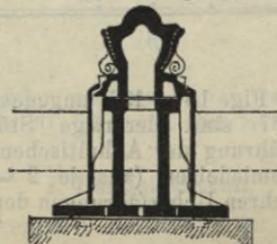
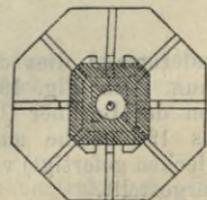


Fig. 192.



Fig. 197.



Bau sehr wohl Aufnahme und Weiterentwicklung finden und zur Einführung dauerhafter und leichter Konstruktionen beitragen würden.

X. Wände in Eisenfachwerk.

a. Aeltere Eisenfachwerke.

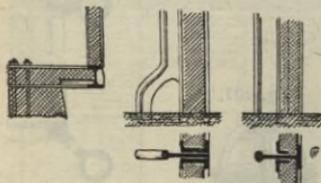
Die Rücksichten welche dazu führen, Eisenfachwerk in Gebäude-Wänden immer weitere Aufnahme zu sichern, sind äusserst mannichfacher Natur; hier mögen nur die allgemeinsten Erwähnung finden:

Äusserste Raum- und Materialersparniss; geringe und gleichmässige, bezügl. auf einzelne Stützpunkte sicher zu übertragende Belastung bei grosser Steifigkeit; im Zusammenhange damit Sicherheit auf unsicherem Boden auch bei Erdbeben. Ferner grösste Zeitersparniss beim Aufbau, grösstmögliche Feuersicherheit, Sicherung gegen Fäulniss und Insektenfrass und leichter Transport und Aufbau in Gegenden, in welchen weder verwendbare Materialien noch Bauhandwerker zur Hand sind.

Einige Arten der ältest gebräuchlichen Verwendung von Eisen zu Wandstützen in Form unvollständiger Fachwerke sind in den Fig. 198—200 vorgeführt, nämlich Ersatz von Mauerpfeilern durch angelehnte oder eingefügte Eisen, wobei Längenverbindung und Verstrebung der Füllwand nicht stattfindet. Zuweilen sind kürzere L-Eisenstücke in den Fugen vermauert.

Oft angewendet ist eine Art Fachwerk ohne Schwellen, mit Stützen aus Gusseisen, wie sie für die unteren ausgemauerten Theile von Markthallen und dergl. Gebäuden, auch zu Umschliessungsmauern usw. zweckmässig sind, Fig. 201 u. 202. Eine Zwischen-Verspannung erhalten diese Stützen in der Regel nicht; die Versteifung durch das Zwischen-Mauerwerk genügt vollkommen. Zuweilen werden die Brüstungs-Abdeckungen der Oeffnungen zur Aussteifung benutzt; sie dienen oft als Unterbau für ausgebildetes Fachwerk.

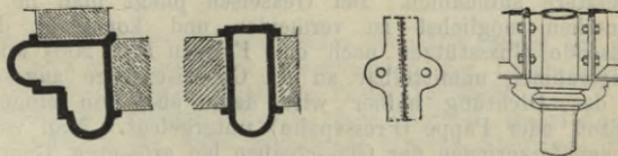
Fig. 198—200.



b. Fachwerke ohne aussteifende Füllungen.

Solche bestehen lediglich aus Stützen, deren grösster Widerstand in der Richtung der Wandstärke liegt. Kommt grösserer Ver-

Fig. 201—204.



kehr quer zur Wandrichtung vor, so sind scharfkantige Flanschen usw. zu vermeiden.

Zur Aufnahme der Zwischenfüllungen wie der Querverspannungen müssen die nöthigen Flanschen vorgesehen sein, die bei Gusseisen zweckmässig auch durch Bolzen und Oesen, Fig. 203, ersetzt werden können. Die Verspannung geschieht durch einfache Diagonalbänder aus Flacheisen oder (bei offenen Hallen) durch zwischengespanntes Gitterwerk, Fig. 204.

Aehnliche Konstruktionen kommen auch bei Schuppen- oder Hallenbauten vor, bei denen wagrechte Theilung durch Zwischendecken fehlt. Immer sind die in Guss- oder Schmiedeisen hergestellten Pfosten im Querschnitt so gebildet, dass das Mauerwerk an ihnen einen festen Halt findet. Bei einiger Höhe und freier Lage wird es, wenn nicht durch die Dachbinder eine ausreichende Querabsteifung geschaffen und ferner die Anordnung gemauerter Pfeiler-Vorlagen ausgeschlossen ist, nöthig sein, diese Absteifung durch besondere Konstruktions-Glieder herzustellen. — In dem Beispiel Fig. 205—207 (Empf.-Geb. der ungar. Staatsbahn zu Budapest), liegen diese in Form gewöhnlicher Streben an der Aussenseite des Baues und sind mit den in die Mauerdicke gebrachten Pfosten im Profil übereinstimmend. Zur Verdeckung haben die an der Innenseite der Wand frei liegenden äusseren Flanschen der Pfosten profilirte Verkleidungen aus Zinkblech erhalten.

Bei verglasten Wänden geschieht die Verspannung entweder un-

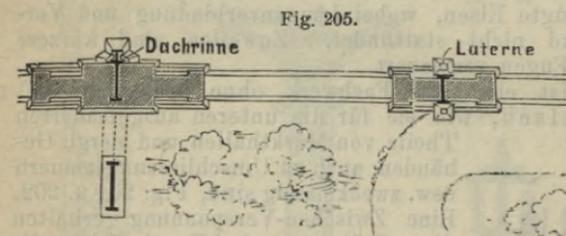


Fig. 205.

Fig. 208.

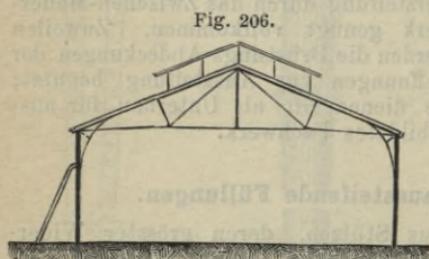
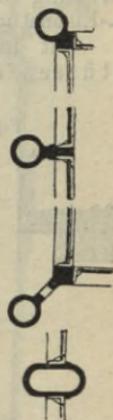


Fig. 206.



Fig. 207.



mittelbar durch die Verglasungs-Rahmen oder durch L, T oder U-Eisen, welche letztere aufnehmen. Bei Gusseisen pflegt man in neuerer Zeit Flanschen möglichst zu vermeiden und konstruirt desshalb zu verglasende Gussstützen nach den Formen Fig. 208, wobei die Verglasungsrahmen unmittelbar an die Gusseisenstege angeschraubt werden; der Dichtung halber wird dann aber ein eingefetteter Rohjute-Stoff oder Pappe (Pressspahn) untergelegt. Man vermeidet dadurch das Zerspringen der Glasscheiben bei grösseren Temperaturwechseln.

c. Fachwerke mit aussteifender Mauerwerksfüllung.

Bei diesen Fachwerken sollen Mauerwerk und Eisen sich als tragende Theile gegenseitig unterstützen. Dabei fällt dem Eisen wesentlich die Verstrebung gegen seitliche Ausbiegung der Wände zu; es wird also in bezug auf Knickfestigkeit in der Richtung der Wandstärke, bei Eckversteifungen daher in beiden Richtungen in

Anspruch genommen. Es handelt sich darum, Profile zu wählen, welche sowohl diesen Zwecken entsprechen, als auch möglichst vollkommenen Anschluss und Verspannung des Mauerwerks mit dem Eisengerippe bilden.

Die einfachste Ausbildungsart für Wände mit und ohne Putz ist in Fig. 209—211 dargestellt. Aufrecht stehende Pfosten aus **T**- oder **I**-Eisen werden auf **L**- oder **H**-Schwelle und mit gleichartigen oberen Rähmen beiderseits mit Winkeln zusammengelascht, und zwar in Entfernungen die für $\frac{1}{2}$ bis 1 Stein starke Wände 1,2 m nur ausnahmsweise überschreiten. Die Flanschen der Pfosten werden an der Verbindung in Breite der Schwellen und Rähme ausgeschnitten.

Eine leichte Verspannung aus Rundbolzen oder, besser, aus an den Enden zum Winkel aufgebogenen Bandeisen, Fig. 210, theilt die Hauptfache in Nebenfache, deren Höhe zweckmässig nicht grösser als 1 m ist.

Fig. 209.

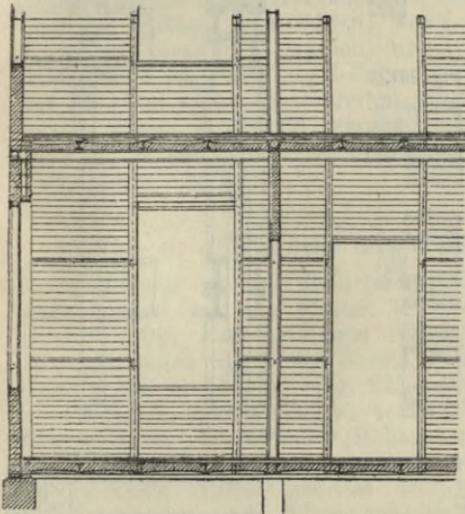


Fig. 210 u. 211.

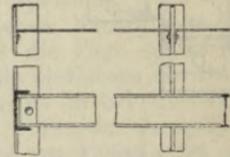
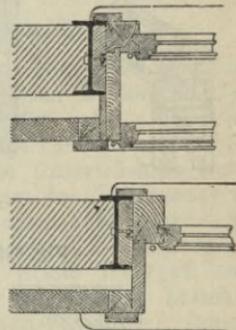


Fig. 212.



Thür- und Fenster-Gerähme werden ebenfalls bündig aus gleichen, aber leichteren Profilen, unter Ausschneiden der Laschenenden, mit Winkeln an die Schwelle, bzw. die Pfosten gelascht.

Gebäudeecken werden durch **L**-Eisen gebildet, wobei Aussteifung mittels geschmiedeter oder gegossener innerer Steifringe, Fig. 213, angewendet wird, oder durch Zusammenfügen von zwei **C**-Eisen, Fig. 215.

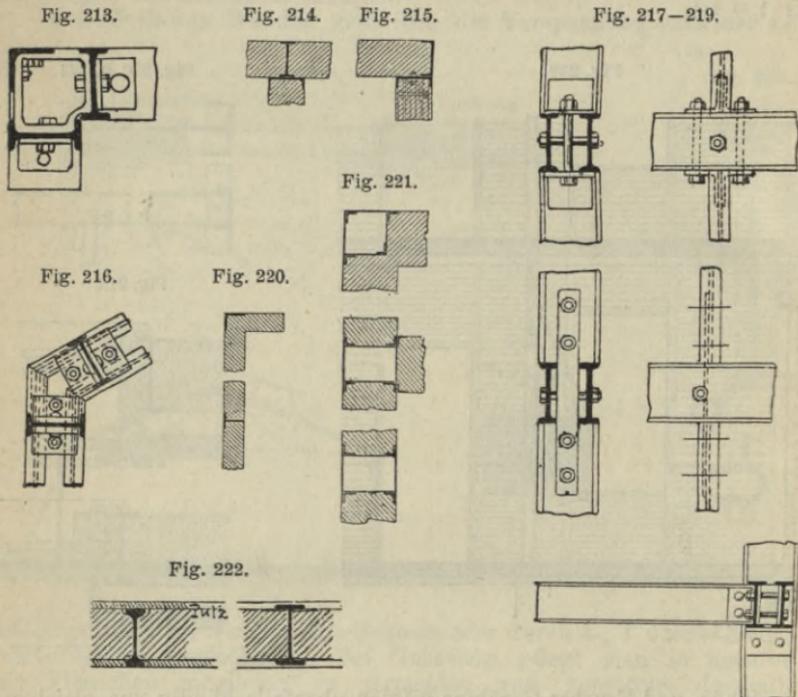
Bei schiefwinkligen Ecken werden entsprechende **L**-Eisen angewendet oder Verbindungen nach Fig. 216. Innere Ecken werden nach Fig. 214 gebildet.

Haben die Wände grösseren Schub auszuhalten, so werden sie — oder doch die Binderpfosten — aus 3fach **T**-Eisen (Tafel IX, Fig. 10) gebildet, bzw. auch durch **I** mit **L**-Eisen oder andere geeignete Profileisen. Die Binder knüpfen dann unmittelbar an diese Versteifungen an, bzw. sind dieselben aus gleichen Profilen hergestellt.

Die Fachwerke werden entweder in ganzer Gebäudehöhe mit durchgehenden Pfosten errichtet, wobei zur Aufnahme der Zwischendecken \square Eisen angebolzt werden; oder es werden dieselben in einzelnen Geschossen auf einander gesetzt, wobei dann die Verbindungen nach Fig. 217—219 Anwendung finden. Die Deckenbalken werden entweder einfach aufgelagert, mit den Flanschen angebolzt, oder mit den Stegen gegen die Stege der Rähme mit Winkeln angelascht, wie bündig verbundene Decken.

Auch in diesen Fällen werden die Gebäudeecken in der Regel durchgehend aufgeführt, wobei dann die sorgfältigste Eck-Verlasmung der Rähme nöthig wird. (S. Tafel VI, Fig. 15.)

Häufig, namentlich bei massigen Konstruktionen werden die Gebäudeecken in einem Stück verbunden aufgeführt, die Rähme



an den Stegen der Eckpfosten nicht allein mit Winkellaschen, sondern auch noch mit Zugbolzen befestigt.

Für sehr leichte Fachwände, namentlich solche, die im Innern Umputz erhalten, werden oft nur Γ Eisen zu Stielen und Fenster-, bzw. Thürschwänken, \square Eisen zu Rähmen und Gurtungen verwendet, Fig. 210, 211 und 220.

Für sehr massige Bauten kommen Stützen in Kasten- oder Gitterform zur Ausführung, Fig. 221. In jüngster Zeit wendet man dafür meist durchmauerte Stützen, Taf. XIII, an.

Die Ausmauerung muss im sorgfältigsten Anschluss an das Eisen erfolgen. Um dies in den oberen Schichten, welche mit den Rähmen zusammen treten, zu erreichen, werden deren Stege durchlocht, um den Zwischenraum gut vergiessen zu können.

Sollen Fachwerke ohne äussere Kennzeichnung der Fache geputzt werden, so sind breitflanschtige Eisen wenig zweckmässig, weil das Mauerwerk um ein Geringes vortreten muss, Fig. 222. Bei den Profilen aus älterer Zeit wird ein besserer Anschluss an das Mauerwerk erzielt als bei den neueren Profilen. Das Uebersetzen des Mauerwerks ist nöthig, damit der Putz auf den Eisenflächen etwas stärker ausfällt und mit Ziegelsteinbrocken gespickt werden kann um grössere Festigkeit zu erlangen. Ist dies jedoch nicht angängig, so sind die Flanschen mit Draht zu bespannen. Gut ist es die Drähte mit Stückchen von Dachziegeln usw. etwas vom Eisen abzudrängen.

Das Ausgiessen mit Gips oder Zement geschieht meist unter Benutzung grob geschlagener Backsteine und dergl. zwischen beiderseits vorgeklebten Brettscheiben. Und zwar werden, wenn die Flanschen mit eingeputzt werden sollen, auf diese vorläufig etwa 1 cm starke Stäbchen gelegt. Auch für Guss sind die schmalflanschtigen Eisen vorzuziehen.

Sollen diese Fachwerke tektonisch ausgebildet werden, so werden die Knotenpunkte mit aufgelegten Zierblechen (S. Taf. III, S. 503) und gestanzten Rosettenknöpfchen usw. hervorgehoben. Diess ist ziemlich einfach auszuführen, wenn die Flächen bündig mit den Flanschen eingeputzt werden, wobei übrigens die Fuge scharf auszuschneiden ist. Bei Ziegel-Fugenbau dürfen die Zierbleche die Breite der Schenkel nicht überschreiten, wenn sie nicht in Schenkelstärke in den Ecken verdoppelt werden sollen, was schwierig auszuführen ist. Es werden dann die Zierecken usw. am zweckmässigsten aus Temperguss hergestellt.¹⁾

d. Fachwerke mit Wellblech-Ausfachung.

Dieselben werden ähnlich wie vorstehend angegeben gebildet; doch können zu den Pfosten je nach Umständen T oder L Eisen dienen. Die Fachtheilungen fallen weg; dafür werden zwischen die senkrechten Stösse des Blechs N Eisen eingeschoben um beiderseits nieten zu können, Fig. 223. Besteht die Unterschwelle aus H oder U Eisen, so ist dieselbe so zu lochen, dass das Tagewasser abfliessen kann. In etwa 2 m Höhenabstand erhalten hohe Bleche eine oder mehrere Gurtungen aus Flach- oder L bzw. C Leisten, welche an einzelnen Wellen genietet und über die Stiele verkröpft weggeführt werden. Die Rähme müssen aus N oder C Eisen bestehen, oder es müssen besondere L Eisen angenietet werden, (ausser oder innen). Bei dekorativer Ausbildung werden die Stösse der Bleche mit Zungen-(Ablauf-)Blechen (Siehe auch Wellblechdeckung) überlöthet.

Zuweilen werden die Bleche äusserlich vom Steg über die Pfosten hinweg als Verkleidung aufgenietet, wobei die Stösse ebenfalls äusserlich aufzunieten sind. Oder es werden zwischen die Stiele L Eisen oder I Eisen eingelegt, und die Blechstösse über einander genietet, Fig. 224. In solchen Fällen sind Schiefstreben nicht zu entbehren; dieselben können aber gleichzeitig die Gurtungen ersetzen.

Wände mit Doppelwellblech-Verkleidung werden häufig angewendet, wenn es sich um Schutz gegen strahlende

¹⁾ Zu besonderem Studium seien empfohlen: Pavillon der Stadt Paris auf der Weltausstellung 1878, Nouv. Ann. de la Constr. 1878 und Caserne Louviers, Paris 1883. — Neuere Eisenbauten, Deutsche Bauz'g. 1890.

Wärme (also auch um Kälte) handelt. Es ist dabei Folgendes zu beachten:

1. Es müssen die sämtlichen Pfosten und anderen Verbindungen sowie die Bleche von möglichst geringer Stärke gewählt, also „geschlossene Eisenmassen“ möglichst vermieden werden.

2. Müssen die Bleche oben und unten genügend weite Oeffnungen haben um dem Wechsel der eingeschlossenen Luft keinen erheblichen Widerstand zu bereiten.

3. Es dürfen keine sperrenden Zwischenkonstruktionen angewendet werden, welche den Luftzug erheblich beeinträchtigen.

Demnach müssen Verriegelungen als Gitter nach Fig. 225 gebildet, oder mit Stehbolzen bzw. mit \perp Winkeln nach Fig. 226 hergestellt werden. Schiefstreben aus \perp Eisen werden als Andreaskreuz aus \perp Eisen gebildet und in der Mitte mit geschränktem Nietblech oder Querwinkeln verbunden, wobei sich eine Ersparniss gegen die Verwendung von \perp Eisen ergibt. Fig. 227.

Fig. 223. Fig. 224.

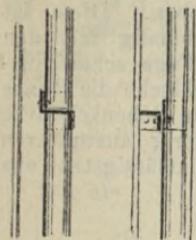


Fig. 227.

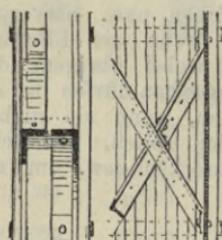


Fig. 225 u. 226.

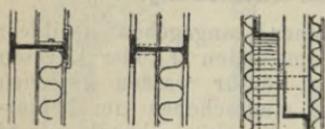
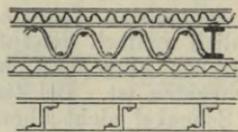
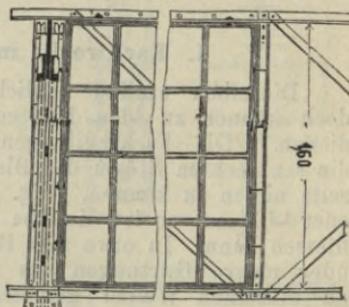


Fig. 228.



Bei grosser Hitze müssen die untere Innen- und die obere Aussenöffnung unverschlossen sein, damit die kühlere Luft, zwischen den Blechen aufsteigend, die Wirkung der Strahlung aufhebt.

Bei grosser Kälte muss, umgekehrt, die obere Innen- mit der unteren Aussen-Oeffnung frei sein, so dass die wärmere Luft ihre Wärme an die Wandung abgiebt.

Aehnliches ist bei der Ausführung von inneren Verkleidungen aus Holz oder dünnen Gips- und Zementtafeln usw. zu beachten, auch bei doppelt ausgemauerten Fachwänden.

Fachwerke in grösseren, frei tragenden Längen können zwar nach Fig. 228 als Hängewerke ausgeführt und ausgemauert werden. Doch wird die Ausmauerung dann oft mehr belastend als strebend wirken. Da der Wechsel in der Spannung der Zugbänder darauf wirken wird, den etwa aufgetragenen Putz abzudrängen, so wird eine davon unabhängige Putzwand aus Drahtgeflecht mit Zement oder Gips-Bewurf zur Verkleidung nothwendig. (Siehe hierüber unter „Zerrbleche“ auf folgender Seite.)

Auch bei der in Fig. 229 dargestellten Ausbildung als Sprengwerk mit zwischengespannten Bohlen, bezw. Wellblech mit über-

gespanntem Drahtnetz, wird der Putz nur dann gut halten, wenn das Netz äusserlich sich über die Flanschen der Streben spannt.

Fig. 231.



Fig. 229.

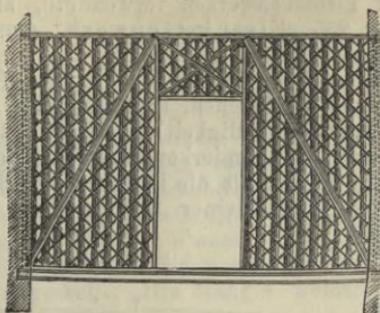
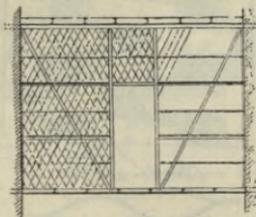


Fig. 230.



mit I Profil No. 3 Taf. IX in der Gesamtdicke von 6 mm ausführen.

Zweckmässiger ist es, nur das nöthige Thürgestell einzuspannen, die Wand an beiden Rähmen mit aufgehauem Wellblech auszuspannen und mit Backsteinbrocken und Gips-, bezw. Zementmörtel — allenfalls unter Zuhilfenahme von Draht — zu putzen. Die Konstruktion Fig. 230 eignet sich dazu besonders. Es sind dabei über eine mittlere beiderseitige

Versteifung des Blechs aus Eisen, Drähte gespannt, welche in den Wellenthälern an der oberen und unteren Nietung befestigt sind; einige Drähte dagegen sind mit dem Blech parallel gespannt.

Bei geringen Belastungen der Wand genügt die Aussteifung mit Draht ohne Blech, wie Fig. 231 zeigt.

Solche Wände lassen sich

e. Fachwerksfüllungen aus ummörtelten Zerrblechen und desgl. gezerzten Wellblechen. ¹⁾

Ein oder zweiseitig gebuckelte Bleche haben natürlich eine weit grössere Biegefestigkeit als Planbleche; sowohl flache als auch gebuckelte, wie auch Wellbleche lassen sich ohne besondere Hilfskonstruktionen nicht mit Mörtel putzen. Wird aber das Plan- oder Wellblech so weit gebuckelt, oder allseitig gezerzt, dass es (etwa an vorgeschrittenen Stellen) aufreisst, so werden dadurch Netzwerke (räumliche Fachwerke) entstehen; d. h. es werden die Blechflächen zu mehr oder minder versteifenden Stegen umgebildet, welche ein fest zusammenhängendes Flechtwerk bilden und welches besonders geeignet ist, durch Umschluss mit Hartmörtel, hohe Biege- und Tragfähigkeit zu bieten. Fig. 232 stellt in Ansicht und zwei Schnitten, sowie der Schnitt-Theilung des bezügl. Bleches, das Urbild derartiger

¹⁾ Für die nachfolgend beschriebenen Zerrbleche, welche jetzt in Amerika und England weiteste Verbreitung, dort auch Patentschutz gefunden haben, ist in Deutschland Patentrecht ausgeschlossen, da die Aufnahme dieser Konstruktionen unter Angabe der Art ihrer Herstellung vom Verfasser dieser Ausarbeitung schon Ende der 1870er Jahre verschiedentlich ins Werk zu leiten versucht worden und sie damit in bezügl. technischen Kreisen des weitesten bekannt geworden, jedoch wegen der von theoretisirender Seite geltend gemachten Bedenken nicht zur Ausführung gekommen sind.

Der unter Bezug auf die von Schüchtermann & Kremer in Dortmund hergestellten Zerrbleche, auf S. 426 dieses Handbuchs, Auflage 1890/92 auf die Grundform der bezügl. Konstruktion gegebene Hinweis konnte daher hier eingeschränkt werden.

Gitterzerrbleche dar, wie sie von vorgenannter Firma seit längeren Jahren gefertigt werden.

Die, in Amerika hauptsächlich behuf Herstellung von Putz auf Holzdecken und Fachwerk, sowie auf glatten Steinen (auf welchen Putz nicht greift) und auf Eisenfachwerken verwendete, aus dünnem Blech hergestellte Form, Fig. 235 „Eisenlattenwerk“ genannt, wird i. d. R. nur mit Putzklöbchen befestigt.

Die, wie in Amerika so auch in England sehr in Aufnahme gekommene Form, von gezerrten Wellblechen, Fig. 233, 234, spielt mit besserem Erfolge (auch inbezug auf Billigkeit) in diesen Ländern diejenige Rolle, welche bei uns die Monierkonstruktionen einnehmen. Man bildet damit sowohl die Decken als die Fachwerks-Verkleidungen aus, ebenso Gewölbe grosser und kleiner Spannweiten, sowie die

Fig. 232.

Schnitt a-b.

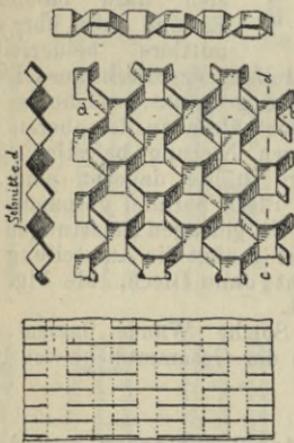


Fig. 234.

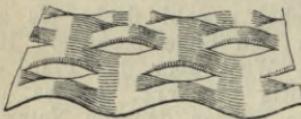


Fig. 233.

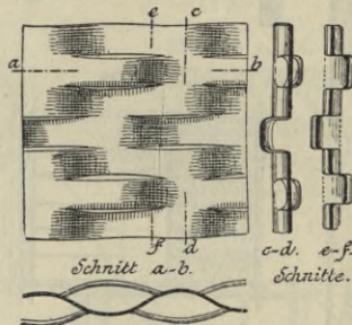
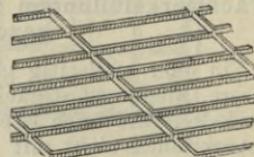


Fig. 235.



Körper von Gesimsen und zwar auch die Hauptgesimse der Gebäude. Reiseschilderer haben zuweilen derartige Gesimse als Quadergesimse angesehen und als solche gepriesen. Dieselben sind „wirklich“ feuersichere Umkleidungen von Eisenkonstruktionen, da bisher noch kein Fall bekannt geworden ist, in welchem, selbst bei schweren Bränden, auch selbst beim Anspritzen und wenn dabei ein Theil des Putzes abspringen musste, die betr. Konstruktionen nicht vor Zusammenbruch geschützt worden wären!

Wenn ganz besondere Tragfähigkeit bzw. Steifigkeit erforderlich ist, so werden durch die Augen der Aufbuckelungen versteifende **■**- oder **L**-Eisenstäbchen gesteckt. Die Befestigung an den Flanschen der Profileisen erfolgt gewöhnlich nur durch Ueberschieben der in der Mitte aufgeschnittenen Blechkantentheile, die somit die Flanschruppen zangenartig umgreifen.

f. Fachwerk aus kastenförmig gefalteten Dünoblechen (Doppelwandbleche) ohne Stiel- und Rahmwerk.

Zur leichten Herstellung von Baracken und anderen ohne Beihilfe von ausgebildeten Handwerkern zu errichtenden, leicht wieder in wohl-erhaltene Theile zerlegbaren Bauwerken, wie sie oft zu Lagerzwecken der Truppen, bei Ausführung grosser Bauten und namentlich zu Kolonialzwecken (woher der Name „Kolonialbleche“) erforderlich sind, eignen sich besonders Konstruktionsformen, welche sowohl zum Aufbau der äusseren als inneren Wände nebst ihren Ecken, sowie zu Decken und Dächern aus nur einem einzigen Formenschema des Materials, ohne weitere Bearbeitung sich zusammenfügen lassen.

Als solches die vornehmlichste Rolle zu spielen, waren die von de la Saucé & Kloss hergestellten Doppelwandbleche, Fig. 236 a, b, bestimmt, von welchen *a* nach aussen, *b* dagegen nach innen gewendete runde Nietfalze hat. Sie werden in verschiedenen Längen und Blechstärken hergestellt. Die Mängel welche dieser Profilform indess anhaften, sind:

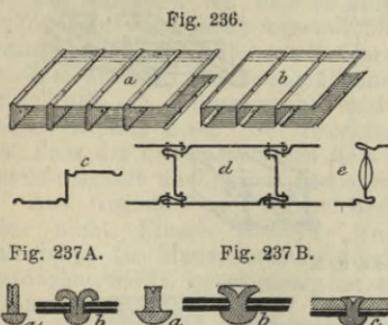


Fig. 237 A.

Fig. 237 B.

1. dass die Bleche sich nicht ineinander schieben lassen, daher als „Sperrgut“ hohe Frachtkosten verursachen,

2. dass die Arbeiter sich an den ungesäumten Kanten der Bleche leicht verletzen,

3. dass die einseitige Ver-nietung nicht genügend widerstandsfähig ist und

4. dass beim Ab- und Wieder-aufbau die Nietfalze leicht abbrechen.

Die neuere Form, Profil *c*, vermeidet den ersten, dagegen

nicht die unter 2—4 angeführten Mängel.

Gänzlich vermieden sind alle hervorgehobenen Mängel bei dem Profil *d*, welches freilich einen grösseren Materialaufwand erfordert, dafür aber einen ausserordentlich hohen Widerstand infolge wechselweiser doppelreihiger Nietung ergibt. Der noch etwas schwache Steg kann durch leichte Buckelung nach zwei Seiten, nach Profil *e*, erheblich verstärkt werden.

Im Anschluss hieran sei hervorgehoben, dass derartige Arbeiten welche nicht von gut durchgebildeten Arbeitern ausgeführt werden können, meist von Leuten geleitet werden müssen, welchen Kenntniss der Handwerkstechnik abgeht; dann ist es zweckmässig, von doppelköpfiger Nietung abzusehen, weil i. d. R. die Köpfe bis zum Bruch angetrieben werden, oder das Blech vom Nietkopf durchgeschert wird. Es ist weit zweckmässiger, dafür sogen. Spaltniete, Fig. 237 A *a* u. *b*, zu verwenden, oder Punzniete nach Fig. 237 B *a* u. *b*, welche beide, aus weichem Eisen oder Stahl hergestellt, erstere durch den Hammerbiss, letztere durch einen Punzen auseinandergetrieben, sich derart härten, dass sie genügende Scherfestigkeit erreichen, worauf sie i. d. R. allein inanspruch genommen werden.

Punzniete sind vor allem da zweckmässig zu verwenden, wo ein schwaches Blech an stärkerer Rippe (diese mit versenktem Nietkopf) befestigt werden soll und der Nietkopf unter Umständen unwillkommen sein würde, Fig. 237 B *c*.

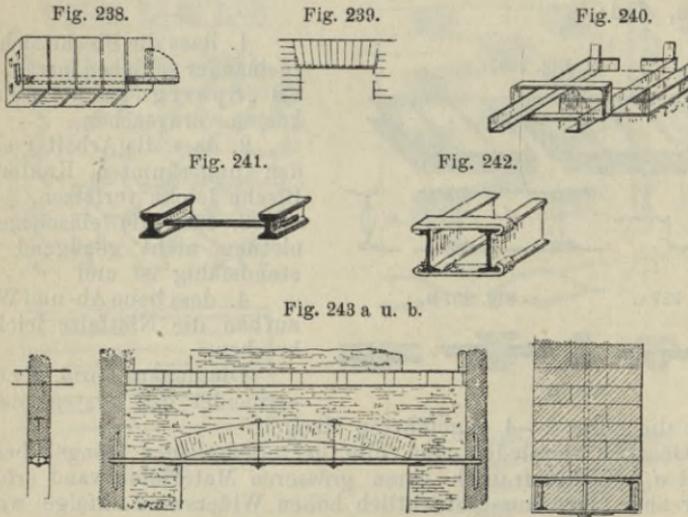
XI. Decken-Konstruktionen.

a. Ueberdeckung von Maueröffnungen.

Sobald eine Bogenkonstruktion nicht anwendbar ist, empfiehlt sich stets die Ueberdeckung mit Eisenbalken oder die Herstellung eines gemauerten Balkens mit Untergurt aus Eisen.

Eine einfache Gurtung dieser Art ist in Fig. 238 dargestellt; es handelt sich dabei um einen Fenstersturz aus Verblend-(Loch-)steinen, welcher nur wenig mehr als sein Eigengewicht zu tragen hat: die Steine werden mit senkrechten Fugen, nachdem sie eine untere Gurtung aus O- oder □-Eisen, welche durch die Löcher der Steine hindurchgezogen und an den Enden aufgebogen ist, erhalten haben, mit Zementmörtel vergossen.

Bei einer weiteren Anordnung werden ein oder mehrere Flach-eisen benutzt, welche, an den Ecken aufliegend und umgebogen, die Öffnungen überdecken und auf denen zwischen den Enden, mit



liegender oder stehender Rollschicht, ein scheinrechter Bogen hergestellt wird, Fig. 239.

Bei grösseren Mauer-Stärken und -Weiten wird die Tragfähigkeit oft durch zwei an den Enden auf- oder zusammengebogene L-Eisen erzielt, welche in Abständen von rd. 0,75 m mit Ringen aus Flach-eisen zusammengehalten und alsdann ausgerollt werden, Fig. 240. Unter Umständen können zu demselben Zweck zwei leichte I-Eisen Prof. 3, von 4—6 kg Gewicht auf 1 m, mit an den Enden umgebogenen Stäben, zusammengebolzt, Fig. 241, oder mit Ringen bzw. Klammern, Fig. 242, umspannt, Verwendung finden. Oft kann auch eine Lage von schwachem Wellblech als Gurtung dienen.

Eine öfter mit gutem Erfolg angewandte Eisengurtung eines Entlastungsbogens zeigt Fig. 243, welche die Gurtung des Bogens einer 4 m weiten Thüröffnung in 1 Stein starker Wand darstellt, die eine beträchtliche Mittellast aufzunehmen hat. Die Widerlager sind nur ungenügend übermauert und mit Röhren durchbrochen. Die aus 2 leichten I-Eisen von 10 cm Höhe gebildete Gurtung ist mit Ringen umspannt, an Pressplatten über dem Bogen

aufgehängt und es sind zwischen die Ankersplinte Pressbleche eingefügt. Die Gurtung trägt die Wölbscheibe und zwischen die Flanschen sind Bohlstücke eingeschoben, an welchen die Thürgerähme usw. bequem befestigt werden können.

Zur Ueberdeckung der Oeffnungen grosser Schaufenster werden in der Regel **I** Eisen, einfach oder gekuppelt, angewendet. Liegt geringe Höhe vor so können die übnormalen Balken, Taf. IX Prof. 4, gute Dienste leisten, bei gleichzeitiger Beschränkung der Breite die sogen. Amboscisen, Prof. 5, oder schmalstegige, Prof. 10, bezw. **C** Eisen, Prof. 11, 12, oder **Z** Profile usw., oder bei sehr grossen Belastungen Blechkastenträger.

Für Frontmauern werden die Träger zweckmässig in die Höhenlage der Balkendecke gerückt und sie nehmen dann unmittelbar die Balkenköpfe auf.¹⁾ Dann wird, um die übliche Aussenblende der Rollkasten herzustellen, dafür ein **C** oder **I** Eisen angewendet, welches nur die Blendmauer trägt. Haben die Oeffnungen mehr als 2 m Breite, so ist es zweckmässig, das Eisen, welches die Blende aufnimmt, flach zu legen und in der Mitte am Stege eines der oberen Balken aufzuhängen.

Zu bemerken ist, dass es stets vortheilhafter sein wird, mehre Oeffnungen, wenn nicht ungewöhnlich breite Zwischenpfeiler dieselben trennen, mit durchlaufenden Trägern aus einem Stück zu überspannen, da diese alsdann, weil eingeklemmt, eine höhere Tragfähigkeit besitzen und an Eisengewicht und Zwischenverbindungen bedeutend gespart werden kann. Bei zweckentsprechender Ausbildung von Kopf und Fuss der Zwischenstützen (als Pendelstützen) werden letztere auf Knickfestigkeit auch kaum beansprucht.

Aus Gründen der Feuersicherheit wird es im allgemeinen gut sein: nicht Einzel- sondern „gekuppelte“ Träger anzuwenden, weil dabei die Mauerwerksumhüllung leichter und widerstandsfähiger ausführbar wird; zweckmässig ist es immer die Hohlräume derselben auszumauern.

b. Unterzüge.

Als Träger-(Balken)Form ist für Eisen die **I** Form die zweckmässigste und unter allen betr. Profilen sind diejenigen darunter die ökonomisch günstigsten, welche als „deutsche Normalprofile“ eingeführt sind.

Dennoch bedingen sowohl Raumverhältnisse als auch Rücksichten auf zweckmässigen Anschluss der übrigen Baumaterialien, sowie die künstlerische Formgebung oft, die Benutzung anderer, mit Bezug auf die Materialverwendung minder günstiger Profile, oder die Herstellung günstigerer, durch Verbindung mehrer Walzprofile mittels Bolzen, Ringe, oder Bildung der geeigneteren Formen durch Vernietung.

Schematisch sind derartige Trägerbildungen in den folgenden Figuren dargestellt.

¹⁾ Wissenschaftlich ist längst die Ansicht der ältesten Eisenbaupraktiker in vollstem Masse bestätigt worden, dass die Auflagerung von Eisenbalkenenden „über“ anderen Deckbalken (Unterzügen), wie sie aus dem antiken Stein- und Holzbalkenbau entlehnt ist, dem Wesen des Eisenbaues, welches „Rahmwerke“ zu gestalten gebietet, geradezu widerspricht. Jedem Unbefangenen muss es einleuchten, dass „überstrecken“ von Eisenbalken über Unterzüge nur dann sich rechtfertigen lässt, wenn der übergestreckte Balken damit thatsächlich zu einem „eingeklemmten“ gestaltet wird.

Bei Herstellung von bündig hergestellten Eisenbalkendecken werden — trotz etwas höherer Einheitspreise — namhafte Ersparnisse erzielt, u. a. auch richtige Verstrebung gegen Winddruck. Auch wird damit der Erfüllung einer Forderung der Neuzeit Genüge geleistet: zugunsten besserer Raum-Lüftung und -Belichtung, Decke und Fenstersturz der Räume in nahezu gleiche Höhe zu legen.

α. Volle Blechträger.

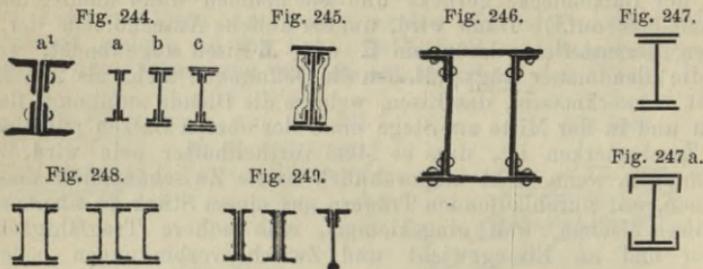
1. Träger aus Blech mit \perp Eisen-Gurtungen, Fig. 244. Bei den Trägern mit 2 und mehr Gurtblechen wird es nöthig, die Stege mit Steifwinkeln in Abständen von 1,5 m zu versehen, und unter Umständen diese zu verdoppeln, Fig. 245.

2. Aehnlich werden Kastenträger aus \perp Eisen und Blechen gebildet; Aussteifungen sind bei dieser Form unnöthig, Fig. 246.

3. Mit Gurtblechen oder mit \perp Eisen verstärkte \perp Träger, Fig. 247.

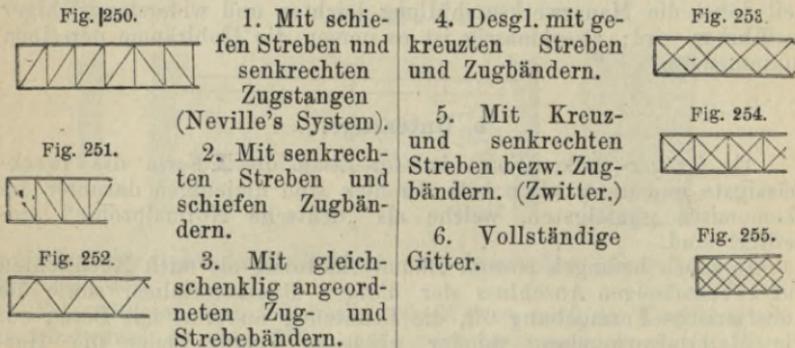
4. Kastenträger aus \perp Eisen- und Blechgurtung, Fig. 248.

5. Ausnahmeformen sind z. B. Fig. 249. Zwei \perp Eisen mit Blechsteg oder mit Nietblechen, sowie Wulsteisen mit \perp Eisen.



β. Gitterträger.

werden nach folgenden Grundformen gebildet:

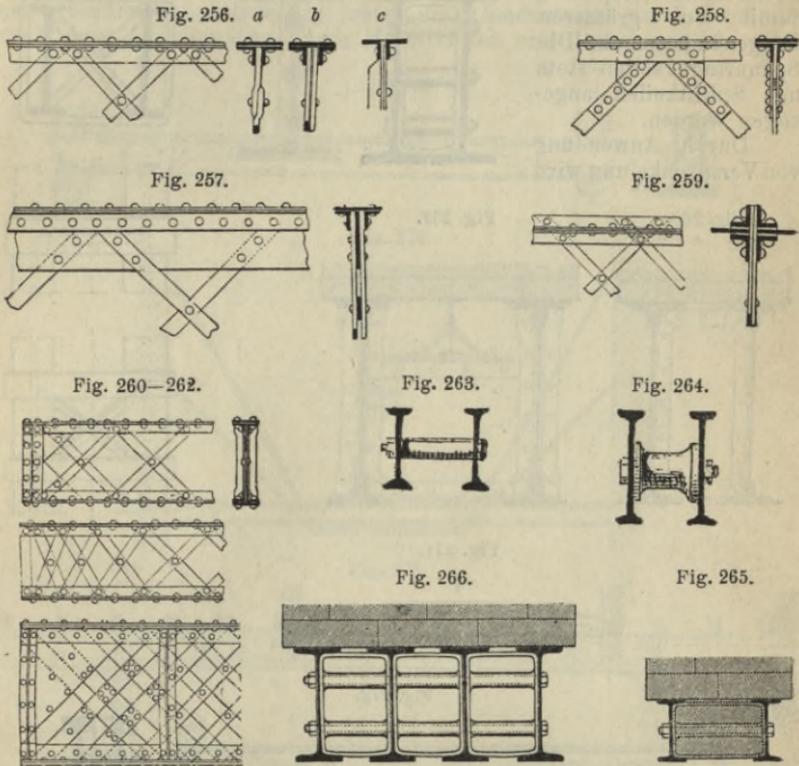


Dieselben werden mit Gurtungen aus 2 \perp oder aus \perp Eisen, selten mit Kopfblechen gebildet, die Streben aus Flach-, \perp , \perp , oder \perp Eisen. Die Verbindungen, welche bei diesen Gitterträgern angewendet werden, sind an früherer Stelle zu ersehen; Vervollständigungen dazu sind in den Fig. 256—262 mitgetheilt. Es ist besonders zu beachten, dass bei Fig. 256 a eine zierlichere Wirkung und grössere Steifigkeit erzielt wird, als bei b.

Werden die strebenden Gitterstäbe als \perp , die Zugstäbe als — Eisen — wie in Fig. 256 c — gebildet, so verbindet man die Vortheile des Neville'schen, Fig. 250, mit dem „deutschen“ Gittersystem, Fig. 251, ohne die Vortheile aufzugeben, welche durch Anordnung der Gittermaschen nach Fig. 261, erreichbar sind, wobei das Wesen der Gitterträger vollkommen ausgesprochen, die grösste Sparsamkeit in Materialverbrauch zu erzielen ist.

Fig. 257 mit Zwischennietblechen ist gut, um die Streben mehrfach vernieten zu können. Fig. 258 wird nur bei aussergewöhnlichen Abmessungen angewendet. Zu der Form 259, welche nicht sehr rationell ist, wird man nur greifen, wenn die Gurtbleche gegebene Lagen, die Stützwinkel gewisse Breiten nicht überschreiten dürfen.

Die Anordnung von Ecknietblechen nach Fig. 260 und 262 ist einestheils bequem (wenn auch nicht schön) und immer rätlich, wenn die Auflager noch eine besondere Oberlast empfangen. Uebrigens liegt es ganz in der Hand des Architekten, die sämtlichen Nietbleche in den reizendsten Schmuckformen auszubilden, wie weiterhin folgende Figuren erweisen.



Als eine besondere Form der Gitterträger sind auch die „Trapezträger“ zu bezeichnen, welche bei Häufung der Gitterstreben, zu „Parabelträgern“ werden. Sie werden gewöhnlich ganz aus Eisen hergestellt und finden namentlich Anwendung zu leichteren Konstruktionen, als Pfetten, Binderstreben auf steilen Dächern u. dgl.

Gekuppelte Träger werden hergestellt: 1. durch einfache Verbolzung der Stege, 2. desgl. mit Stehbolzen, Fig. 263 mit schmiedeiserner, Fig. 264 mit gusseiserner Hülse, 3. mit eingeschobenen, schmiedeisernen Steifungen, 4. mit desgl. gusseisernen, Fig. 265 u. 266.

Blech- und Gitterträger werden in ähnlicher Weise mit Eisenstegen nach Fig. 266-269 gekuppelt.

Diese Anordnungen eignen sich wenig zum Ausgiessen bezw. Ausrollen der Träger mit Mauerwerk; statt ihrer werden daher angewendet: äussere Bundklammern, Fig. 242, äussere Bundringe, und, noch besser, Hinzufügung einer Versprenkelung mit □-Stäben, Fig. 270 (Grundriss b).

Träger mit äusseren Spannringen, zu welchen die schmalflanschigen Profile sich bei Ausmauerung vorzugsweise eignen, bieten leichte Gelegenheit mit Mauerwerk vollständig umschlossen zu werden und solchergestalt die grösstmögliche Feuersicherheit zu erzielen. Die Ummauerung schützt vor starken Temperaturwechseln überhaupt und damit vor grösseren Längenänderungen. Die Spannringe sollen stets mit Splintkeilen angezogen werden.

Durch Anwendung von Versprenkelung wird

Fig. 268.

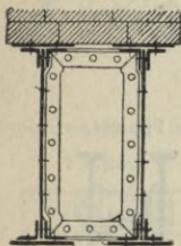


Fig. 269.

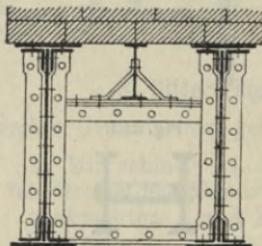


Fig. 271.

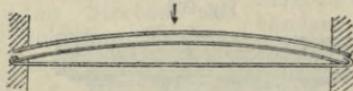


Fig. 272.

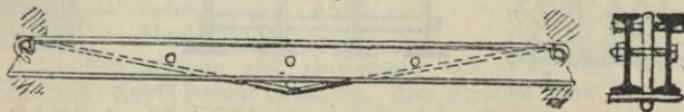


Fig. 267.

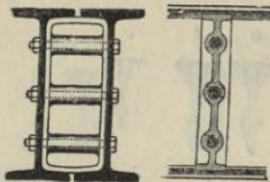
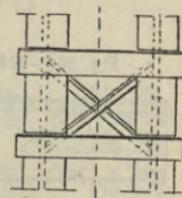
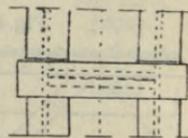
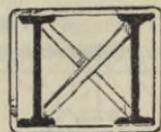


Fig. 270 a, b, c.



mit geringen Mitteln grosse Steifheit erzielt. Höchste Genauigkeit der Arbeit ist nicht erforderlich wenn das Ausgussmaterial zuverlässig ist. Bei Anwendung mehrerer Versprenkelungen in der Nähe der Auflager lässt sich die Tragkraft ausgemauerter Träger mit geringem Eisenautwand erheblich steigern, namentlich, wenn die Sprengel in der Längsrichtung, ebenfalls geneigt gestellt, als Gitterstreben wirken, Fig. 270c.

Verstärkungen durch Aufsprengen usw. werden gewöhnlich nur angewendet wenn Träger der rechnermässigen Form nicht zur Hand sind; die Materialersparniss ist oft erheblich. Die Aufsprengung kann bewirkt werden: 1. mit Zugstangen an durchgebogenen Trägern, Fig. 271, die Zugstangen an den eingebogenen Flanschen

angreifend: 2. zwischen verholzten Trägern, Fig. 272; 3. mit Sprengstangen, Fig. 273; 4. mittels Hängestangen, Fig. 274, letztere Art natürlich nur in besonders geeigneten Fällen.

Gelenkträger. Bei sehr grossen Längen werden Träger, namentlich wenn sie in Räumen liegen, die starken Temperaturwechseln unterworfen sind, oder wenn sie vielfach wechselnde Belastungen tragen sollen, vorthellhaft — wie beim Brückenbau — nicht als fortlaufende, sondern als Gelenkträger ausgebildet, Fig. 275. Das Gelenk wird dann an den eingeklemmten oder einseitig eingemauerten, andererseits auf Pendelstützen (S. 558) auflagernden Trägerenden der Mittelträger mit Gelenken (aus einfachen Querstäben bestehend) aufgehängt. Das wird ganz besonders nothwendig wenn die Abmessungen so bedeutende sind, dass Abstützungen durch Metallsäulen erforderlich werden, weil

Fig. 273.

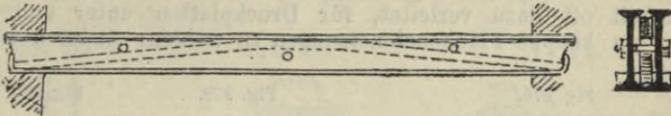


Fig. 274.

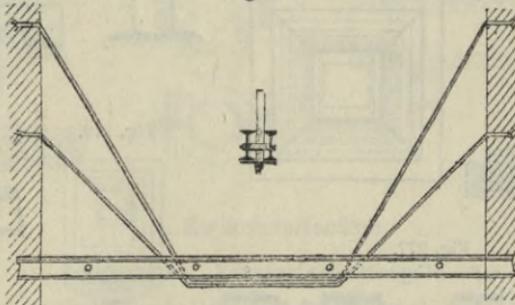
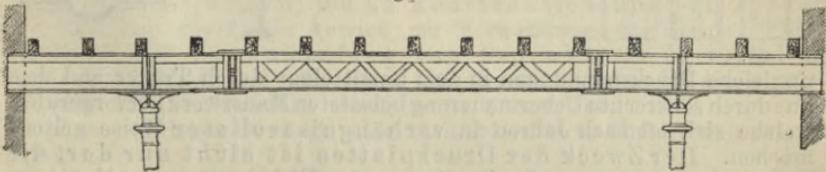


Fig. 275.



letztere bei wechselnder Temperatur ihre Abmessungen ändern und infolge der Verlängerung eine übergrosse Spannung in der Stütze hervorgerufen, oder der Träger so nach oben (oder seitlich) durchgebogen werden würde, dass er beim Rückgange, bezw. Beginn der Neubelastung nicht sofort auf den Stützen wieder aufliegen, daher schädliche Verbiegungen erleiden würde.

c. Auflagerung auf Mauern und auf eisernen Stützen.

Zur Auflagerung, bezw. Druckübertragung auf Mauerstützen, wendet man sowohl Schmiedeisen, als Flachstäbe, Blech, als **L**, **I**, **L**, und auch als **I**-Eisen an; in allen Fällen ist das gerathen, wenn damit eine Aussteifung der Mauern erzielt werden kann, bezw. wenn diese Stäbe auch seitlich durch überliegende Mauern be-

lastet und wenn die Träger verankert werden sollen, also die Druckplatte gleichzeitig als Ankersplint dienen kann.

Bei Auflagerung auf Einzelpfeilern oder Pfeilerköpfen dagegen empfiehlt sich die Anwendung von gusseisernen Auflager- bzw. Druckplatten, Fig. 276—280.

Fig. 276, pyramidenförmig, eignet sich besonders auf Einzelpfeilern, und die angegossenen Randleisten begünstigen rasche und sichere Aufstellung.

Die Formen Fig. 277 sind sämmtlich mit unteren Vergussleisten versehen, welche rasches Festliegen verbürgen sollen; a hat ausserdem Löcher zum Durchziehen von Steinschrauben bzw. Ankerbolzen.

Die Form Fig. 278 ist zweckmässig für gekuppelte Träger.

Bei eingeklemmten Trägern ist es nothwendig, die hinteren Enden zu belasten; man verwendet dann schmiedeeiserne Druckstäbe wie vorbeschrieben, oder gegebenen Falles die gusseisernen Platten umgekehrt, wie Fig. 279 zeigt. Hierbei ist zu betonen, dass falsche Sparsamkeit oft dazu verleitet, für Druckplatten unter und über Trägern zu knappe Flächenabmessungen zu wählen; dadurch werden

Fig. 276.

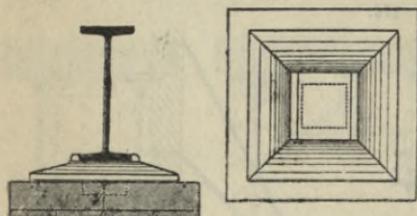


Fig. 278.

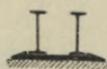


Fig. 280.

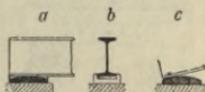


Fig. 277.

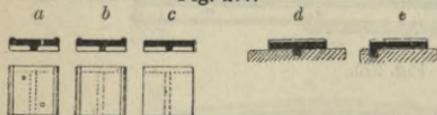


Fig. 279.

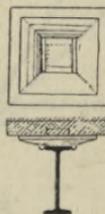
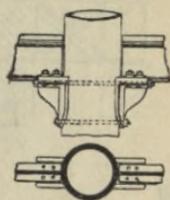


Fig. 281.



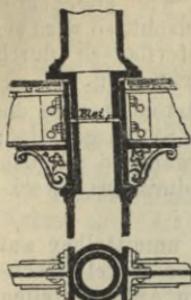
ungleiche Druckspannungen in dem unmittelbar durch Träger und dem nur durch senkrechte Uebermauerung belasteten Mauerwerk hervorgerufen, welche sich oft nach Jahren in verhängnissvollster Weise geltend machen. Der Zweck der Druckplatten ist nicht nur der, die Trägerbelastung auf eine grössere Fläche zu vertheilen, sondern wesentlich auch der, in der ganzen Auflagerfläche, die durch Nebenlast und Einband härteren Materials gestörte Gleichmässigkeit der Druckvertheilung in dem betr. Pfeilerkörper wiederherzustellen.

Bei Anordnungen nach Fig. 275, oder bei stark durchgebogenen Trägern, welche bei Temperaturerhöhungen sich heben, kann es geboten sein, das Auflager nach Fig. 280c zu gestalten, damit dem Kippen der Druckplatte vorgebeugt wird und nur senkrechte Drücke auf das Mauerwerk übertragen werden können.

Bei Auflagerung auf eisernen Freistützen kann es zwar vortheilhaft sein, letztere mit Auskragungen nach Fig. 281 zu versehen; doch ist es gefährlich, die Träger derart zu vernieten oder zu verschrauben, dass seitliche Drücke auf die Stütze kommen und Einknicken hervorrufen.

Besser ist die Konstruktion Fig. 282, bei welcher die Auskragungen auf einem lose auf der Säule sitzenden Ringstücke angegossen sind.

Fig. 282.



Noch besser ist die Anordnung Fig. 283, wenn zwischen Säule und Laschen genügender Spielraum bleibt, oder nach Fig. 284, wobei ebenfalls ein Ringstück die Verlaschung aufnimmt, das aber selbst nur mit dem unteren Ringflansch (bei Zwischenlagerung einer Bleischeibe) auf der Säule aufruhet.

Fig. 283.

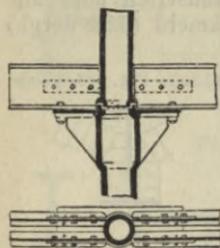


Fig. 284.

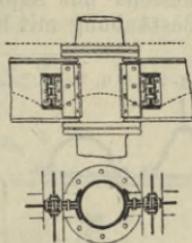
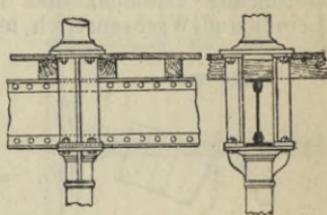


Fig. 285.



d. Zwischendecken.

α. Allgemeines; Vorsichtsmassregeln usw.

Vielfach werden Eisenbalken lediglich als Ersatz für stärkere Holzbalken verwendet, um an Konstruktionshöhe zu sparen — wohl der wichtigste Antrieb zur Verwendung des Eisens. Oder auch, es soll der Anhäufung von brennbarem Material in grösseren Massen, oder auch der Zerstörung der Decken usw. durch Hausschwamm vorgebeugt werden. Oder es soll möglichst geringes Gewicht, oder auch erleichterte Herstellung erzielt werden.

Je nach den verschiedenen Graden, in welchen die eine oder andere Forderung besonders betont wird, werden sehr viele Ausführungsweisen Berechtigung haben, jedoch bei einfacher Uebertragung bestehender Konstruktionen oft wichtige Punkte übersehen.

Deshalb ist hier auf einige Vorsichtsmaassregeln hinzuweisen:

Schwefel greift Eisen heftig an; man wird daher schwefelhaltiges Füllmaterial zu Decken, die Eisen enthalten, vermeiden, oder von diesen isoliren müssen.

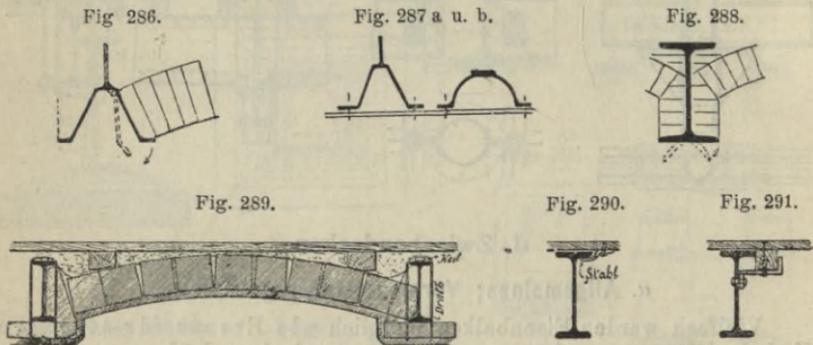
Ferner werden unrichtige Druckangriffe zu vermeiden sein, wie sie aus Fig. 286 hervorleuchten. Derartige Balkenformen, welche sonst hohe Vortheile sowohl bei gewölbten als bei ausgegossenen oder ausgestampften Decken bieten, müssen nach Fig. 287a u. b versteift werden, und diese Steifen bilden dann gleichzeitig die besten Queranker.

Auch die in Fig. 288 gewählte Wölbform, bei welcher die Drucklinie nicht in der Ecke zwischen Steg und Flansch angreift, kann gefährlich werden, wenn letzterer, wesentlich belastet, bei stärkeren Bränden (ungenügend gedeckt) sich wie angedeutet zusammenbiegt. Ist eine derartige Formgebung erwünscht, so wird sie zweckmäßiger nach 289 erzielt, bei welcher der Unterflansch durch einen mittels Draht angeschlungenen Backstein gedeckt wird.

Oft wird auch bei ungleich oder schief belasteten Decken die Querverankerung von I Balken nach Fig. 241 (S. 568) ausgebildet; das kann zuweilen recht verhängnissvoll werden, während in den meisten Fällen eine Zugkuppelung nach Fig. 242 durchaus zweckentsprechend sein wird.

Man vermeide Holz-Balkenlagen über Trägern unmittelbar auf diesen aufruhend, d. h. ohne Zwischenfügung elastischer Mittel (Dachpappe usw.). Dann wird auch dem Anfaulen an den Auflagerstellen vorgebeugt sein.

Auch andere Stellen an welchen Holz und Eisen in unmittelbare Berührung kommen, sind mindestens mit Asphaltanstrich oder mit Leinöl und Wachsenstrich und Bestäubung mit Korkmehl (oder dergl.)



gegen die Folgen des an den stärkeren Eisenteilen (auch bei eingeschlossenen Konstruktionen) sich bildenden Schwitzwassers zu schützen. Beispielsweise wird bei Decken, welche nur aus Eisenbalken mit Holzfussboden gebildet werden können, zwischen Balken und Fussboden eine Dachpappen-Lage erforderlich sein, während bei den leichten Eisenknaggen für die Aufnahme der Lagerhölzer, Fig. 291, eine derartige Vorsicht unnötig ist.

Bei trogförmigen Profilen, wie z. B. nach Fig. 301, ist Asphalt-papier ebensowohl am Platz, als das theure Vergiessen mit Asphalt; bei Fig. 297 genügt Oel- oder Theertränkung des Nagelfutters, bei 297 und 298 Theeranstrich der Berührungsflächen der Knaggen usw. Bei Herstellung von Decken mit Eisenbalken, — mit oder ohne Holzbalken — die durch Anwendung von Drahtgewebe, Holz oder Rohr von unten verputzt werden, oder auch bei Zwischenwölbung, Ausguss oder Ausstampfung, endlich bei Ausfachung mit Thonplatten oder dergl., werden sich stets Putzrisse zeigen, oder die Balken durch Verfärbung des Anstrichs sich auszeichnen, wenn die Putzlage nicht mindestens 2.5 cm stark ist. Wenn die betr. Räume starken Temperatur-Schwankungen ausgesetzt sind, so empfiehlt sich auch für Holz-, Rohr- und Drahtputz eine Zwischenlage von Dachpappe unter den

Flanschen der Balken und wenn einiger Feuerschutz angestrebt wird, eine Putzschicht der Dicke gleich einer halben Flanschbreite.

Es hat sich herausgestellt, dass Decken mit stärkeren Zwischenzügen verbunden, selbst im Geldpunkte (bei richtiger Berechnung und Konstruktionswahl) weit grössere Vortheile bieten als bei Auflagerung der Balken auf Unterzügen da diese Konstruktionen eine natürliche Aussteifung zwischen den Mauern bilden; die bezügl. Verbindungen sind bereits an früherer Stelle mitgetheilt. Die Fig. 292—294 geben weitere Verbindungen und noch andere folgen an späterer Stelle.

Decken nach Fig. 293 verbunden, nennt man „untenbündige“, die nach Fig. 294 unten und oben „flanschbündige“.

Nachstehend sind einige gebräuchliche Deckenbildungen aufgeführt, wobei aber diejenigen, welche wesentlich Mauerwerks- oder Thon-

Fig. 292.

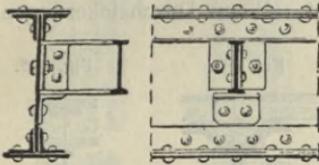


Fig. 294.

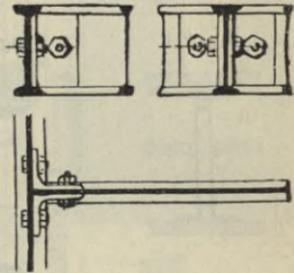
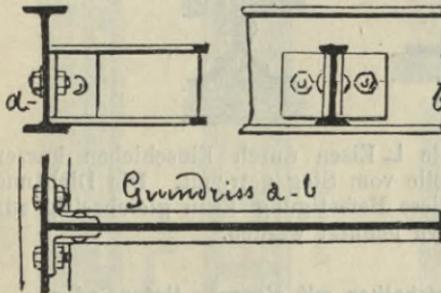


Fig. 293.



körper-Ausfachungen erhalten, bei denen die Eisenzwischen-Konstruktion in den Hintergrund tritt, ausgeschlossen bleiben sollen, da sie schon an früherer Stelle behandelt worden sind.

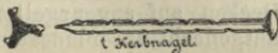
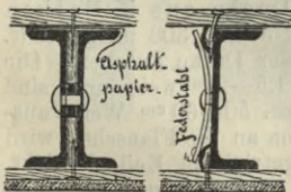
β. Decken aus Eisenbalken mit Holzfussboden und Holzunterschaling.

Bei Fig 295 sind Knaggen an den Steg gebolzt und an deren Enden Latten genagelt, an welchen wieder Fussboden und Unterschaling genagelt werden können. Bei Fig. 296 sind Einzelknaggen zwischen den Flanschen und ein Bohlstück mit Ringen aus Bandeisen angebracht, womit der gleiche Zweck erreicht wird. Bei Fig.

Fig. 297.

Fig. 298.

Fig. 295 u. 296.



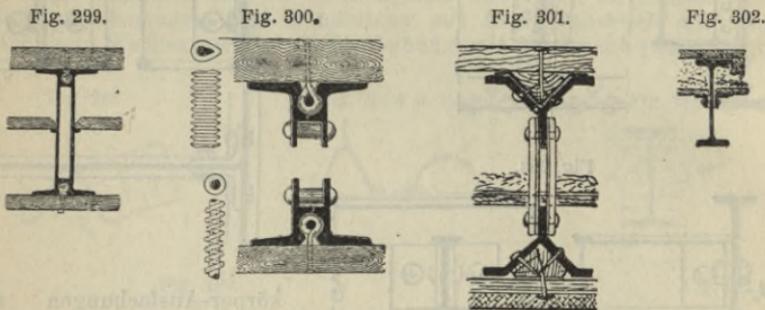
297 ist ein Brettstück zwischen die den Balken bildenden \square Eisen genietet — eine Ausführungsweise, die sich besonders für Dachkonstruktionen eignet. Bei der belgischen Konstruktion, Fig. 298, sind flache Rilleisen an den Enden von Stahlstäbchen

(welche letztere am Steg angenietet) befestigt. Die Nagelung mittels „Kerbnägeln“ hat sich recht sicher erwiesen; doch hat wohl die Umständlichkeit der Anfertigung die allgemeinere Anwendung beschränkt.

Die zweitheiligen „Gocht'schen“ Träger, Fig. 299, 300, bei welchen eine schraubenartige Einlage, aus Schmiedeisen mit rundem, aus Guss-eisen mit eiförmigem Querschnitt, den Nagel zum Umbiegen zwingen und dergestalt zur Klammer gestalten soll, ist etwas theuer und erfordert wohl geübte Arbeiter.

Die Anordnung mit trogförmigen Eisen, welche mit Flachstäben zu Gittern vernietet werden, Fig. 301, ist in den Fällen zweckmässig, wenn, wie in Fabriken, sehr bedeutende Lasten grosse Trägerhöhe erfordern. Die oberen trogförmigen Balken sind am besten zu vergiessen; oder sie müssen am Steg kleine Löcher erhalten, damit Sickerwasser abfließen kann.

Bei den beiden beschriebenen Trägerbildungen ist die Auflagerung eines Einschubbodens vorgesehen, welche sich nach Fig. 302 auch bei anderen Trägerformen leicht erreichen lässt. Wenn Durchsickerungen



zu befürchten sind, werden die **L** Eisen durch Einschieben kurzer Flacheisenstücke an der Nietstelle vom Steg getrennt. Die Dichtung erfolgt mittelst Lehm usw. Diese Befestigung kann gleichzeitig zur Auflagerung von Fussbodenlagern benutzt werden.

γ. Zwischendecken aus Holzbalken mit eisernen Unter- oder Zwischenzügen.

Die einfachste Art mit aufruhenden Balken ist in Fig. 303 dargestellt, eine andere mit angestossenen Balken in Fig. 304, und zwar für gewöhnliche bündige Decke, Fig. 305 und 306 mit vorstehendem Unterzug aus Gitter- bzw. Kastenträgern. Die Verbindung erfolgt bei diesen Konstruktionen mittels Laschwinkeln und Bolzen oder auch mittels Nagelung.

Eine in Lothringen öfter angewandte Decke aus **I** Balken mit Holzbohlen-Ausfachung ist in Fig. 307 u. 308 mitgetheilt. Man kann sie als Ursprung der sogen. Pariser Decke ansehen. Die „übernormalen“ Eisenbalken liegen hierbei 1,5–2 m weit und sind kreuzweise mit 4–6 cm starken Bohlen in rd. 50–60 cm Weite ausgesprenkelt. Fester Anschluss der Sprengbohlen an die Flanschen wird durch einerseits oben, anderseits unten eingetriebene Keile bewirkt.

Die Befestigung des Holzfussbodens, der Füllhölzer und der Putzlatten oder Verrohrung erfolgt bei diesen Decken in der allgemein für Holzbalken üblichen Weise. Sollen solche Decken auf angenageltem Drahtgeflecht geputzt werden so muss das Drahtgeflecht um mindestens

1—2 cm tiefer liegen als die Unterkante der Unterflanschen, wenn der Putz haften und nicht nachträglich in der Deckenfläche die eisernen Balken durch Risse oder besondere Färbung sich auszeichnen sollen.

Diese Decke wird nach Fig. 308 häufig so gestaltet, dass die Balkensprenkel in der Mitte gegen eine dünnere, mit den Balken gleichlaufende Bohle gesprengt und oben mit schwachen

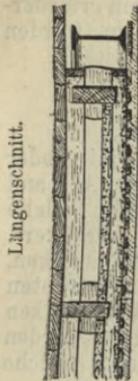


Fig. 307. Querschnitt.

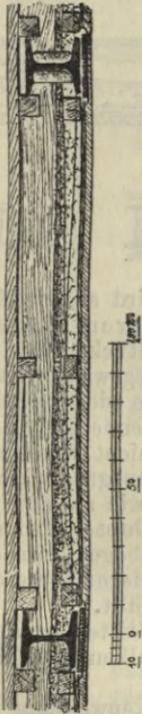


Fig. 308. Querschnitt.



Längenschnitt.

Fig. 305.

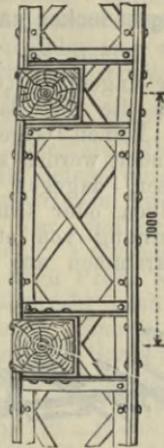


Fig. 304.



Fig. 303.

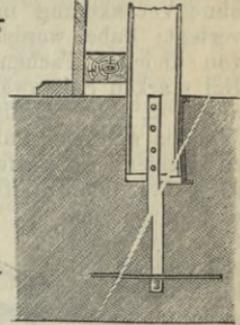
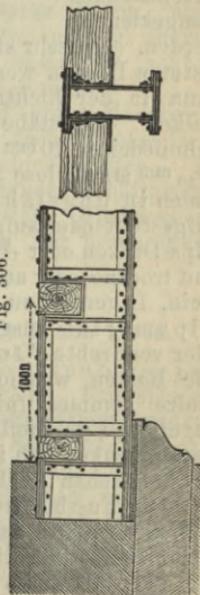


Fig. 306.



Lagerhölzern übernagelt werden, auf welchen der Fussboden befestigt wird, während seitlich Drahtschlingen angenagelt werden, welche Drahtnetze oder dünne Stäbe von 5—6 mm Stärke tragen und, mit Gips vergossen, die Unterdecke bilden.

Häufig wird die (bei 5—6 m Spannweite) selten mehr als 20 cm

starke Decke mit einer Füllung von Hobelspänen, welche mit magerem Kalk oder dünnflüssigem Gips durchschlämmt sind, verfüllt.

Betreffs der Tragfähigkeit dieser Decken ist zu berücksichtigen, dass bewegliche Einzellasten nicht nur von einem Einzelfach getragen werden, sondern dass die benachbarten Fächer, infolge der Sprengelwirkung, daran ebenfalls Theil nehmen (Einheitsdecke) und deshalb starke Widerlager oder Querverankerungen erforderlich sind. Um die Wirksamkeit der Versprengelung zu sichern, werden während der Ausführung die Eisenbalken in der Mitte ausgesteift.

d. Ausgussdecken nach Pariser System.

Schmallflanschige Balken von **I** Form (S. 512) werden mit, oder ohne Verankerung in ungefähr 0,65 bis höchstens 0,85 m Abstand verlegt; dabei werden die der Balkenlage parallelen Wände, welche von anderen Fachen keinen Gegendruck erhalten, stets verankert. Bei starken Seitenwänden werden keine, oder schwächere Wandbalken, auch **L** oder **C** Eisen, dagegen an schwachen, nicht verstrebtten Wänden stärkere Balken oder Queranker angewendet. Von Balken zu Balken, in Entfernung von etwa 1 bis höchstens 1,1 m, werden nach Fig. 309, Steifkrammen aus 25 mm **□** Eisen eingelegt, welche dicht gegen den Steg, am unteren Flansch anklammern sollen, anderenfalls mit Steinstückchen angeklemt

werden. Bei sehr stark belasteten Decken werden sodann in der Richtung der Balken Füllstäbe von Schmiedeeisen 10 mm **□** oder

$15/10$ mm stark, lose zwischengelegt. Unter der Decke wird ein Bretterboden in ungefähr 1,5—2 cm Entfernung vom unteren Flansch aufgesteift oder aufgehängt. Sodann werden staubfreie Stücke von alten Gips-Decken oder -Wänden (sog. platras, natürlich nur ausgewählte, harte und trockne) oder auch von aufsaugenden natürlichem Stein oder von Backstein, Lagen bis zu 8—11 cm eingefüllt und mit gut bindendem Mauer-Gipsmörtel ausgegossen, wobei jedoch die gegen nicht verankerte oder verstrebtte Wände stehenden Enden vorläufig ohne Ausguss bleiben. Die Balken, welche in ihrer natürlichen Krümmung, wie sie aus der Walze kommen (nicht nach deutscher Weise abgerichtet!) also mit ungefähr 1 cm Pfeil auf 1 m Länge nach oben durchgebogen, verlegt waren, senken sich infolge der Belastung etwas. Erst darnach werden die belassenen Lücken ebenfalls mit Gipsmörtel ausgefüllt.

Die Fussbodenlager werden seitlich mit starken Stiften benagelt und diese Stifte dann an dem Verguss oder an den Balken mit Gipsmörtel befestigt, wie in Fig. 310 a.

(Fig. 310 a u. b stellen eine sogen. flache Kranz-Deckenwölbung mit Hohlsteinen dar, welche zweckmässig die Pariser Decke ersetzt.)

Die Verfüllung mit Sand wird sehr selten angewendet, wohl aber zuweilen die mit Koksasche und Sandabgleichung, namentlich dann, wenn die Decke einen Plattenbelag erhalten soll. Der Gipseinguss umhüllt das gesammte Eisenwerk und es wird gewöhnlich ein Schlichtputz von nur 0,5—1 cm Stärke als genügend erachtet.

Fig. 309 a u. b.

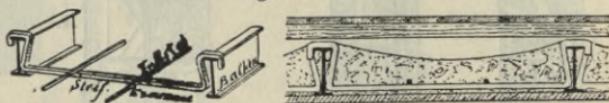


Fig. 310 a u. b.



Da schmalflanschtige Balken verhältnissmässig grössere Höhe haben als breitflanschtige, so glaubte man mit letzteren niedrigere Decken erzielen und dabei die etwas theueren Streifkrammen entbehren zu können, indem man dieselben einfach mit Rundeseisen nach

Fig. 311 a verbolzte und nach b und c dünne Rundeseisen-Füllstäbe einlegte. Dann musste man den unteren Flansch sehr stark umhüllen, um Risse in der Decke zu vermeiden, weil die Versprenkelung fehlte. Auch bei voll ausgegossenen Decken, wie in Fig. 311 b u. c angenommen, dürfen hohe Belastungen nicht angewendet werden, weil die Füllmaterial-Belastung zu gross wird, wenn man nicht die Vortheile niedriger Balken aufgeben will.

Wo Gips sehr billig ist wird für leicht belastete Decken, welche mit Linoleum belegt werden, eine Decke, wie oben beschrieben, vortheilhaft sein können.

In der weiteren Entwicklung hat man unter Verwendung sehr schwacher Balken nach Profil No. 3, diese lediglich mit Flachdraht nach Fig. 312 umbunden und mit dünnem Draht netzförmig verspannt, das Ganze mit Gips ausgegossen. So sind Decken entstanden, die ganz feuersicher, bei 3,5—4 m Freilage nur ungefähr 10—12 cm Stärke haben, aber im Arbeitslohn verhältnissmässig theuer werden, wenn nicht besonders geübte Arbeiter zur Verfügung stehen.

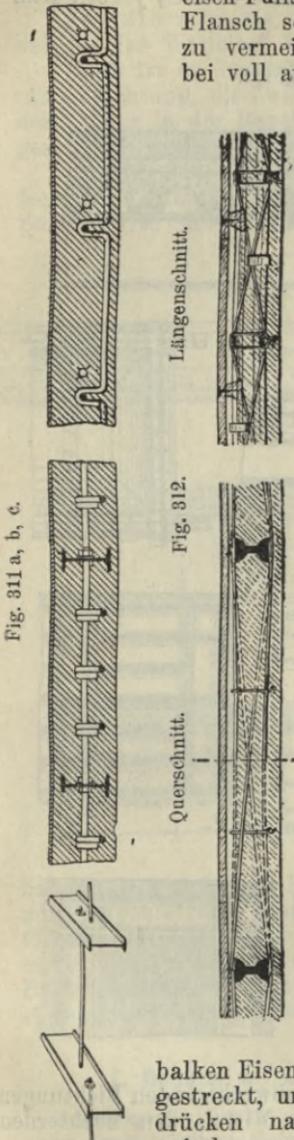
Da in Deutschland guter Mauergips nicht häufig vorkommt, auch die einzelnen Sorten grosse Verschiedenheiten in Festigkeits- und Abbinde-Verhältnissen aufweisen, konnten diese Gipsausguss-Decken bei uns bisher nur beschränkte Anwendung finden.

ε. Decken mit Einschub aus Eisen.

Als zwar nicht verbrennbare, nur bis zu gewissem Grade feuersichere Decken können solche angesehen werden, deren Verfüllung aus Steinmaterial auf einem tragfähigen Einschub aus Eisen ruht.

Die älteste dieser Decken war nach Fig. 313 gebildet, indem über den Tragbalken Eisen von trogförmigem Querschnitt (Belag-Eisen) gestreckt, und gegen Verschieben bzw. gegen Zusammendrücken nach Fig. 287, gegen Flachdrücken durch zwischengespannte Backsteine Fig. 313 (a) oder Eisenstäbe (b) gesichert werden. Die derart gebildete Decke

mit Grobmörtel überschüttet, ausgestampft, übermauert, mit Rammplaster versehen wurden usw.; sie eignet sich ganz besonders zu schweren Belastungen und erträgt am leichtesten Erschütterungen, ist also besonders für Durchfahrten und dergl. geeignet. Bei geringeren



Spannweiten können die \frown Eisen auch um je eine, wenn leicht aufgesprengt, sogar um etwa $1\frac{3}{4}$ Backsteinlängen auseinander gerückt werden.

Ganz ähnlich werden die Decken mit Trogbblechen oder Buckelplatten gebildet, Fig. 314 a und b, wobei man recht gut dekorative Wirkungen erzielen kann: die Bleche müssen jedoch frühzeitig in Bestellung gegeben werden.

Fig. 315 zeigt die gleiche Anordnung für den Fall, dass die Bleche in zu langen Stücken oder in mehreren, vorher nicht genau bestimmbareren Längen erforderlich sind. Dann werden die, ein halbes Klostersgewölbe bildenden, halben Buckelplatten, wie aus der Fig. ersichtlich, mit übergelegtem Nietband verbunden.

Fig. 316 zeigt eine derartige kassettierte Decke, deren äussere Kassetten aus Trogbblechen, das Feld aber

Fig. 313.

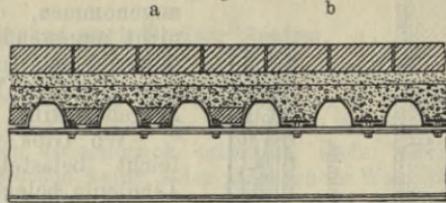


Fig. 315 a u. b.

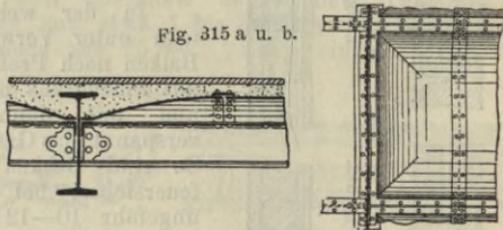


Fig. 314 a u. b.

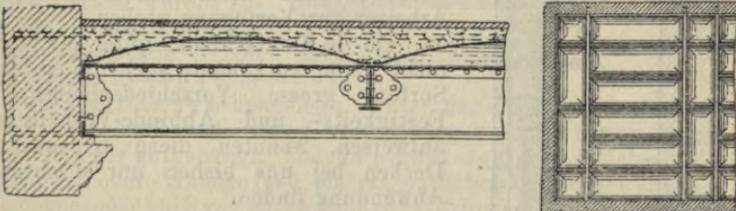
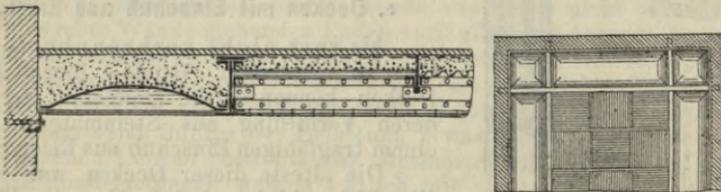


Fig. 316 a u. b.



aus Wellblech gebildet ist, dessen Wellen in abwechselnden Richtungen liegen und somit ohne Beihilfe äusserlicher Mittel, den nüchternen Eindruck der gewöhnlichen gewellten Decken vermeiden.

Decken aus geradem Trägerwellblech sind, imgrunde genommen, den aus Trogbblechen gebildeten gleich; die Wellbleche können als parallel angeordnete, aus einem Stück bestehende Reihen von Trogbblechen betrachtet werden. Die Anordnung der Verfüllung usw. ist der vorstehend mitgetheilten gleich — z. B. in Fig. 317.

Als Wandaufleger stark belasteter Decken werden L oder C Eisen angewendet.

Wenn Holzfussboden gelegt wird, ist es nicht rätlich, die Fussbodenlager in der Richtung der Wellen zwischen diese zu klemmen, weil die Hölzer durch eindringendes Wasser leicht faulen oder das Blech rostet.

Fig. 318 zeigt die Anordnung einer wenig belasteten Decke, bei welcher das Wellblech über den Oberflansch der Balken gestreckt ist.

Noch ist zu bemerken, dass behuf Versteifung der Wellen und zur Abdichtung, die Zwischenräume zwischen diesen und den Flanschen der Träger in der Regel mit Beton überfüllt oder mit Zement ausgestrichen werden (siehe Fig. 317—320).

In Fig. 319, 320 sind Anordnungen für Wellblechdecken über Heissluft-Leitungen angegeben, wie sie, in Deutschland zuerst auf der Sonnenwarte bei Potsdam ausgeführt, sich ausgezeichnet bewährt

Fig. 317 a u. b.



Fig. 318.

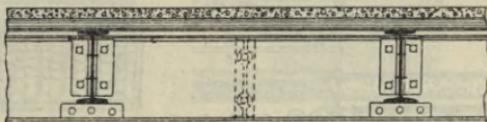
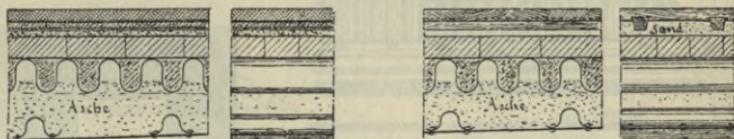


Fig. 319.

Fig. 320.



haben. Die steigende Decke der Luftleitungen ist aus Planblechen mit autgenieteten Einzelwellen hergestellt und über die Aschenfüllung das Blech (auf beiderseitiger Wangenmauer auflagernd) gestreckt. Die Wellen sind mit Grobmörtel ausgestampft; darüber ist Backsteinflaster gestreckt. Die Bettung ist in Fig. 319 für Thonsteinpflaster in Fig. 320 für Holzriemenboden hergerichtet.

ζ. Decken mit durchgebogenem (bombirtem) Wellblech.

Gebogene Bleche haben höhere Tragfähigkeit als gerade, üben aber auch einigen Schub gegen die Widerlager aus. Nicht ausser acht ist es zu lassen, dass bei eingestampften Decken (sofern sorgfältige Behandlung eintritt) die Rippen, welche zwischen den Wellen sich bilden, eine ganz bedeutende Verstärkung schaffen. Bei Einklemmen solcher Bleche zwischen Trägern (oder Mauern), wie in Fig. 321 und 322, erstere für Holz, letztere für sogen. Terrazzo-Belag bestimmt,

müssen in allen Fällen Anschluss-Eisen als Auflager angewendet werden, um ein genügendes Widerlager vorzubereiten.

Fig. 323 zeigt die Anwendung von solchen Blechdecken zur Herstellung eines Spiegelgewölbes und zwar mit offenem Spiegel, wobei jedoch nur die den oberen Umfang bildende flache Decke Ausguss, bzw. Ausstumpfung erhalten hat.

Dass solche Decken mit unterer, frei liegender Eisenhaut auch wenn sie überfüllt sind, leicht Anlass zum Beschlagen und Abtropfen geben, darf nicht übersehen werden. Anstrich mit Wachs-Leinölfirnis und Ueberstäubung mit Korkmehl, welchem ein nochmaliger Anstrich folgen kann, wird auch hier oft das zweckdienlichste Mittel sein, diesem Uebelstand zu begegnen.

Fig. 321.

Fig. 322.



Fig. 323 a.

Fig. 322 a.

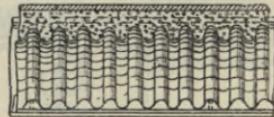
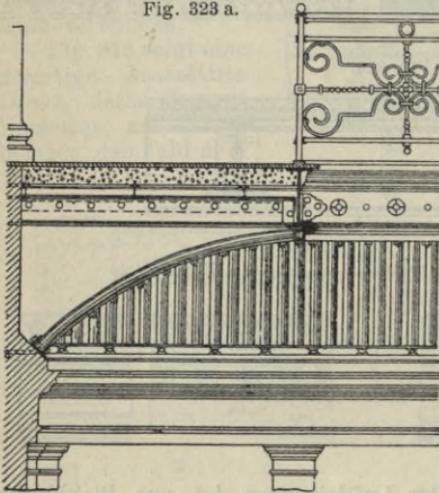
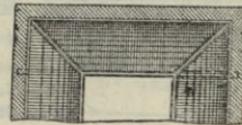


Fig. 323 b.



7. Decken mit Ausfächung aus durchmörteltem Zerrwellblech.

Seite 565, 566 ist schon im allgemeinen auf diese Konstruktionsweise hingewiesen worden; weitere Ausführungen sind kaum nöthig. Nur ist zu bemerken, dass für sehr hohe Belastungen das um den Unterflansch greifende Blech, mittels dünner Bandeisen, welche über die Oberflanschen der Balken hinweggehen, und durch einige der mittleren Wellen durchgezogen wurden, aufgehängt, eine Versteifung der mit Zementmörtel hergestellten Decken verbürgt, welche anderen Konstruktionen gegenüber als „durchweg und in jeder Beziehung überlegen“ gelten kann. Diese Thatsache darf besondere Beachtung beanspruchen.

e. Auskragende Konstruktionen.

Balkone, Erker, Konsolen.

Innere Balkone (Austritte), Laufbrücken usw. werden genau so konstruiert wie Decken, Treppenastritte usw.; es werden entweder die Balken einer in gleicher Höhe liegenden Decke überkragt und es wird die Zwischendecke eingespannt, oder wenn dies nicht zugänglich, werden besonders ausgekragte Träger gelegt. Fehlt genügende Belastung, welche auch durch Anker nicht ersetzt werden kann, so treten stützende, bezw. strebende Konstruktionen hinzu.

Die Konstruktionen werden gewöhnlich aus Verbindungen von **I**, **C**, **L** u. **L**Eisen gebildet, wobei die Formen zugrunde zu legen sind, welche unter „Ueberhängende Dächer“ in mehrfachen Ausbildungsformen aufgeführt sind.

Fig. 324.

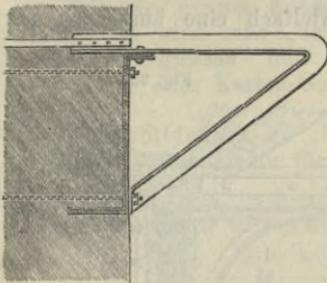


Fig. 325.

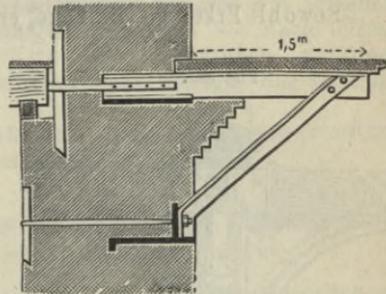


Fig. 326.

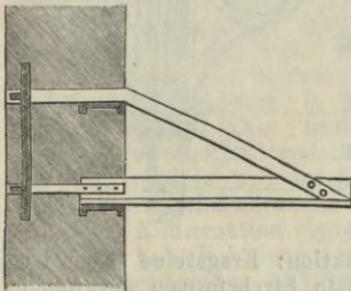


Fig. 327.

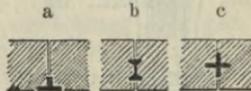
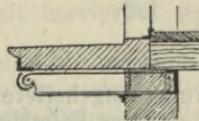


Fig. 328.



So umständliche Konstruktionen, wie sie in Fig. 324—326 dargestellt sind, werden selten angewendet. Es wird in der Regel nur ein, zwischen 2 den Kräftewirkungen entsprechenden Druckplatten, etwa auf der Rückseite verankerter, eingeklemmter Balken gelegt, dessen Unterstrebe einfach in die Mauer eingelassen ist. Eine an der Wand liegende Verbindung zwischen dem Balken und dem Fuss der Strebe erleichtert die Aufstellung und ersetzt die Druckplatten für die Strebe.

Wenn nur geringe Belastungen zu tragen sind, so empfehlen sich Konstruktionen aus einfach ausgekragtem Wellblech, welches eine äussere Säumung aus **C** oder **L**Eisen erhält. —

Äussere Balkone sind den inneren konstruktiv gleich; jedoch werden häufiger Abdeckungen aus natürlichen Steinplatten gefordert, wobei das Eisen entweder verborgen, wie in Fig. 327a bis c, oder

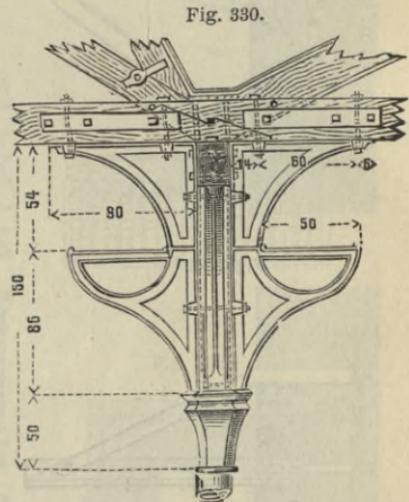
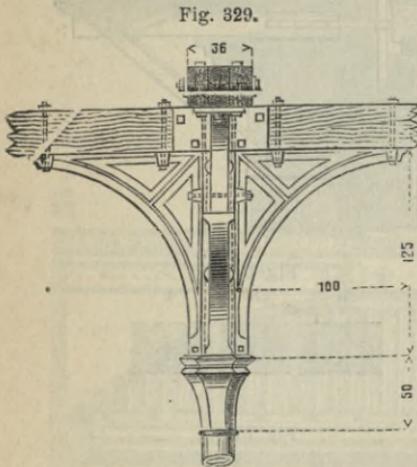
offen liegt. In letzterem Falle erhält dasselbe eine vollständige Ausbildung, wie etwa nach Fig. 328.

Bei Balkonen an Rundbauten wird häufig Wellblech radial zusammengerafft, oder, wie der technische Ausdruck sagt, gequetscht angewendet, ähnlich wie bei Kuppelkonstruktionen aus Wellblech (siehe Wellblech-Dächer), bei denen die äusseren Wellenberge niedriger, die inneren etwas höher gemacht werden, die Tragfähigkeit, also erhöht wird.

Erker werden auf ausgekragten Trägern mit zwischengespannten Decken gebildet; es ist auf sorgfältige Verbindung der Knotenpunkte zu rücksichtigen. Dass mit Mauerwerk umschlossene Konstruktionen minderer Gefährdung durch Temperaturänderungen unterliegen, braucht hier kaum abermals erwähnt zu werden.

Die Hauptträger als aufgehängte Konstruktionen auszuführen, gewährt i. d. R. keinen Vortheil, weil alle Arbeiten dabei schwieriger werden.

Sowohl Erker als Balkone erhalten vielfach eine äusserlich nur



zum Schmuck aufgeheftete Stützkonstruktion: Kragsteine (Konsolen), zu deren sicherer Befestigung angepasste Strebeformen anzuwenden sind.

Die Wandungen der Erker werden oft frei aufgemauert. Wenn dieselben durch mehrere Geschosse reichen ist vor allem für richtige Anordnung der Druckplatten zu sorgen. Gerade deren Nothwendigkeit sollte stets dazu bestimmen, die Konstruktion so einfach als möglich zu gestalten. Ausserdem ist es rätlich, die Balken-Auskragung in jedem Geschoss zu wiederholen und die Balken am hinteren Ende durch gemeinsamen Anker zu verbinden.

Gusseisen ist, ausser zu Druckplatten, bei allen Kragkonstruktionen möglichst zu vermeiden.

Konsole stimmen in ihrem Wesen mit den Balkenträgern überein und werden sowohl aus Schmied- als aus Gusseisen hergestellt. Da selbst bei nur kleiner Ausladung das Konsol auf relative Festigkeit beansprucht wird, so wird Gusseisen als Konstruktions-Material sich im allgemeinen wenig empfehlen. Wenn dasselbe dennoch in

umfassender Weise zur Verwendung gelangt, so sind dafür die meist hinzu tretenden Rücksichten auf Schmuck maassgebend.

Schmiedeiserne Konsole erhalten ihre tektonische Ausbildung öfter durch Ummantelung mit Zink oder Stuck u. dergl. Als typische Form kommt diejenige der Balkonträger mit spreizenartiger Unterstützung (Bügen, seltener mit Knickstützen) zur Anwendung, eine Form, die in reiner Schmiedetechnik leicht auszubilden ist, zuweilen auch durch Umhüllung mit gepresstem Zinkblech oder mit Formen aus Gusszink usw. künstlerisch ausgestattet wird.

Gusseiserne Konsole fallen immer schwer aus und erfordern auch meist umständliche Auflagerungs-Vorrichtungen. Sie werden mit voller oder durchbrochener Wand ausgeführt. Als Beispiele einfacher Art dienen die Fig. 329, 330; bei Fig. 330 ist das untere Konsol, welches zur Aufnahme einer Wellenlagerung bestimmt ist, ungetheilt von dem oberen gegossen.

Soll ein grosses Konsol mit Verzierungen feinerer Art versehen werden, so wird man die Verzierungen gesondert — nach Gipsmodell — giessen und durch Kitt oder Schrauben an dem — in Herd- oder Kasten-Guss auszuführenden — Gerippe des Konsols anbringen. —

Die Abbildungen zu „Ueberhängende Dächer“ bieten einige weitere Beispiele hierzu für Guss- und Schmiedetechnik.

f. Zerlegbare Gitterträger aus Schmiede- und Gusseisen.

(Joly'sche Trägerkonstruktion.)

Genietete Gitterträger aus schwächeren Profilen unterliegen, wegen leicht eintretender Verbiegungen, oft grossen Transportschwierigkeiten; ausserdem erfordert eine zierliche Ausbildung grösseren Geldaufwand. Und wenn die Aufstellung oder gar die Verbindung an Ort und Stelle durch besondere Monteure erfolgen muss, so übersteigen die Kosten dafür u. U. die der Lieferung. Das Joly'sche Hüttenwerk in Wittenberg a. E. hat eine Konstruktion, wie sie ähnlich schon früher beim Bau gusseiserner Treppen angewendet worden ist, systematisch ausgebildet und die sämtlichen auf Zug, relative und auf Knick-Festigkeit inanspruch genommenen Theile durch schmiedeiserne ersetzt.

Diese Konstruktion eignet sich besonders zu Anordnungen welche nicht sehr hohe Belastungen aufnehmen und bei welchen die immerhin plumpe Erscheinung sichtbarer Träger aus Einheitsprofilen zu vermeiden angestrebt wird.

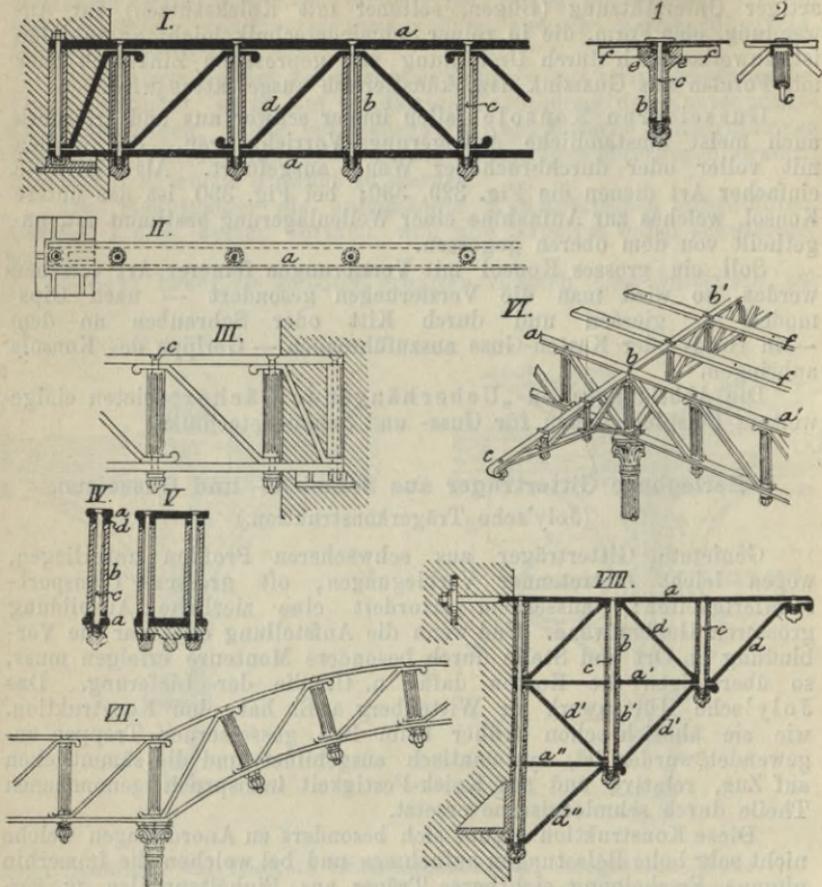
Eine besonders zierliche Wirkung wird erzielt, wenn die Gitterfelder mit gusseisernen Zwickelfüllungen ausgefüllt werden, wie sie das Joly'sche Musterbuch in mannichfaltigsten Grössen und Stilarten darbietet.

In Fig. I—VI (Taf. XIV) ist diese Gitterbildung in Längenschnitt, Grundriss, Ansicht und Querschnitt dargestellt, in Fig. V der Querschnitt eines Doppelträgers; *aa* sind die schmiedeisernen Gurtungen, *d* die Schiefstreben, ebenfalls aus Schmiedeisen, *c* eine Zugschraube, welche durch eine säulenartig gebildete Druckstrebe *b* aus Gusseisen durchgezogen wird. Von der Dehnbarkeit der Anwendung geben dann noch Fig. VI—VIII einige Beispiele.

In Fig. VI ist ein Hauptträger *a-a'*, auf einem Säulchen ruhend, mit einem Querträger *b-b'* verbunden, der in *b-c*, in einem Ausleger endet.

Fig. VII zeigt die Verwendung für Bogengitter, Fig. VIII als Konsole. Die Nebenfiguren 1 und 2 zeigen die Verstärkung *e* bei Kreuzungen und Verbindung mit Ober- und Unter-
gurten aus \square Eisen (f).

Tafel XIV.

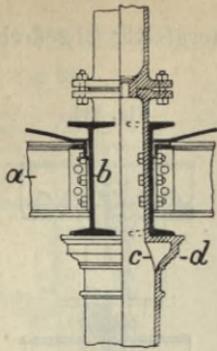


g. Stützen in Verbindung mit Decken usw.

Im Vorhergegangenen sind nur die einzelnen Theile der Stützen und Decken behandelt worden. Hiernächst seien nun einige besonders lehrreiche (aus dem Scharowski'schen Musterbuch entnommene) Beispiele zu Gesamt-Konstruktionen angeführt, welche eine günstige Uebersicht über die Besonderheiten im Zusammenhange gewähren und aus denen hauptsächlich zu entnehmen ist, wie unter wechselnden Bedingungen die Anordnung von Fuss und Kopf, sowie die Verbindungen zwischen Stütze und Decke entsprechend zu gestalten sind.

a. Gusseiserne Stützen.

In Fig 331 sind Stützen von quadratischem Grundriss dargestellt, bei welchem Fuss und Kopf angegossen sind. Im 1. Geschoss ist,



um eine genaue Aufstellung zu ermöglichen, die besondere Fussplatte (a) eingeschoben, deren Kern und das entsprechende Auflagerstück sorgfältig ab- bzw. ausgedreht sind. Im obersten Geschoss erlaubt es die dort getroffene Flanschverbindung eine etwa erforderliche Bleiplatte einzuschieben.

Fig. 332 zeigt eine Rundsäule, deren Schaft lediglich als Rohr gegossen ist, während

Fig. 332.

Fig. 333.

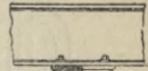
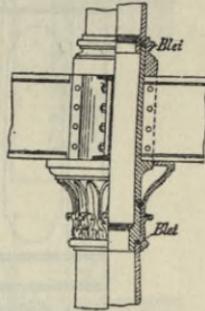
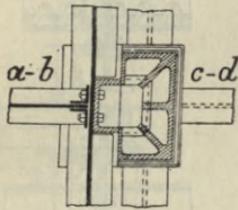
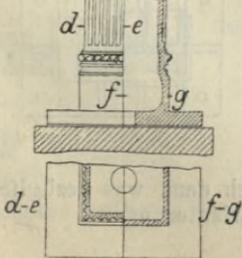
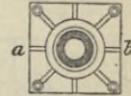
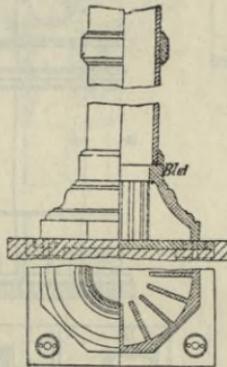
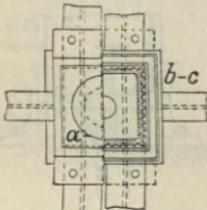
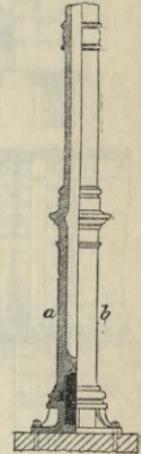
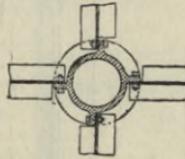
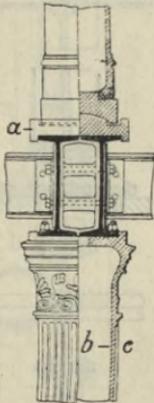


Fig. 331.



Fuss, Ring und Kopf aufgeschoben sind, wie auch die Verbindung mit der Decke wieder aus einem besonderen, zwischen dem Kopf der unteren und dem Fuss der oberen Säule eingeschobenen Rohrstück (mit Flanschen zur Befestigung der Deckenträger) besteht.

Fig. 333 stellt eine schlanke Säule mit ausgegossenen Ringen und Kopf dar, deren Fuss und oberes Auflager gesondert gegossen sind. Um allen Druck in die Axe überzuführen

sind hier sowohl im Fuss als im Kopf sehr sorgfältig abgedrehte Kernstücke aus Hartguss eingeschaltet.

Fig. 334.

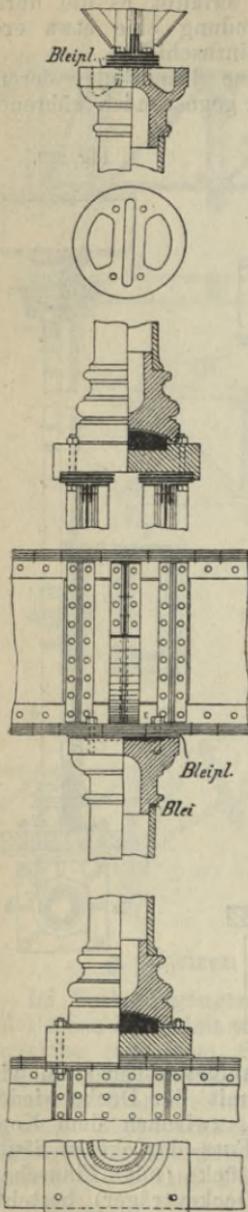


Fig. 335.

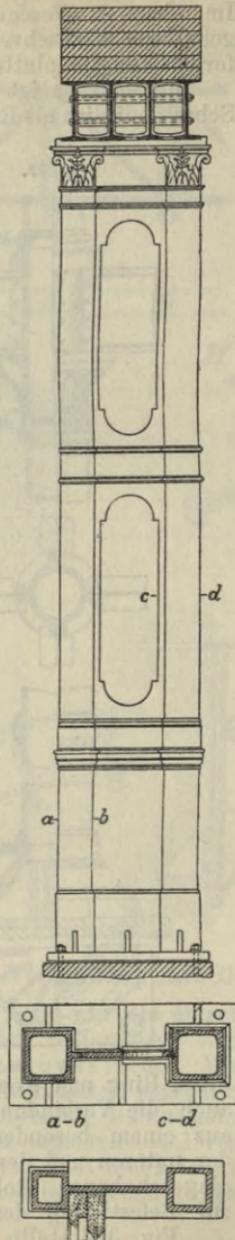
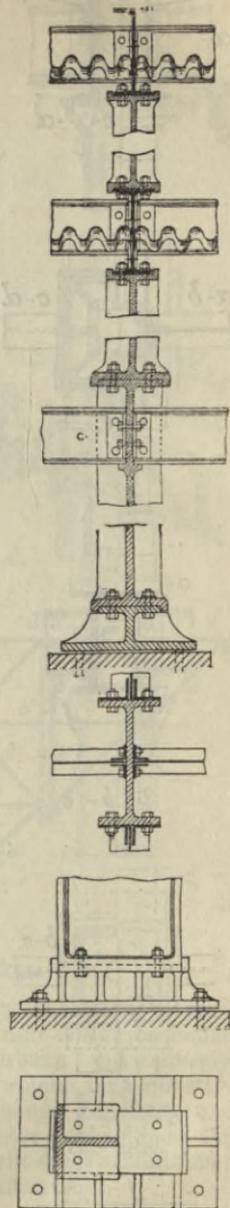


Fig. 336.



Die Anordnungen in Fig. 334 bedürfen nach dem, was bezüglich der letzten 3 Beispiele gesagt worden keiner Erläuterung.

Bezüglich der sogen. Stützwand (Pfeiler), Fig. 335, wird die

Fig. 337.

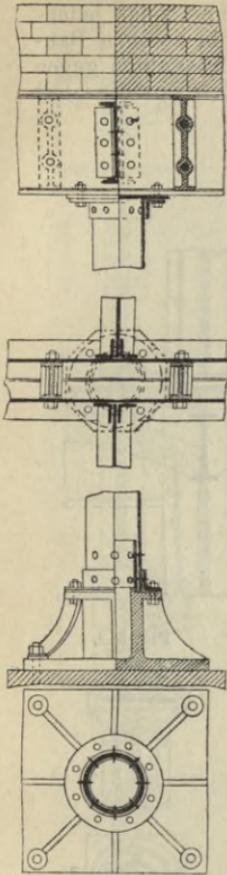


Fig. 338.

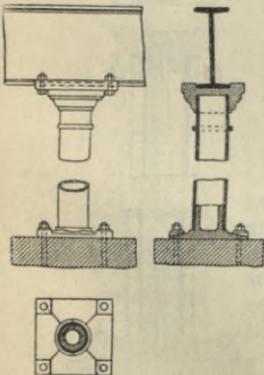
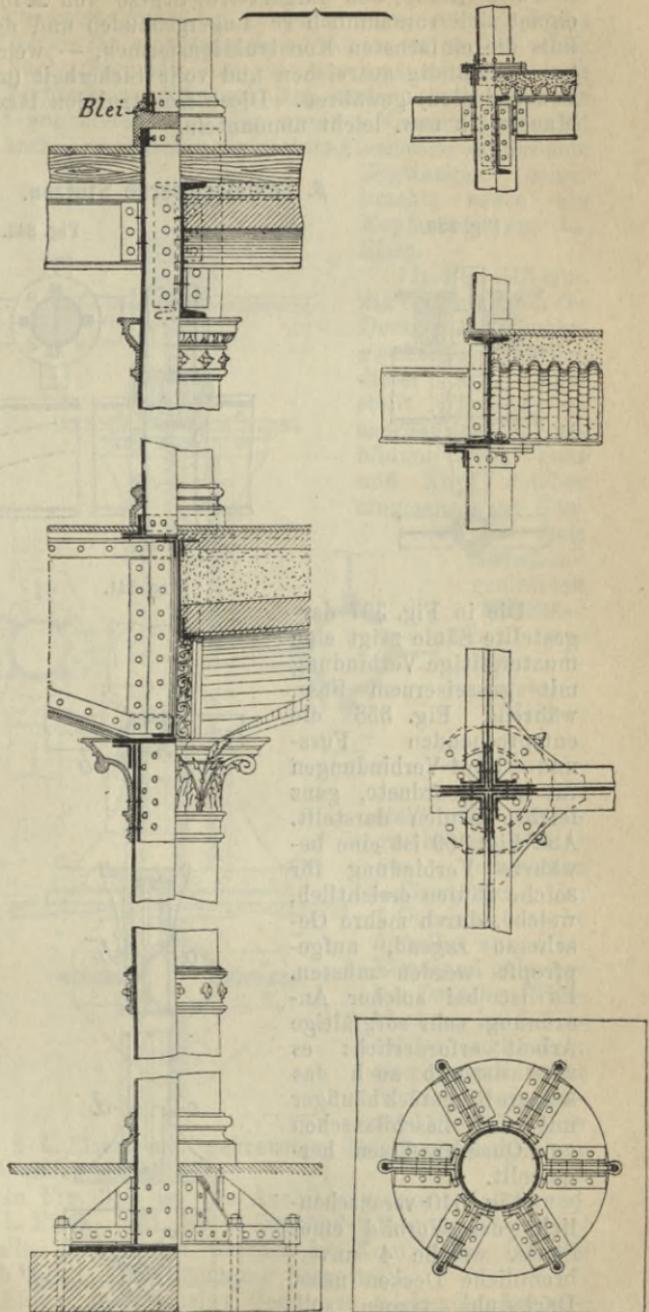


Fig. 340.



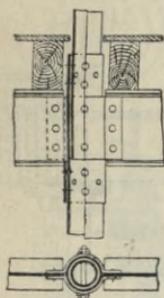
Angabe genügen, dass der untere Grundriss diejenige Ausbildung zeigt,

welche anzuwenden ist, falls solche Stützen behuf Bildung von Schau-
fenstern usw. in die Frontwand gerückt sind.

Die in Fig. 336 dargestellte Stütze von I förmigem Querschnitt eignet sich vornehmlich zu Lagergebäuden und dgl. und zeigt jeden-
falls die einfachsten Konstruktionsformen, — welche in solchen Bau-
ten vollständig ausreichen und volle Sicherheit (mit Ausnahme gegen
Feuerschaden) gewähren. Diese Konstruktion lässt sich übrigens mit
Mauerwerk usw. leicht ummanteln.

β. Schmiedeeiserne Stützen.

Fig. 339.



Die in Fig. 337 dar-
gestellte Säule zeigt eine
mustergiltige Verbindung
mit gusseisernem Fuss,
während Fig. 338 die
entsprechenden Fuss-
und Kopt-Verbindungen
für untergeordnete, ganz
leichte Säulen darstellt.
Aus Fig. 339 ist eine be-
währte Verbindung für
solche Säulen ersichtlich,
welche, durch mehrer
Geschosse ragend, aufge-
propft werden müssen.
Es ist bei solcher An-
ordnung sehr sorgfältige
Arbeit erforderlich; es
wird deshalb auch das
äussere Ringstück häufiger
mit den Laschflanschen
aus Quadrant-Eisen her-
gestellt.

Fig. 340 veranschaulicht das Vorbild einer
Säule, welche 4 unver-
brennliche Decken nebst
Dachstuhl tragen soll,
sowie die verschiedenen
Anordnungen für Aus-

Fig. 343.

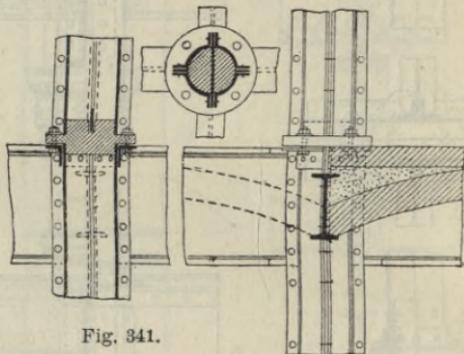


Fig. 341.

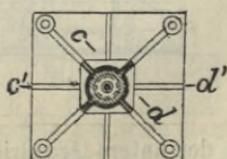
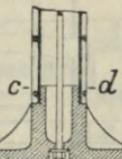
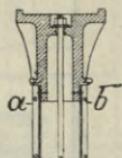
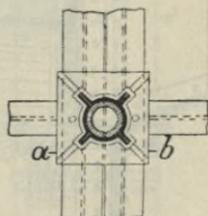


Fig. 342.

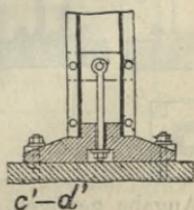
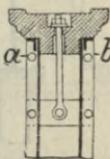
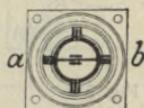
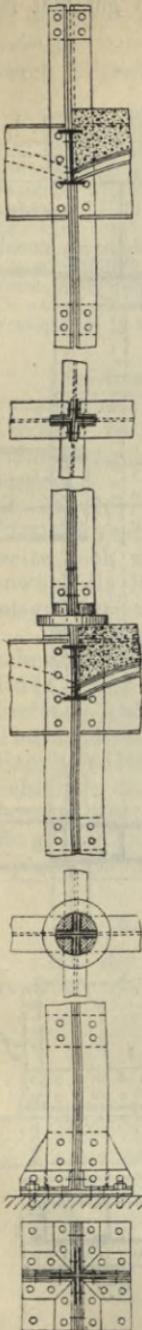


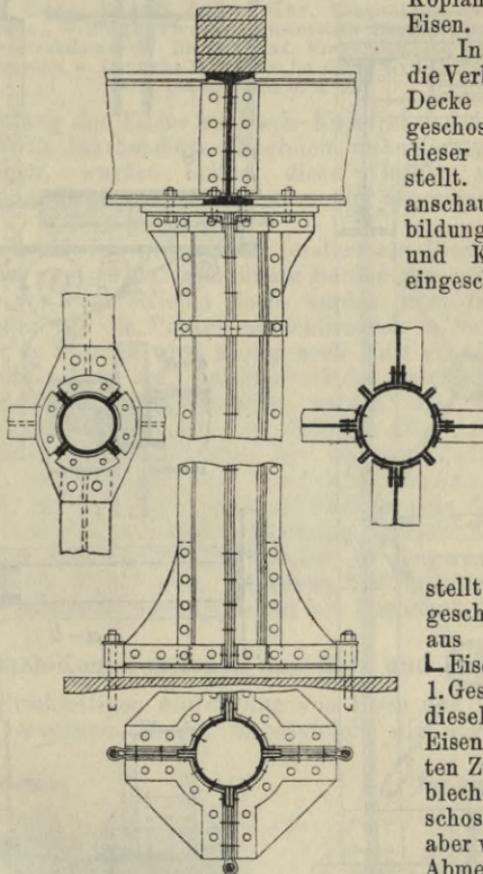
Fig. 345.



bildung des schmiedeisernen Fusses und der aufgeschobenen Ringe und Köpfe usw.

Fig. 341 und 342 zeigen die Anordnungen, welche für Quadrant-Säulen bei Anwendung gusseiserner Füsse und Köpfe für eingeschossige Stützen zu treffen sind. Die Säule, Fig. 341, hat eine durchgehende Zugstange zur Verbindung beider erhalten und ausserdem ist der Kopf angenietet. Bei der zweiten Konstruktion sind nur kurze, an zwischengenietetem Flacheisen angreifende

Fig. 344.



Zugstangen angebracht, sowie ein Kopfansatz aus L-Eisen.

In Fig. 343 sind die Verbindungen der Decke für mehrgeschossige Säulen dieser Art dargestellt. Fig. 344 veranschaulicht die Ausbildung von Fuss und Kopf solcher eingeschossiger Säulen (mit zwischen-

genieteten Stäben) aus Schmiedeisen, (Blech- und L-Eisen).

Fig. 345 stellt eine mehrgeschossige Stütze aus vernieteten L-Eisen dar. Im 1. Geschoss besteht dieselbe aus 4 L-Eisen und gekreuzten Zwischen-Nietblechen, im 2. Geschoss dergleichen, aber von geringeren Abmessungen, während im 3. Geschoss

nur 2 L-Eisen mit gekreuzten Zwischen-Nietblechen angewendet sind.

In Fig. 346 ist die Ausbildung einer Stützwand aus L-Eisen, mit Kreuz-Zugbänder-Verspannung dargestellt. Der Bogen, welcher den Kopf bildet, ist aus Blech mit L-Eisen-Säumung hergestellt.

Einen durch mehr Geschosse reichenden kastenförmigen Pfeiler, aus 3 L-Eisen und 2 Blechen gebildet, zeigt Fig. 347. Die rechtsseitige Decke ist links nur als Balkon

fortgesetzt. Der daneben abgebildete Fuss zeigt die (verbreiterte) Anordnung für einen Pfeiler, welcher nur aus 2 Eisen gebildet ist.

Fig. 346.

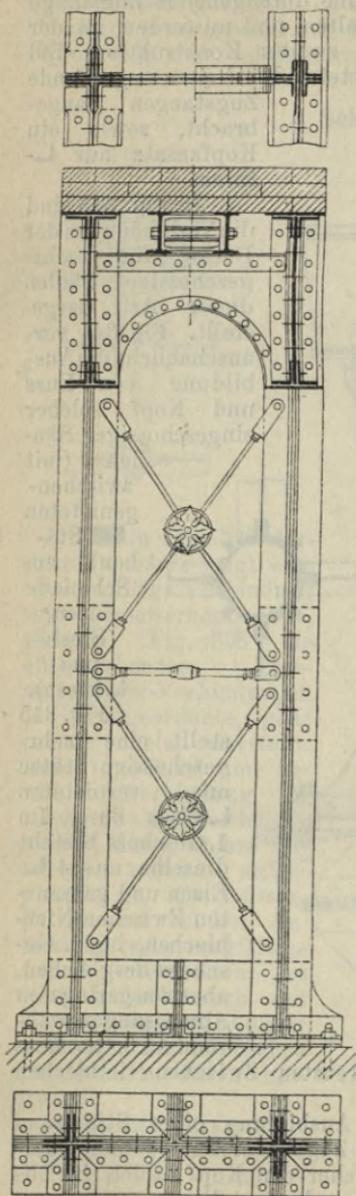
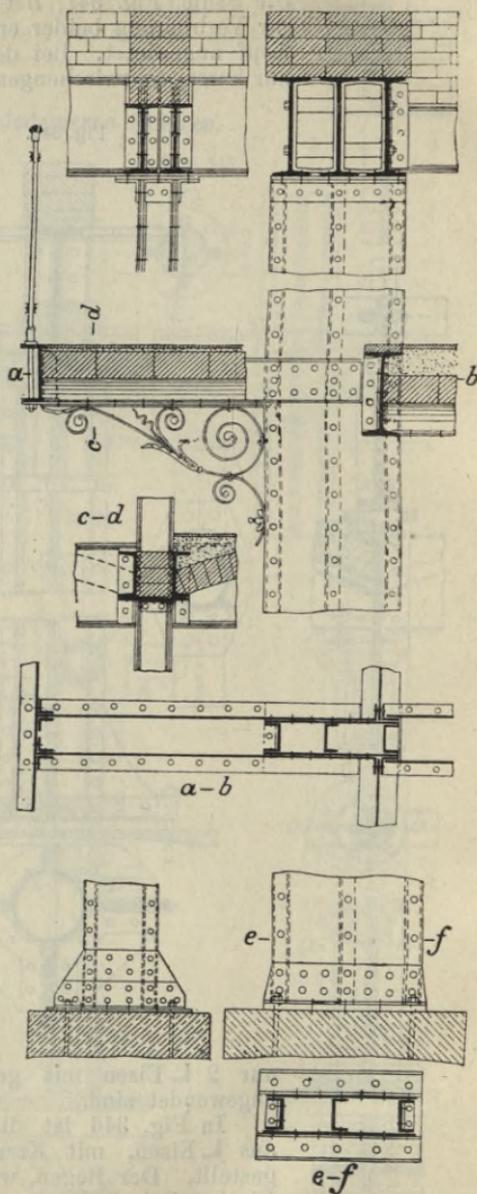


Fig. 347.



Weitere interessante Stützbildungen befinden sich noch bei einzelnen nachfolgenden Beispielen für Eisenfachwerksbauten.

Bei Ausführung massiger, namentlich hochragender Eisenstützen ist darauf zu achten, dass dieselben an eine Blitzableitung angeschlossen werden. Auch wenn sie innerhalb massiver Bauten stehen und diese durch Blitzableiter geschützt sind, ist dies durchaus erforderlich.

XII. Eiserne Dachkonstruktionen.

Litteratur: Brand, Lehrbuch der Eisenkonstruktionen mit besonderer Anwendung auf den Hochbau. — Brey mann, Baukonstruktionslehre, III. Th. — Heinzerling, Grundzüge der konstruktiven Anordnung und statischen Berechnung der Brücken- und Hochbau-Konstruktionen, Leipzig 1873. — Derselbe, der Eisenbahnhochbau der Gegenwart. Leipzig 1890. — Klase n, Handbuch der Hochbau-Konstruktionen in Eisen. — J. W. Schwedler, Konstruktion der Kuppeldächer; Zeitschr. f. Bauwesen. — Scharowsky, Musterbuch für Eisenkonstruktionen. — Contag, Eisenkonstruktionen in Belgien und Frankreich. — Barberot, traité pratique de la serrurerie. — Deutsche Bauztg. — Le Génie civil. — Nouvelles Annales de la construction u. a. m.

Die Anwendung des Eisens zu Dach-Konstruktionen ist eine Errungenschaft des 19. Jahrhunderts. Nachdem anfänglich gusseiserne Dächer vorwogen, wurden später diese Dächer von den in Schmiedeisen konstruirten mehr und mehr, und neuerdings vollständig verdrängt.

Dächer aus Holz und Eisen (ersteres zu Binderstreben und Pfetten) sind für gewisse untergeordnete Bauten von mässiger Spannweite nach wie vor zwar beliebt; doch werden jetzt fast allgemein sowohl die Binder als die Pfetten ausschliesslich in Schmiedeisen ausgeführt; nur zu Sparren wird häufig noch Holz verwendet.

Im allgemeinen kann zur Charakteristik der verschiedenen Systeme schmiedeiserner Dächer vorausgeschickt werden, dass die Sattel-, Pult-, und Mansarde-Dächer für Gebäude aller Art grosse Verbreitung gefunden haben und dass die eisernen Zeltdächer für Thurmspitzen, die Sichel- und bogenförmigen Dächer für Bahnhofs-Hallen, die Kuppeldächer als Flachkuppeln für Lokomotiv-Schuppen und Gasbehälter Gebäude gleichsam typische Konstruktionsformen geworden sind, wie nicht minder in jüngeren Jahren die Bogendächer aus Wellblech, bei denen das Wellblech gleichzeitig wesentlich als Konstruktionsgerippe und als Dachhaut dient.

a. Dach-Konstruktionen aus Holz und Eisen.

Bei der gleichzeitigen Anwendung von Eisen und Holz hat man zunächst die gezogenen Theile, insbesondere die sogen. Hänge-

Fig. 348.

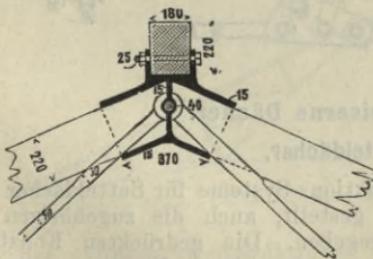
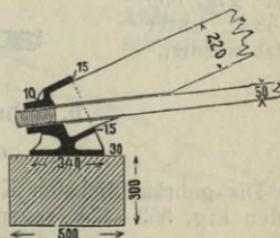


Fig. 349.



stangen, in Schmiedeisen ausgeführt, Gusseisen als Konstruktions-Material aber etwa nur wie in Fig. 348 am Zusammenstoss der Streben in einem gusseisernen Schuh, der zugleich die Zugstangen

werden; es bietet aber den Vortheil, dass der Untergurt als Rinne ausgebildet werden kann und Schwitzwasser nicht abtropft, sowie dass in der Mitte die grösste Höhe freigelassen ist.

Fig. 353.

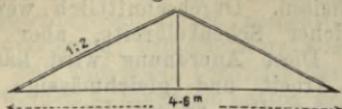


Fig. 354.

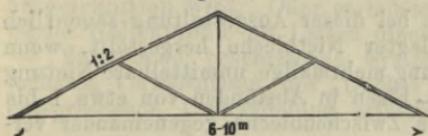


Fig. 355.

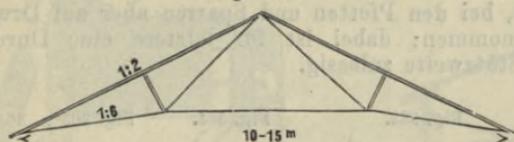


Fig. 356.

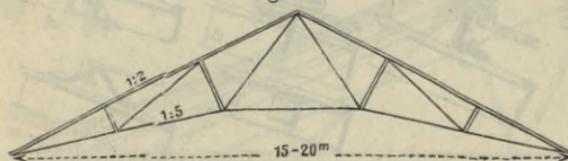


Fig. 357.

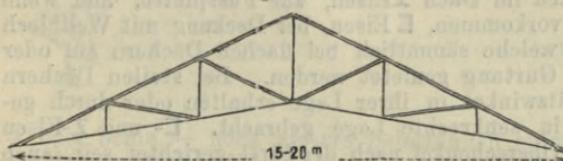


Fig. 358.

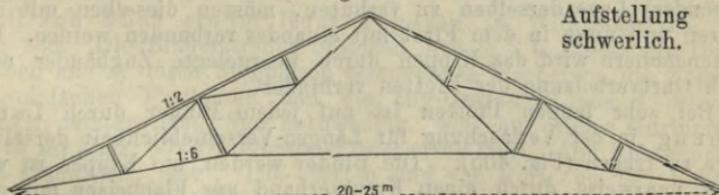
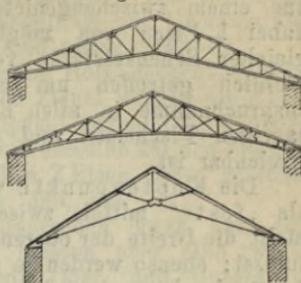


Fig. 359—361.



Die Fig. 359—361 zeigen einige neuere Konstruktions-Systeme, von welchem das Fig. 359 dargestellte dem Mangel des in Fig. 356 mitgetheilten Systems begegnet und doch alle dessen Vorzüge bietet. Die Form, Fig. 361, kann nur Anwendung für Spannweiten bis zu etwa 6,5—7 m finden. Bei dem System, welches Fig. 360 zeigt, kann mit Stäben geringster Abmessung ein Binder grösster Steifigkeit erzielt werden; die vielen Verbindungen machen aber die Aufstellung beschwerlich.

Bei älteren Konstruktionen wurden durchweg zur oberen Gurtung der Binderstreben T- oder I-Profile angewendet. Das geschieht heute nur bei besonders mächtigen Konstruktionen. Zwar ist die T Form beibehalten; sie wird aber heute zusammengesetzt.

Es hat sich nämlich für flache Satteldächer ein neuerer Typus ausgebildet, bei welchem für Spannweiten bis zu 26 m ausschliesslich L-Eisen für die oberen und unteren Gurtungen und ebensowohl für Zug- wie Druckstreben, und zwar paarig angewendet werden. Die obere Gurtung erhält bei grossen Spannweiten eine Stegverstärkung aus einem zwischengenieteten Flacheisen. Durchschnittlich werden dabei L-Eisen von möglichst gleicher Schenkelbreite, aber ungleicher Schenkelstärke verwendet. Diese Anordnung wird hauptsächlich getroffen um einfachere Arbeit und gleichmässige Inanspruchnahme in allen Konstruktionsgliedern zu erzielen, was bei paarigen Flacheisen und grossem Wechsel der Profilbildung nicht erreichbar ist.

Die Knotenpunkte werden bei dieser Ausgestaltung sämtlich als „feste“ mittels zwischengelegter Nietbleche hergestellt, wenn nicht die Breite der oberen Gurtung mehrmalige unmittelbare Nietung zulässt; ebenso werden je zwei L-Eisen in Abständen von etwa 1 bis 1,5 m durch zwei mal vernietete Zwischenbleche gegeneinander versteift.

Die Inanspruchnahme des Eisens der Bänder wird auf Zug und Druck zu 1000 kg/1 qcm, bei den Pfetten und Sparren aber auf Druck mit 850 kg/1 qcm angenommen; dabei ist für letztere eine Durchbiegung von $\frac{1}{600}$ der Stützweite zulässig.

Fig. 362.

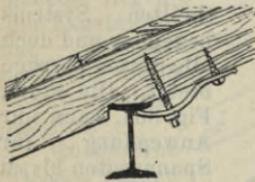


Fig. 363.

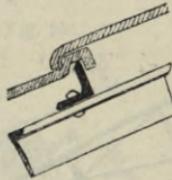


Fig. 364.

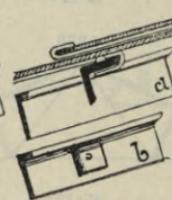
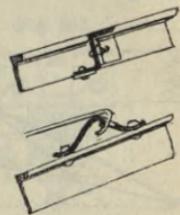


Fig. 365 u. 366.



Als Pfetten werden im Dach I-Eisen, zur Fusspfette, und wenn doppelte Firstpfetten vorkommen, C-Eisen, bei Deckung mit Wellblech Z-Eisen angewendet, welche sämtlich bei flachen Dächern auf oder zwischen die oberste Gurtung genietet werden. Bei steilen Dächern werden sie durch Stützwinkel in ihrer Lage erhalten oder durch gesäumte Stützbleche in senkrechte Lage gebracht. C- und Z-Eisen sollen stets mit dem Oberschenkel nach der First gerichtet sein (auch wenn die umgekehrte Lage ein höheres Widerstandsmoment ergibt) Um seitliches Durchbiegen von I- und C-Pfetten bei sehr geneigter (kippende) Lage derselben zu verhüten, müssen dieselben mit den Sparren und diese in dem First mit einander verbunden werden. Bei Pfettendächern wird das Kippen durch übergelegte Zugbänder oder durch Gurtverbolzung der Pfetten verhindert.

Bei sehr langen Pfetten ist auf jedem Binder durch Langlochung in der Verlaschung für Längen-Verschieblichkeit derselben Sorge zu tragen (Fig. 405). Die Binder werden, um Kippen zu verhüten, paarweise durch einen Kreuzverband aus Flacheisen mit einander verbunden. Und zwar werden diese an jedem Knotenpunkt unter dem Pfettenlager an dem Obergurt genietet.

Nur bei weit spannenden Systemen oder, wenn die Dächer durch Laternenaufsätze durchbrochen sind, empfiehlt sich räumliche Querspannung der Firststreben mittels Andreaskreuzes aus L-Eisen.

Zur Befestigung von Holzpfetten werden Stützwinkel auf die obere Gurtung geschraubt, zur Befestigung von Holzsparren auf eisernen Pfetten aber Federn, Fig. 362, in welchen Kopf-Holzschrauben (tirefonds) verwendet sind. Die Befestigung mit Schraubbolzen ist theuer und umständlich, die Befestigung mit von unten eingeschlagenen Haken, namentlich bei Benagelung mit Holzschalung unzuverlässig; beide letztere Anordnungen sind nicht sturmfest!

Soll mit Stein (Schiefer oder Ziegel) ohne Holz gedeckt werden, so werden L-Eisen als Latten gebraucht; für Ziegel werden dieselben, wie Fig. 363 angiebt, mit stehendem Schenkel angenietet, dagegen bei Schiefer mit hängendem, Fig. 364, wobei derselbe auf den Sparren ausgeschnitten wird. Oder es müssen leichte Z-Eisen, bezw. gelochte flache Wellenprofile als Latten dienen, Fig. 365, 366.

Vorstehend beschriebene Systeme entsprechen zwar den einfachsten Verhältnissen des „Daches“; sie müssen aber eine zweckentsprechende Umwandlung erfahren, wenn Ober- und Untergurte

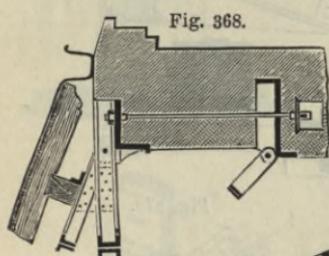


Fig. 368.

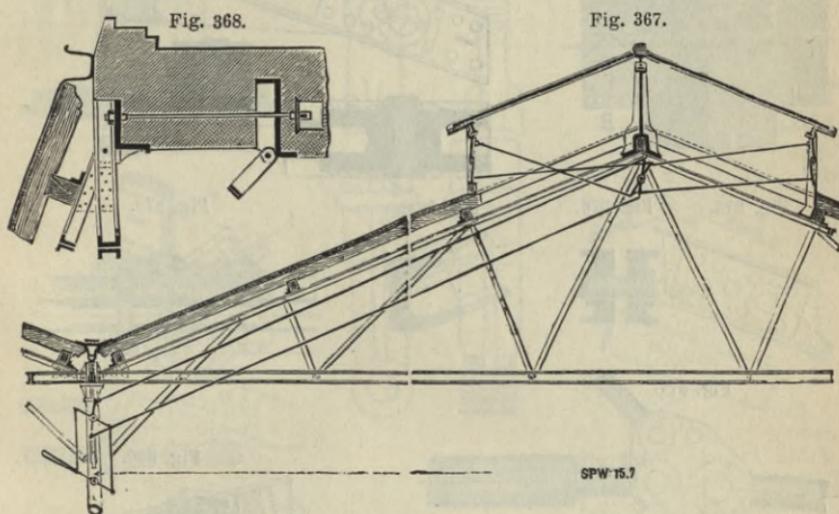


Fig. 367.

— oder beide — noch weitere Belastungen aufnehmen sollen als die der blossen Dachdeckung, oder wenn andere Verhältnisse Abweichungen bedingen. Die nachfolgenden Beispiele mögen einige Einzelfälle klar legen.

Dach über einem Holz-Magazin in Wilhelmshaven, Fig. 367, 368. Die Binderstreben bestehen aus je 2 L-Eisen, die Druckstreben aus 2, durch Stehbolzen verbundenen Flacheisen, die Zugstäbe aus einfachen Flacheisen und die Zug-Gurtungen aus 2 schweren J-Eisen; letztere sind hier nothwendig, weil auf dieser Gurtung die Katze für einen 50^z Differenzial-Flaschenzug läuft. Die Knotenpunkte sind sämtlich „fest“. Die Pfetten sind von Holz; ein mit Rohglas-Platten eingedeckter Dachreiter ist auf gusseiserne Stützen gestellt. Nebensächlich sei bemerkt, dass die seitlichen Klappen um eine in halber Höhe liegende Achse drehbar sind und je 2 gegenüberliegende Klappen von einer gemeinsamen (in der Skizze angegebenen) Zug-Vorrichtung gleichzeitig bewegt werden. Die Spannweite der Binder ist 15,7 m, die Zwischenweite 5,23 m; das Eigengewicht (ausschl.

Fig. 370.

Fig. 371.

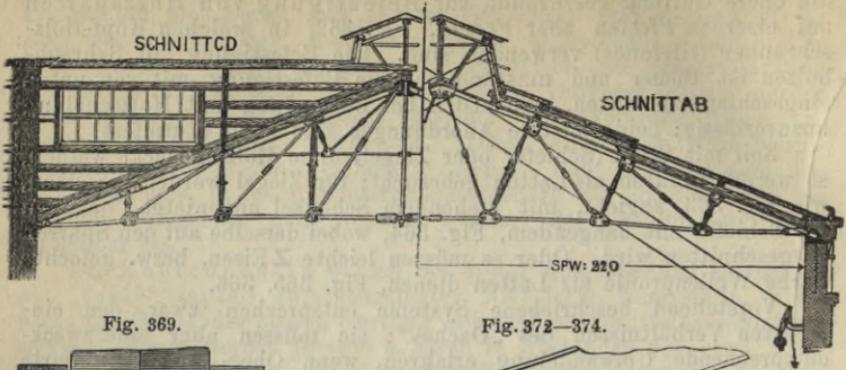


Fig. 369.

Fig. 372-374.

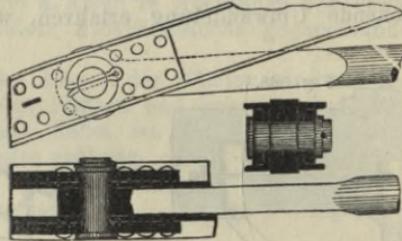
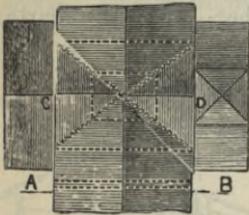


Fig. 375.

Fig. 376.

Fig. 381.

Fig. 379.

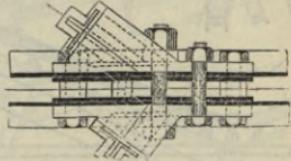
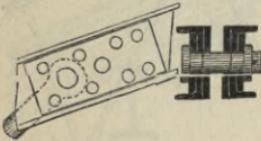


Fig. 377.

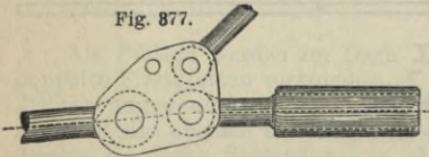


Fig. 380.

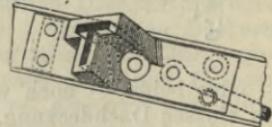


Fig. 378.

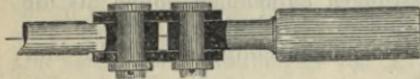
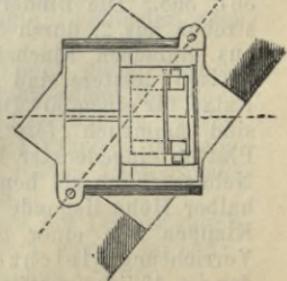
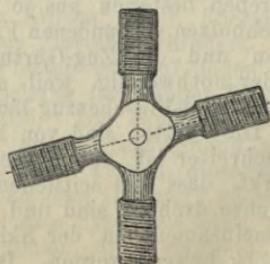
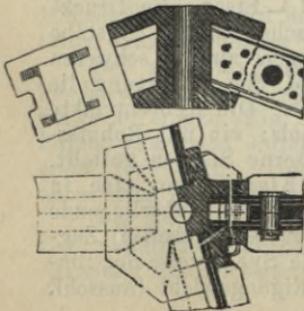


Fig. 382-384.

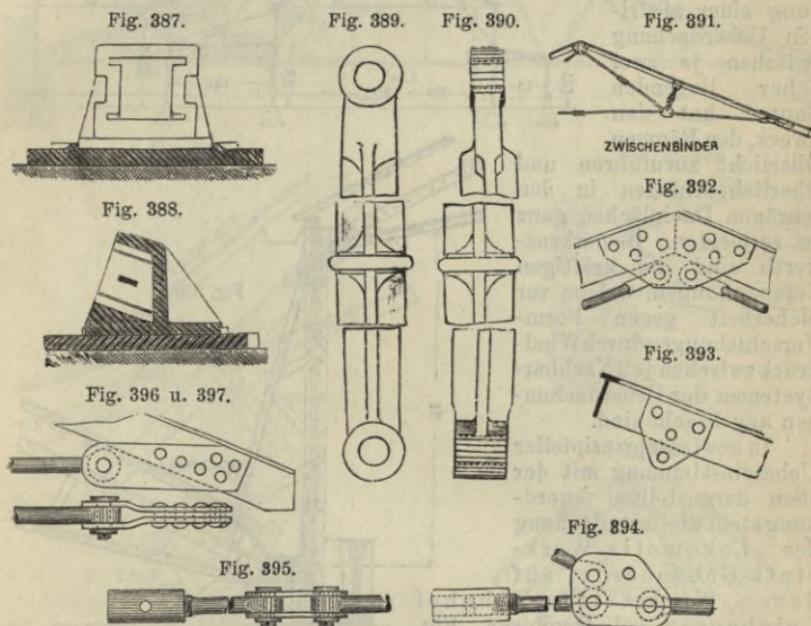
Fig. 385.

Fig. 386.



Laterne) ist für 1 qm Grundfläche $23,4 \text{ kg}$, entsprechend der oben bemerkten grossen, wechselnden Belastung der Zuggurtung.

Dach über einem Schmiede-Gebäude in Wilhelmshaven, Fig. 369—397. Die Binder, welche bezw. $28,2$, 22 , $10,8$ und $8,5 \text{ m}$ Spannweite haben, sind bis auf die Druckstäbe und mehre vorkommende Schuhe in Schmiedeeisen konstruirt. Die angegebenen 4 Binder-Grössen ergeben sich dadurch, dass das Gebäude aus einem Langbau besteht, welcher in halber Länge von einem kurzen Querbau durchsetzt wird, der mit dem Langbau gleiche Firsthöhe hat. An der Kreuzungsstelle ist die Ueberdachung mit 2 Kehl-Bindern, Fig. 370 und 372—390 (28 m Spannweite) und 4 Zwischenbindern, Fig. 391—397 (2 zu $10,9$ und 2 zu $8,5 \text{ m}$ Spannweite), welche in den 4 Seckigen Feldern zwischen den 4 Armen der Hauptbinder liegen, bewirkt, wie Fig. 369 dies näher erkennen lässt. Der Langbau ist



mit den Bindern von 22 m Spannweite nach Fig. 371 in der Weise überdacht, dass je 2 Binder durch Zusammenrücken auf $1,57 \text{ m}$ Abstand zu einem Kuppelbinder vereinigt sind, und die Mittellinien je 2 solcher Systeme $6,28 \text{ m}$ Zwischenweite erhalten haben. Der Längen-Verband wird theils durch die hölzernen Pfetten, theils durch gekreuzte Diagonalen aus 15 mm starkem Rundeisen gebildet, die in den Ebenen der Druckstäbe (und zwar in allen Feldern, ohne eine Auslassung) angebracht sind. Alle Knotenpunkte sind in Bolzen und Schildblechen drehbar und (für den Aufbau) einige Zugstäbe in jedem Binder durch Schraubenschlösser regelbar eingerichtet.

Die Kehlbinden sind im Stern der Druck-Gurtung mittels eines entsprechenden, schuhartigen Gussstücks fest und in der Zug-Gurtung mittels eines schmiedeeisernen Kreuzstücks, dessen 4 Armenden Schrauben-Gewinde haben, zusammengefügt, wie die Fig. 382—385 erkennen lassen. Die Auflagerung der 4 Zwischenbinder ist seitlich an

den Druck-Gurtungen der Kehlbinder mittels gusseiserner Schuhe erfolgt, s. Fig. 379—381. — Das Eigengewicht der Konstruktion — abgesehen von den Eisentheilen der Laterne — beträgt auf 1 qm für den Mitteltheil des Gebäudes (mit der Kreuzbinder-Ueberdachung 17,5 kg und für den Langbau 18,4 kg.

Binder von aussergewöhnlicher Spannweite nach System Polonceau bildeten diejenigen des Hauptgebäudes der Weltausstellung zu Philadelphia 1876, mit Spannweiten von 30,5 bzw. 36,6 m, Fig. 398. Das konnte nur vortheilhaft dadurch werden, dass die untersten Zugstreben verlängert zu Druckstreben umgewandelt wurden;

darnach ist das System zweckmässig. Die in der Fig. angegebene Einschiebung einer niedrigen Ueberdachung zwischen je zwei höher liegenden Bauten hat den Zweck, den Räumen Oberlicht zuzuführen und Oberlicht-Anlagen in den schrägen Dachflächen ganz zu vermeiden. Bemerkenswerth sind die kräftigen Verspannungen, welche zur Sicherheit gegen Form-Verschiebungen durch Winddruck zwischen je 2 Nachbar-Systemen der Ueberdachungen angebracht sind.

In gewisser prinzipieller Uebereinstimmung mit der eben dargestellten Anordnung steht die Ueberdachung des Lokomotiv-Werkstatt-Gebäudes auf dem Werkstätten-Bahnhof Leinhausen bei Hannover, Fig. 399. Die Höherlegung der Traufkante einiger Schiffe ist hier insbesondere zu dem Zwecke erfolgt, um die für Bewegung und Betrieb von Laufkränen erforderliche Höhe zu gewinnen, wobei auch die Möglichkeit der Gewinnung von Seitenlicht verblieb. Die Aufstellung der Lichtwand zeigt besondere Fachwerk-Stützen, welche derart geformt und aufgestellt worden sind, dass sie gleichzeitig Windstreben bilden.

Eine eigenthümliche Umformung des erweiterten Polonceau-Binders zeigt das Wagenwerkstatt-Gebäude zu Leinhausen, Fig. 400—405. Der untere Theil des Dachbinders ist im Verhältniss von 1:3 geneigt und mit Wellblech eingedeckt, während der obere Theil, des besseren Abgleitens von Regen, Schnee und Staub wegen, die Neigung von 1:1 erhalten hat und mit 8 mm starken Glasplatten

Fig. 398.

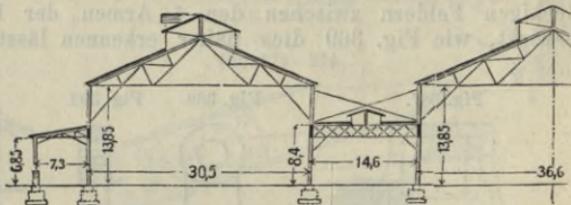
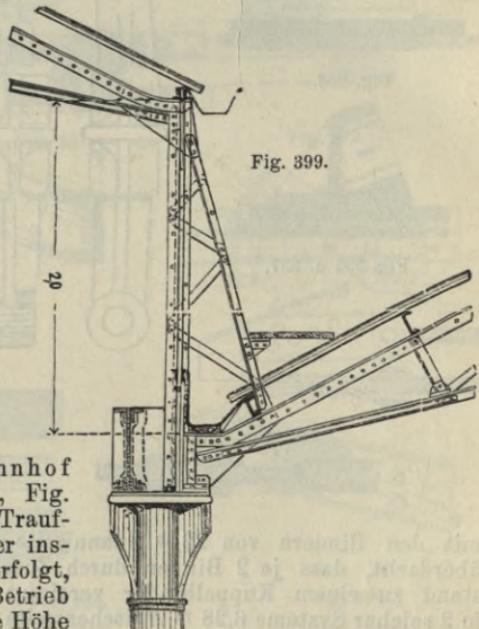


Fig. 399.



abgedeckt ist. Die obere Gurtung besteht aus 2, durch ein Futterstück, bezw. Futterringe, von einander getrennten L-Eisen, welche am Auflager, Fig. 403, ein Knotenblech von 10 mm Stärke fassen. Letzteres bildet, von 2 kürzeren L-Eisen-Enden gesäumt, das Auflager, welches auf einem gusseisernen Gleitschuh ruht, der durch Klemm-

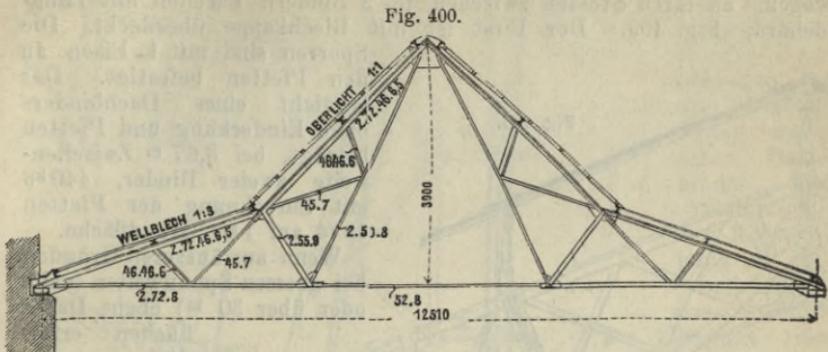


Fig. 401.

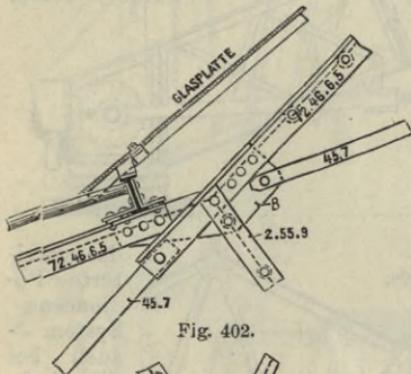


Fig. 402.

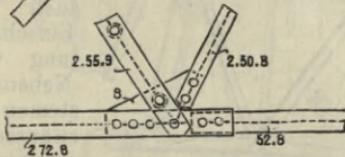


Fig. 403.

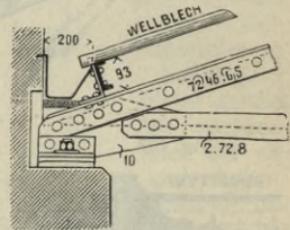


Fig. 404.

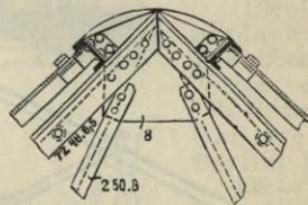
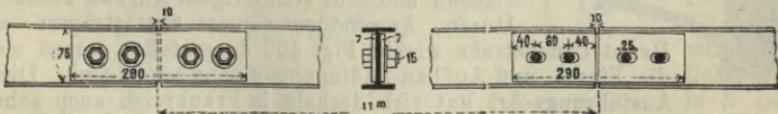


Fig. 405.



platten und Schraubbolzen mit dem Unterlags-Quader verbunden ist. Die untere Gurtung besteht aus 2 Flacheisen, welche im mittleren Knotenpunkt, Fig. 401 u. 404, auf einem eingeschobenen Zwischenblech zusammen stoßen, welches Blech auch die gedrückte mittlere Strebe aufnimmt: letztere ist aus 2 Flacheisen gebildet, die durch Stehbolzen aus einander gehalten werden. Die übrigen auf Druck

inanspruch genommenen Konstruktionsglieder bestehen aus L-Eisen. Die im First zusammen stossenden oberen Gurtungen, Fig. 404, werden durch ein Knotenblech mit einander verbunden, an welchem auch die beiden oberen, aus C-Eisen bestehenden Pfetten mittels L-Eisen befestigt sind. Die übrigen Pfetten sind durch Winkel mit der oberen Gurtung vernietet und haben, der Temperatur-Aenderungen wegen, an ihren Stössen zwischen je 2 Bindern Laschen mit Langlöchern, Fig. 405. Der First ist mit Blechkappe überdeckt. Die Sparren sind mit L-Eisen an den Pfetten befestigt. Das Gewicht eines Dachbinders ohne Eindeckung und Pfetten beträgt, bei 3,67 m Zwischenweite zweier Binder, 440 kg mit Zurechnung der Pfetten 18 kg auf 1 qm Grundfläche.

Wenn aus äusseren Gründen bei grossen Spannweiten (nahe oder über 30 m) ebene Dachflächen erfordert werden, würde selbst

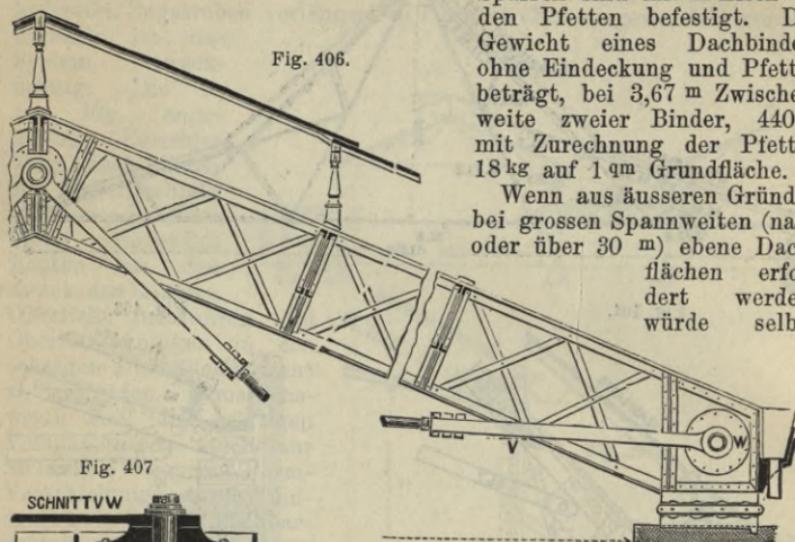


Fig. 406.

Fig. 407

SCHNITT VW

Fig. 408.

das erweiterte Polonceau-System — auch bei Einschaltung von Nebensystemen — zu äusserst schweren Druck-

streben und sehr schwierigem Aufbau zwingen.

Durch Anwendung eines Gitterträgers als Haupt-Druckstrebe wie in Fig. 406 dargestellt, lassen sich die Einzel- und Aufbau-Bedingungen sehr erleichtern. Diese Ausführungs-Art hat sich deshalb in Frankreich auch schon bei Spannweiten von nur 20 m eingebürgert.

Wenn Dachbinder-Theile einer darunter liegenden Decken-Konstruktion, wie z. B. Kehlwölbungen usw. tragen müssen, so sind Polonceau-Binder ungeeignet; es müssen steifere Konstruktionen angewendet werden. Ein betr. Beispiel bietet Fig. 408. Es ist dabei indess zu bemerken, dass die hier gewählte starre Verbindung zwischen Dachbinder und eisernem Widerlager der Kehle sich allgemein nicht empfiehlt, sondern nur für kleinere Spann-

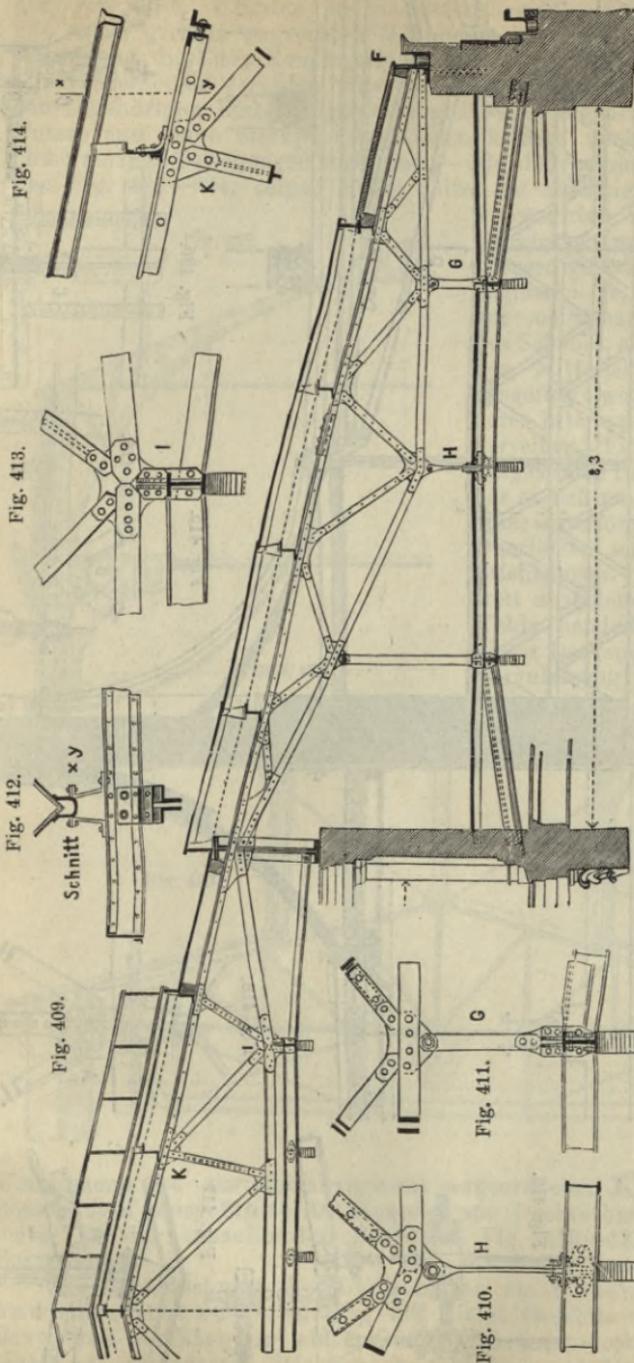
weiten erlaubt ist, bei welcher die Längen-Aenderungen des Dachbinders, in sehr engen Grenzen bleiben.

Bei grösseren Bindern, mit entsprechenden Längen-Aenderungen, ist die Verbindung zwischen Dachbinder und Widerlager der Kehlwölbung so einzurichten, dass Verschiebungen des ersten möglichst bleiben, ohne auf letztere in erheblicher Weise zurück zu wirken. Nach der angedeuteten Richtung hin sind von besonderem Interesse:

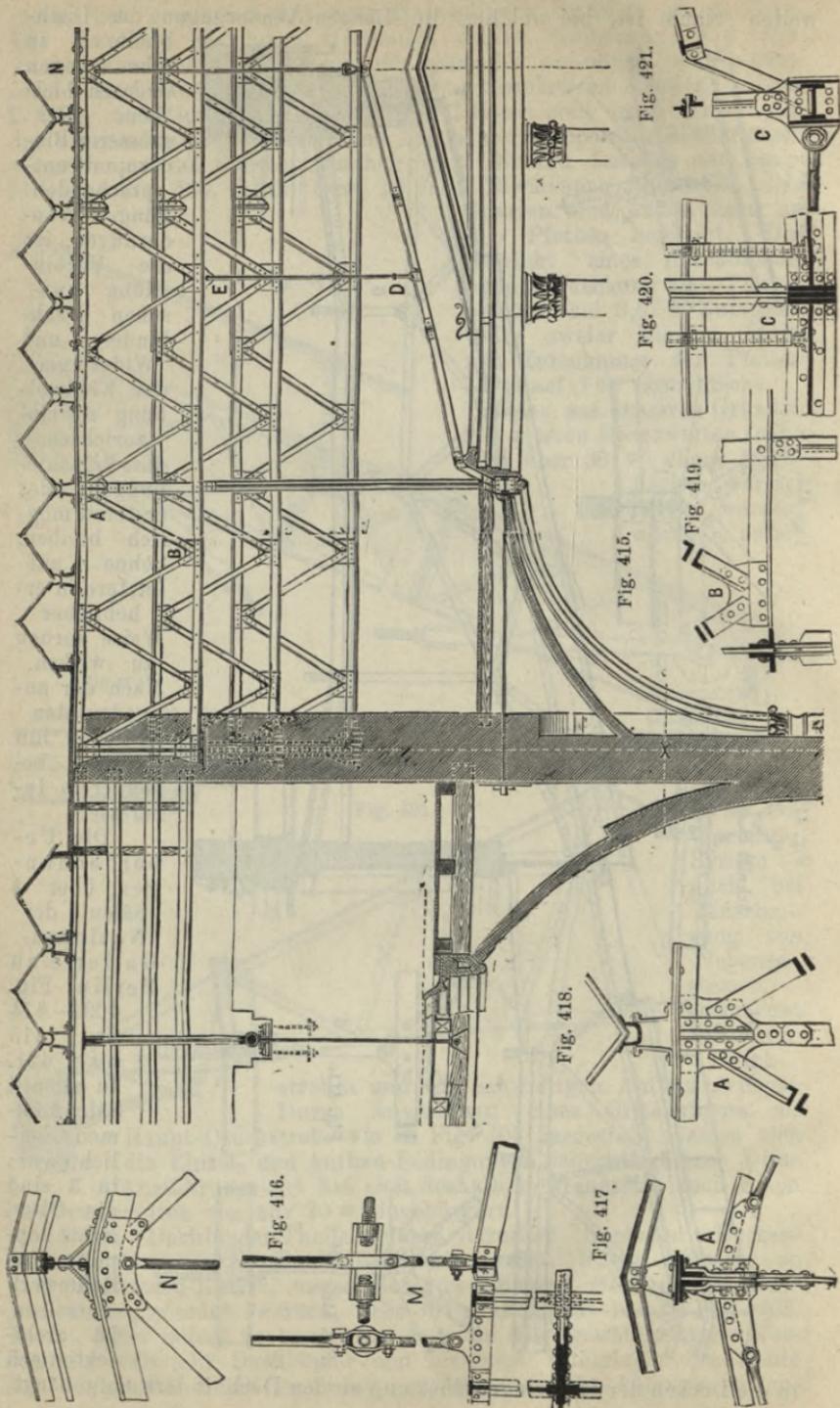
Die Ueberdachungen über 4 Sälen der National-Gallerie zu Berlin, Fig. 409 — 414

und 415 bis 421.

In allen 4 Sälen kommen Oberlichte vor; in 3 sind die Oberlichte doppelte. Das Rahmwerk derselben ist architektonisch

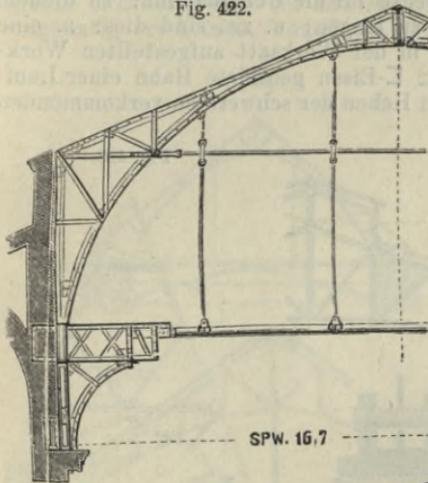


in die Decken der Säle eingeordnet und an den Dachbindern aufgehängt.



In 2 Fällen, Fig. 409—414, handelt es sich um Glasdecken, die, von allen 4 Seiten der Saalumschliessung schwach ansteigend, mit einem grossen wagrechten Mittelfelde angelegt sind, bei welcher Anordnung die Eisen-Konstruktionen ziemlich einfach bleiben, so dass alle Einzelheiten derselben aus der Uebersichts-Skizze, Fig. 409, und den zugehörigen Einzel-Angaben, Fig. 410—414, genau erkennbar sind. Untere und obere Eisen-Konstruktionen können unabhängig von einander geringe Bewegungen ausführen. — Fig. 415, sammt den zugehörigen Fig. 416—421, zeigen linker Seite die Aufhängung des in Holz

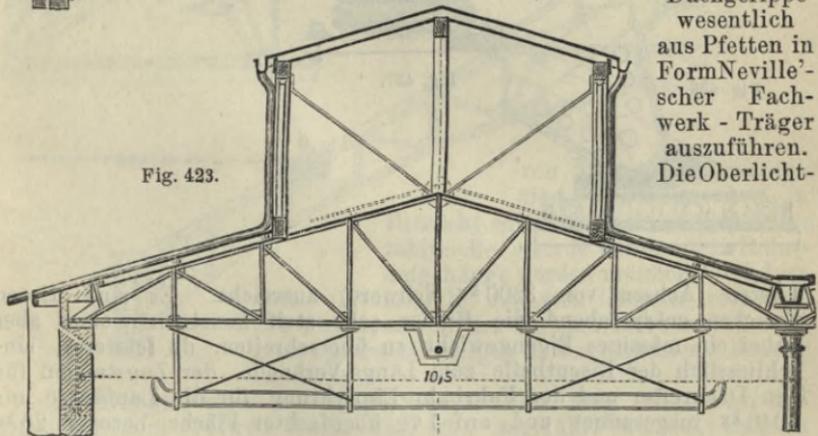
Fig. 422.



konstruirten Mittelfeldes einer Saaldecke, welches mit einer grossen gemauerten Kehle umschlossen ist, deren Wölbung, zur möglichsten Verringerung des Schubes, auf die Einfassung des Mittelfeldes, sehr steil ausgeführt worden ist. Besonders Interesse verdient die in derselben Figur rechterseits dargestellte Ueberdeckung, bei der es sich um die Umrahmung eines sattelförmig angeordneten Oberlichts mittels einer mit Stichkappen ausgestatteten, weit ausladenden, gemauerten Kehle handelt. Die Schwere dieser Decken-Konstruktion ist Veranlassung gewesen, das

Dachgerippe wesentlich aus Pfetten in Form Neville'scher Fachwerk-Träger auszuführen. Die Oberlicht-

Fig. 423.



Umrahmung ist aus einem wagrecht angeordneten Träger gebildet, dessen steif ausgeführte Aufhängung am Dachverband und gleichzeitig an der benachbarten Saalwand Fig. 419—421 übersichtlich darstellen.

Die Ueberdachung des Lichthotes im Museum für Kunst und Industrie zu Wien, Fig. 422, bietet ebenfalls ein Beispiel für bewegliche Aufhängung einer Oberlicht-Zwischendecke, welche mit einer aus gemauerten Stichkappen gebildeten schweren Umrahmung ausgeführt ist. Nur ein sehr geringer Theil des Gewichts dieser

etwa 2,5^m weit ausladenden Einfassung wird übrigens von den Dachbindern aufgenommen; es ruht vielmehr die Last im wesentlichen auf schweren, schmiedeisernen Konsolen, die fest in den Umfangsmauern verankert, aber verschieblich mit der aufgehängten Decke verbunden sind. Diejenigen Längentheile der Binder, auf welchen die beiden Gurte sehr nahe zusammen treten, sind mit voller Blechwand hergestellt.

Dach der Dreherei der Lokomotiv-Werkstatt auf dem Werkstätten-Bahnhof Tempelhof der Berl.-Anhalt. Bahn Fig. 423. Hier haben die, mit 3,6^m Abstand gelegten Binder von 10,5^m Stützweite, neben dem Zwecke für die Ueberdachung zu dienen, die Aufgabe, angehängte Lasten zu tragen; u. zw. sind dies: a. eine Wellenleitung zum Betriebe der in der Werksatt aufgestellten Werkzeug-Maschinen, und b. die aus 2 **C**-Eisen gebildete Bahn einer Laufkatze nebst Flaschenzug, der zum Heben der schwersten vorkommenden

Fig. 425.

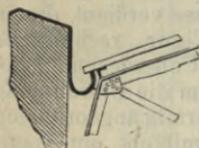


Fig. 424.

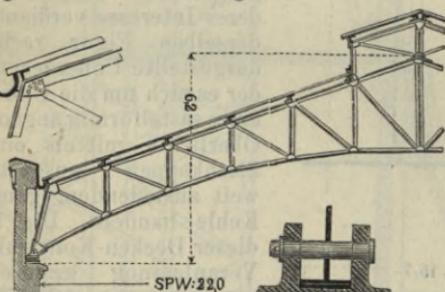


Fig. 428.

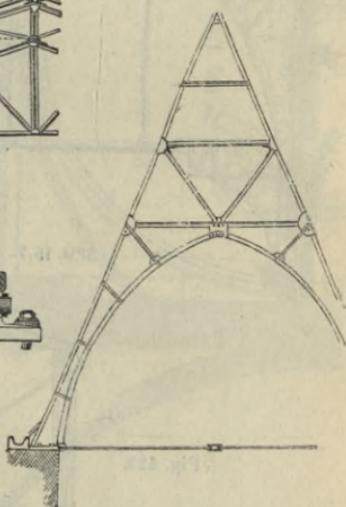


Fig. 426.

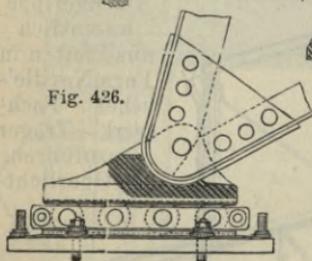
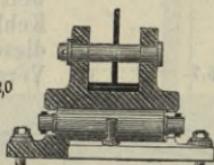


Fig. 427.



Lasten (Achsen von 3200 **kg** Schwere) ausreicht. Es sind diesen Zwecken entsprechend die Binder sehr steif konstruiert, ohne aber dabei ein mässiges Eigengewicht zu überschreiten, da letzteres, einschliesslich der Eisentheile zum Längs-Verbande, der Zugstangen für den Dachreiter und der Fahrbahn-Einrichtung für die Laufkatze nur 1040 **kg** insgesamt und auf 1^{qm} überdachter Fläche bezogen 28 **kg** beträgt.

Dach des Retorten-Hauses der K. Porzellan-Manufaktur zu Charlottenburg, Fig. 424—427, mit einem Untergurt, dessen Knotenpunkte in einem Flachbogen liegen, mit Druck-Vertikalen und Zug-Diagonalen für eine Spannweite von 22^m gebildet. Eigenthümlich und für Fälle zur Wiederholung zu empfehlen, wo die Dachtraufe von einer Attika bekrönt wird, ist die Konstruktion der Binder-Enden, insofern, als dabei Regen und Schnee in sehr geringer Tiefe unter Oberkante der Attika aufgefangen werden. Bedenken dagegen werden dadurch hinfällig, dass Vereisung und Schneeverstopfung wegen der

im Hause herrschenden hohen Temperatur nicht eintreten können. Besonders zweckmässig ist ferner die bewegliche Auflagerung, welche das eine Binder-Ende besitzt. Nicht nur ist dies Ende um einen Bolzen drehbar eingerichtet, der bei Belastungswechseln und Formänderungen in Wirksamkeit tritt, sondern es ist ausserdem der Auflagerschuh in der Längsrichtung des Binders auf Rollen verschiebbar; der weiteste Lauf wird durch ein Paar Stifte begrenzt. Letztere Anordnung hat sich als durchaus genügend bewährt um die hohen Seitenwände gegen Winddruck zu versteifen.

Das Eigengewicht, welches das System erfordert, dürfte im Vergleich mit dem, was bei anderweiten Systemen erreichbar ist, etwas ungünstig erscheinen, zumal die Binder mit dem geringen Abstände

Fig. 429.

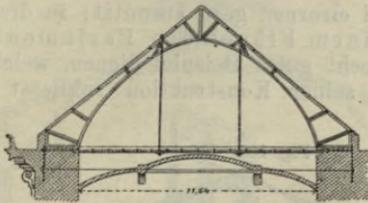


Fig. 430.

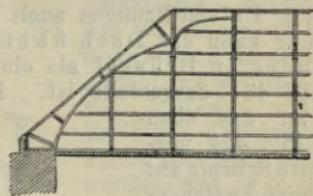


Fig. 431.

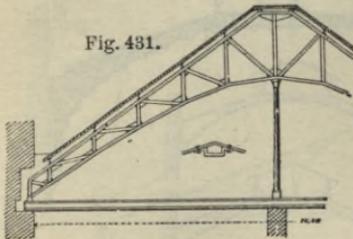
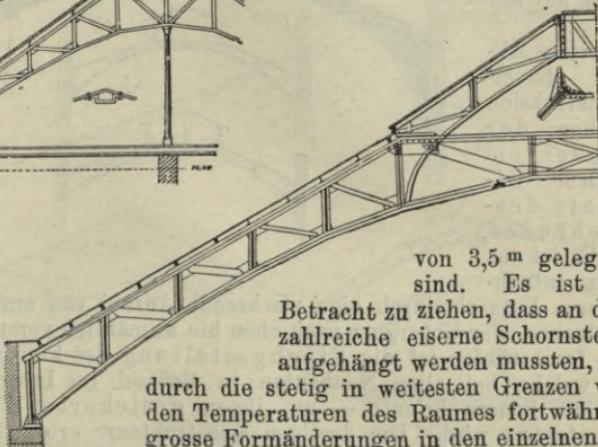


Fig. 432.



von 3,5 m gelegt worden sind. Es ist aber in Betracht zu ziehen, dass an dem Dach zahlreiche eiserne Schornstein-Rohre aufgehängt werden mussten, und dass durch die stetig in weitesten Grenzen wechselnden Temperaturen des Raumes fortwährend sehr grosse Formänderungen in den einzelnen Gliedern eintreten.

Als Beispiel eines Satteldachs für Kirchen mag schliesslich das Dach auf dem Kölner Dom, Fig. 428, angeführt werden, welches einen ersten Versuch darstellt, das hohe hölzerne Kirchendach durch ein eisernes zu ersetzen. Das Dach besteht aus je 2 in 3,38 m Entfernung stehenden Bindern. Die obere, sowie die spitzbogig geformte untere Gurtung bestehen aus T-Eisen, die mit einander durch Flacheisen verbunden sind. Die gegenüber liegenden gusseisernen Schuhe sind durch Stangen mit Schraubschlüsseln in Verbindung gebracht, wodurch einer sehr nothwendigen Vorsichts-Maassregel entsprochen wird.¹⁾

¹⁾ Ausführliche Darstellung in Zeitschrift für Bauwesen 1862.

Das Dach über der westlichen Vorhalle (Harley-Hof) des Pariser Justizpalastes, Fig. 429, 430, ist aus vollen Blechträgern mit Säumen und Streben aus L-Eisen gebildet; es trägt an Zugstangen eine (Pariser) Schutzdecke über dem 11,54 m weiten Gewölbe der Halle. Die Binder sind vollständig mit Gips umhüllt, die Dachflächen in Gipsmauerwerk ausgefacht und mit Schiefer auf Schalung eingedeckt.

Die vollen Blechträger sind, einer bei den dortigen grossen Bränden gemachten Erfahrung entsprechend gewählt worden, und zwar weil sich herausgestellt hat, dass geschlossene Eisenmassen infolge einseitiger Erhitzung nicht so leicht Verbiegungen, bezw. Einknicke erleiden als leichte, nur umhüllte (nicht durchmauerte) Gitterwerke.

Der Raum dient als Aktenniederlage; es war daher grosse Raumspernung unzulässig. —

Es ist selbstverständlich, dass, gleichwie bei Holzdächern, man gegebene Unterstützungen auch bei eisernen gern ausnutzt; in dieser Richtung kann das Dach über einem Flügel des Parlamentsgebäudes in Brüssel als ein recht gutes Beispiel dienen, welches in Fig. 431 dargestellt ist. In seiner Konstruktion schliesst es sich an das oben

unter Fig. 424 mitgetheilte Schema an: Die kleine Zwischenfigur deutet die Aufsattelung des Untergurtes auf der Säule an.

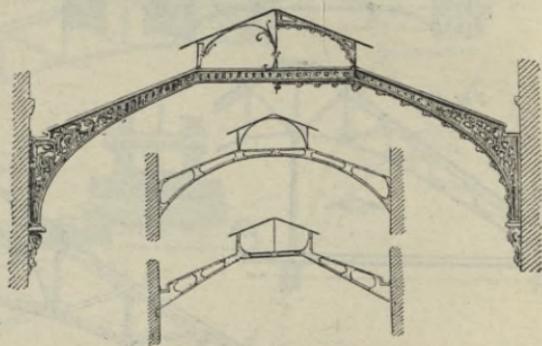
Als weitere Abwandlung derselben Konstruktion ist anzusehen: der Hauptbinder vom Dach zum Sitzungssaale desselben Gebäudes, Fig. 432. Es ist aus der Fig. zu entnehmen, wie vom Fuss ab durch eine wachsende Anzahl von aufeinander gelegten Blechen, der Untergurt nach oben hin allmählich verstärkt ist. Bei beiden Dachstühlen ist die Flachgestaltung des Firstes hervor zu heben, welche bei allen Neubauten in Brüssel im Interesse der Sicherheit der Feuerwehrlente — um ihnen gesicherte Wege zu bieten — gefordert wird. Die dortigen Konstrukteure erblicken darin keine Ausführungs-Erschwerung.

Für ein erweitertes Studium wären die Konstruktionen der Pariser Weltausstellung 1878 zu empfehlen; sie sind dargestellt in *Nouvelles Annales de la Construction*. —

Ueberdeckungen von Lichthöfen (ebenfalls Pariser Ausführung), deren Binder aus zwei T-Eisen von 55.56 mm mit Blechlaschen verbunden, sind in Fig. 434 u. 435 schematisch vorgeführt.

Ein Binder zu einem Lichthofe von 15 m Weite (eben daher) von ausgeschnittenem Blech 6 mm stark, mit oberer und unterer Säumung von L-Eisen 50.50.6 mm, ist in Fig. 433 abgebildet. Die zwischengespannten Pfetten, mit 5 m Freilage, haben ein ausgeschnittenes Stegblech von 2 mm Stärke und sind mit L-Eisen 35.35.4,5 mm gesäumt.

Fig. 433—435.



Ein eisernes offenes Schuppendach ganz aus **I** Eisen gebildet, wie es zu Märkten und periodischen Ausstellungen, auch zu landwirthschaftlichen Zwecken vielfach in Frankreich verwendet wird, zeigt Fig. 436. Als Fuss für die aus 2 **I** Eisen von 10 cm Höhe gebildeten Ständer dienen geschmiedete Hülsen, wie die in Fig. 437 dargestellte, welche auch die Stossverbindungen bilden. Die Oeffnungen dieser ins Strassenpflaster eingelassenen Füsse werden, wenn sie nur zeitweilig gebraucht werden, zwischenzeitlich mit einem Pass-Stück verdeckt.

Solche Binder werden gewöhnlich von 6 Mann in je 10 Minuten errichtet, wobei blos Leitergerüste verwendet werden. Diese Schuppen werden von Ort zu Ort verliehen.

Zum Schlusse seien in Fig. 438—442 schematische Darstellungen

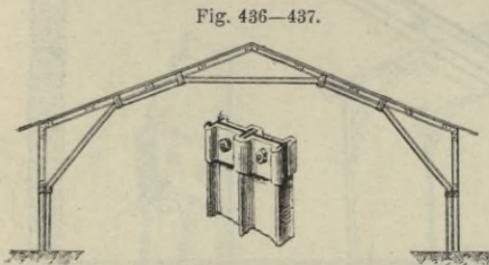
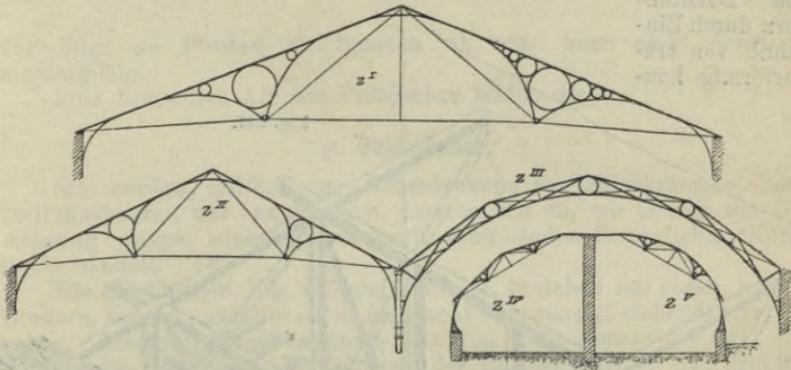


Fig. 436—437.

Fig. 438—442.



verschiedenerleichter Bindersysteme mitgetheilt, wie sie als reine Handelswaare in grösserer Anzahl in der kurzen Frist von 1 Woche von der Pariser Konstruktions-Firma Baudrit geliefert werden, und zwar sowohl zu Fabrikschuppen als für sonstige Zwecke in der Umgebung von Paris. Interessant ist die Kosten-

berechnung, wobei gewöhnlich Binderweiten von 4 m gelten:

Nach Z^I: mit Holzstreben für 1 qm Grundfläche 5 Fr., ganz in Eisen 6,5 Fr.; nach Z^{II}: für Zinkdach 5,5 Fr., für Falzziegel 7 Fr.; nach Z^{III}: für 1 qm abgewickelter Dachfl., für Zinkdach 6 Fr.; nach Z^{IV} u. Z^V: für Glashäuser, für 1 qm Grundfläche 15 Fr. (einschl. Sparren).

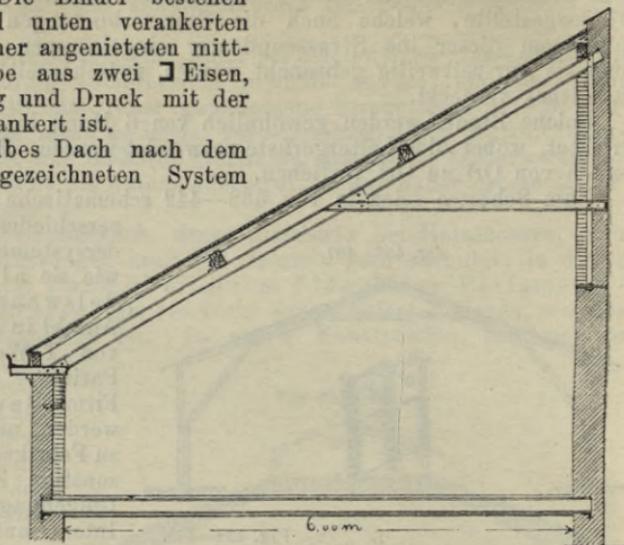
Als Maasstab kann hier gelten, dass die einfachsten Treppen- und Brüstungsgeländer 1 Fr. für 1 kg kosteten.

β. Pultdächer.

Sie werden entweder als Satteldächer mit verschobenem Scheitel konstruirt, oder als halbe Satteldächer, wenn die Lehnwand hinreichende Stärke hat. Hierher gehören oft auch die sogen. Perron-Bedachungen.

Bei geringen Spannweiten und wenn eine gerade geführte Zugstange nicht anwendbar, ist die Form Fig. 443, welche das Dach über dem sogen. Seitenflügel eines Berliner Wohnhauses darstellt, ganz angemessen. Die Binder bestehen aus oben und unten verankerten I-Eisen mit einer angenieteten mittleren Querstrebe aus zwei J-Eisen, welche auf Zug und Druck mit der Lehmmauer verankert ist.

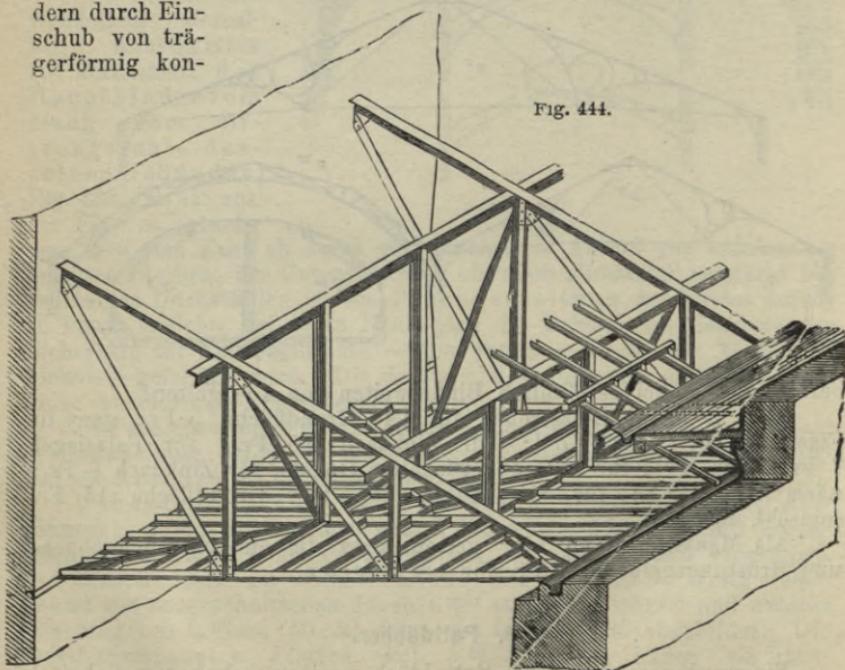
Fig. 443.



Als ein halbes Dach nach dem in Fig. 359 gezeichneten System ist in Fig.

444 die Konstruktion eines Pultdaches mit doppeltem Oberlicht dargestellt. Die Haupt-Eigentümlichkeit derselben beruht darin, dass das Rahmwerk der inneren Glasdecken mit den Dachbindern durch Einschub von trägerförmig kon-

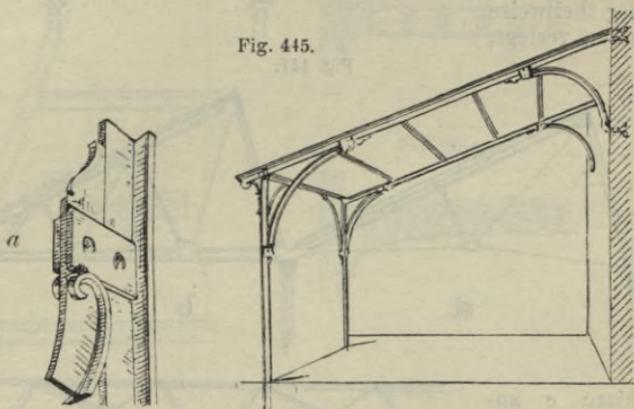
Fig. 444.



struirten stehenden Dachstühlen zu einem einzigen festen System vereinigt und damit eine Anordnung verwirklicht ist, welche im all-

gemeinen nur für geschützte Lage des Daches und nicht sehr bedeutende Grösse empfohlen werden kann, da bei erheblicher Grösse die Aufstellung des Dachgerüsts etwas schwerfällig wird; es ist ausserdem wenig zweckentsprechend, die Belastungen des Daches auf die inneren Konstruktionsglieder der Glasdecke zu übertragen.

Ein äusserst einfaches leichtes Dach einer Pariser Gartenhalle ist in Fig. 445 dargestellt. Bei rd. 3,5 m Binderweite ist zu den Pfosten T-Eisen von 60.60.7 mm, zu den Sparren 50.10.7 mm, zu den Pfetten 50.80.6 mm, zu den Bögen 50.50.6 mm verwendet. Die Deckung ist Zink auf Schalung. Interessant ist die Verbindung



der Büge an Pfosten und Sparren (*a*), wenn auch nicht durchaus mustergiltig.

Eine besondere Art der Pultdächer bilden die:

γ. Sheddächer.

Sie werden vielfach zur Ueberdeckung von Fabrikräumen, Ausstellungsbauten usw. angewendet, namentlich da, wo es sich um Gewinnung reinen, einheitlichen hoch einfallenden Seitenlichts (Nordlicht) handelt.

Die Sheddächer, Fig. 446 und 447 a—c, bestehen aus sogen. halben Bindern, welche meist auf einem senkrecht oder geneigt stehenden Träger ruhen. Letzterer nimmt in einem Netz von Sprosseneisen das Glas auf. (Ueber die besondere Einrichtung der Beleuchtung s. das Kapitel „Oberlicht-Konstruktionen.“) Einige Misslichkeiten bringt bei den Shed-Dächern die Freihaltung der Kehle von Schnee-Anhäufungen mit sich. Grosse Längen der Kehlen sind daher zu vermeiden, besonders wenn es unthunlich ist, dieselben so zu legen, dass sie der Länge nach von dem herrschenden Winde durchstrichen werden.

In sehr hohem Maasse bestand diese Schwierigkeit so lange als man an der senkrechten Lage der Fenster festhielt und die Rinne sehr schmal herstellte; diese Schwierigkeiten können als ziemlich überwunden gelten seitdem man die Fensterfläche allgemein um etwa 10—15°, oder noch mehr gegen das Loth neigt und die sogen. Dachwinkel etwa = 75—90° macht.

Um die Uebelstände der Bildung von Schneesäcken zu mildern, werden die Sheds zuweilen niedrig gehalten, so dass die Rinnen im Mittelabstand der Stützreihen liegen. Dann dürfen dieselben keine

grosse Länge erhalten, oder aber es müssen besondere Abfallrohre frei im Raum stehen. Anderenfals dienen gewöhnlich die Säulen als Abfallrohre.

Fig. 447 a stellt die gebräuchliche Form der Sheddächer dar für unbelastete und b die für Fabriken, welche Wellenleitungen usw. zu tragen haben.

Zuweilen wird die Konstruktion ganz oder theilweise nach aussen verlegt,

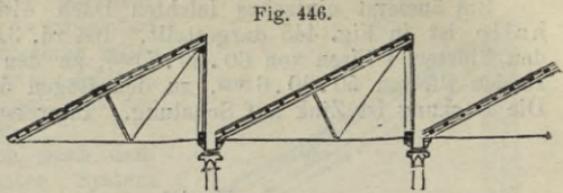
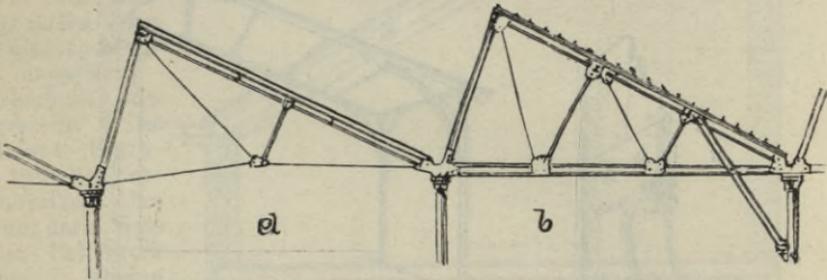


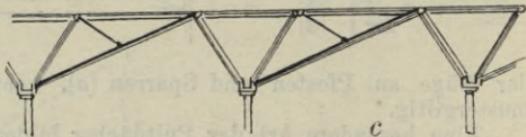
Fig. 446.

Fig. 447.



wie Skizze c andeutet; oder es werden die Firste nur mit Streben oder Zugbändern verbunden.

Weiteres s. unter Oberlicht-Konstruktionen (Shed vom Kinderkrankenhause der Charité in Berlin).



d. Mansarde-Dächer.

Fig. 448 stellt ein Mansarde-Dach über einem Flügel des neuen Pariser Haupt-Postgebäudes dar; die Binder sind als volle Blechträger mit L-Eisen-Säumungen hergestellt. Die Dachbinder tragen noch eine Gussdecke; die Wandungen sind ausgefacht, unten mit Schiefer, die flachen Theile mit Zink auf Schalung gedeckt, dazwischen mit Gips ausgegossen. Besonderes Interesse verdienen die weit gespannten Guss-, bezw. ausgewölbten Decken dieses Baues, wie auch die korbboogenförmigen Gitterträger desselben Bauwerks, Fig. 448 a.

Fig. 449 giebt das Mansarde-Dach eines Pariser Miethhauses. Die Konstruktion aus I-Eisen trägt gleichzeitig zwei Guss-Zwischendecken. Die Verbindungen sind aus der Nebenfigur ersichtlich.

Fig. 450 zeigt das Mansarde-Dach eines französischen Landhauses aus I-Eisen mit geschmiedeten Winkeln und L-Eisen-Eckbändern, welche mit Futterstücken aufgeschraubt sind. Bei rd. 7,5 m Lichtweite ist der Binderabstand 5 m; die Bindersparren haben 100 mm; die Pfetten und Fachwerkspfosten sind I-Eisen von 80 mm Höhe. Die Schwelle ist aus C-Eisen von 100 mm Breite. Die

Binder und Fachwerksposten sind in Abständen von 80 cm durch

Fig. 449.

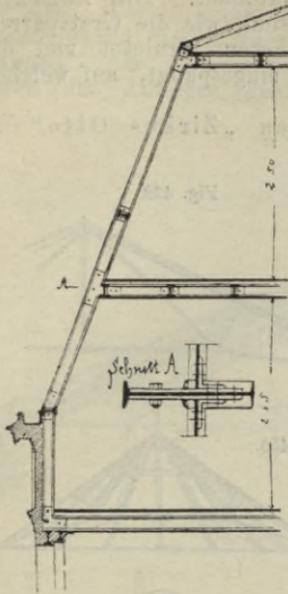


Fig. 448.

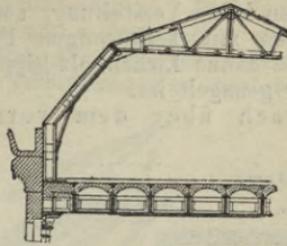
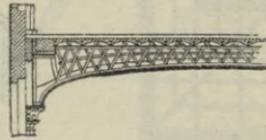
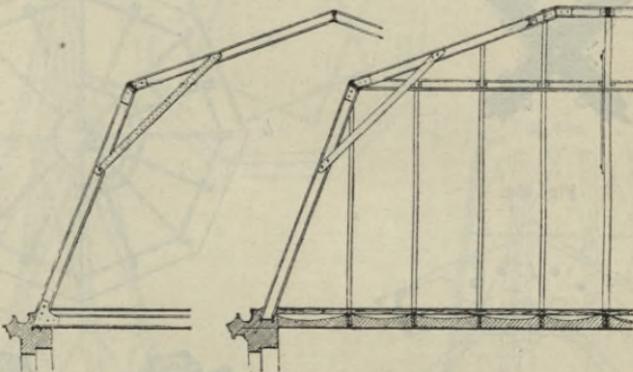


Fig. 448 a.



Rundstäbe von 14 mm mit einander verbolzt. Das Fachwerk ist meist mit Gipsmauerwerk ausgefüllt, in welches 5 cm starke Lagerhölzer eingreifen, auf denen die Schalung für Schiefer (bezw. Zink für den flachen Theil) befestigt ist.

Fig. 450.



ε. Zeltdächer.

Diese besonders bei Lichthöfen usw. angewandten Dächer haben im allgem. die Grundform von n -seitigen Pyramiden. Als einfaches Beispiel ist zunächst:

Ein Zeltdach über einem quadratischen Raum von 8 m Seitenlänge dargestellt. Die als Polonceau-Träger ausgebildeten Haupt-Binder, Fig. 451—454, überspannen den Raum in diagonalen Richtung und nehmen die dagegen stossenden Schiftsparren an ihrer oberen Gurtung auf. Die Kopfenden der Binder werden in einem gusseisernen Schuh zusammen geführt, der auch den Anschluss der $\frac{3}{4}$ von hier ausgehenden Zugstangen vermittelt.

Achtseitiges Zeltdach mit Polonceau-Binder über einer Kapelle, Fig. 455 a—c. Das innere Glied der Zugstange ist nicht gerade, sondern bildet einen 8seitigen Ring, der die Knotenpunkte je zweier benachbarter Binderschenkel verbindet. Die Zwischensparren haben keine Versteifung, sondern sind, wie die Gratsparren, aus 2 L-Eisen mit keilförmigen Futterstücken vernietet und dazwischen sind dünne Eichenholz-Rippen (c) eingespannt, auf welchen die Schalung genagelt ist.

Das Dach über dem vormaligen „Zirkus Otto“ in

Fig. 451.

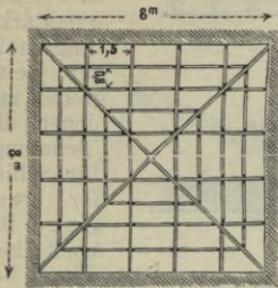


Fig. 452.

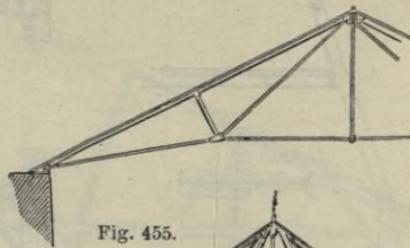


Fig. 455.

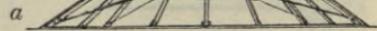


Fig. 453.

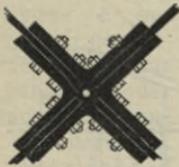
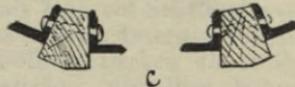
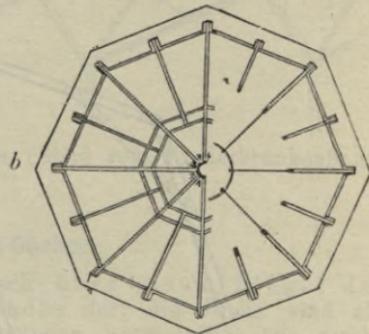
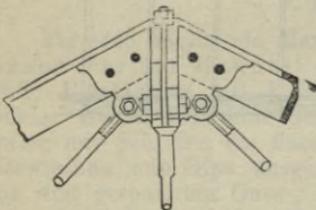


Fig. 454.

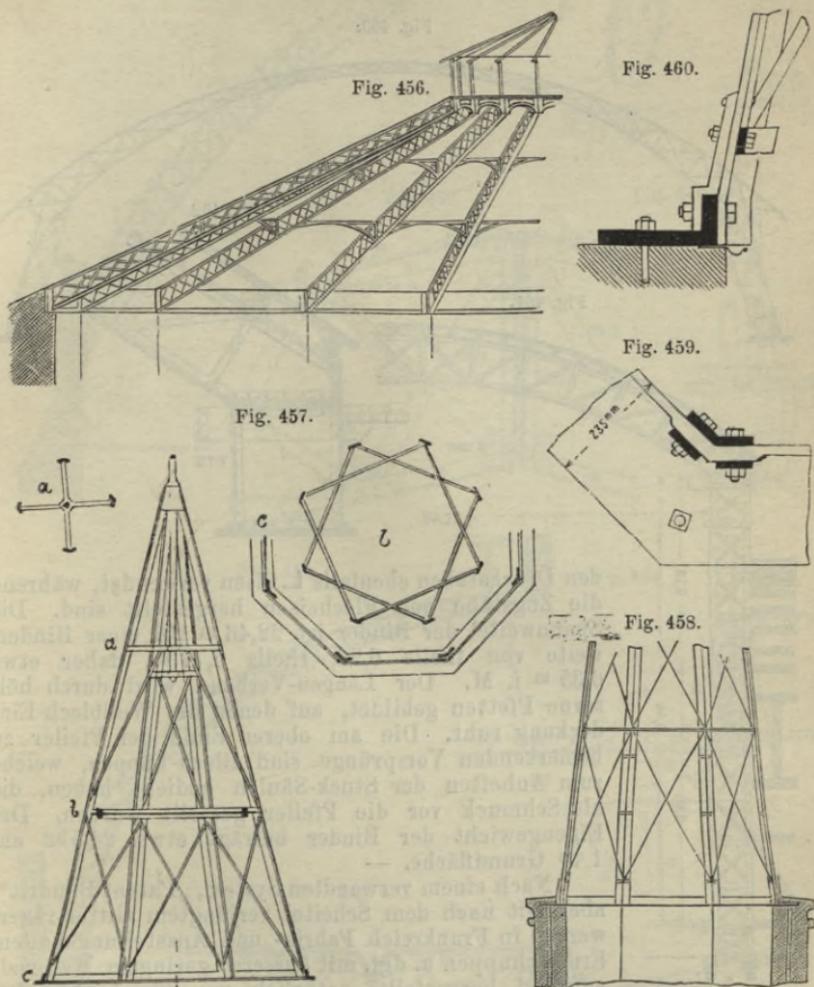


Berlin, Fig. 456. Ein 20-Eck, dessen innerer Durchmesser 37,3 m beträgt, ist durch 20 Gitterträger überdeckt, welche an einen guss-eisernen Druckring anschliessen, der eine Laterne trägt. Der Schub der Sparren am Fuss wird durch einen schmiedeisenen Zugring aufgenommen. —

Mit einem Zeltdach grössten Maasstabes (109,8 m Spannweite) wurde im Jahre 1873 die noch bestehende Rotunde der Wiener Weltausstellung überdacht. Näheres über die in mehreren Beziehungen interessante Konstruktion s. insbes. in der Zeitschr. d. österr. Ingen. u. Archit.-Vereins 1873.

Ein Thurmhelm einfachster Konstruktion ist in Fig. 457 schematisch dargestellt; die Nebenfiguren zeigen die Aussteifungen aus Flacheisen.

Das Helm-Dach der Klosterkirche in Berlin, Fig. 458 bis 460. Die Sparren sind schmiedeiserne. Zur Versteifung des Sparrenwerks dienen wagrechte Ringe und ausserdem gekreuzte Zugstangen. Aus dem Grundriss, Fig. 459, und dem Schnitt, Fig. 460 durch das Auflager, geht die Verbindung des letzteren mit den



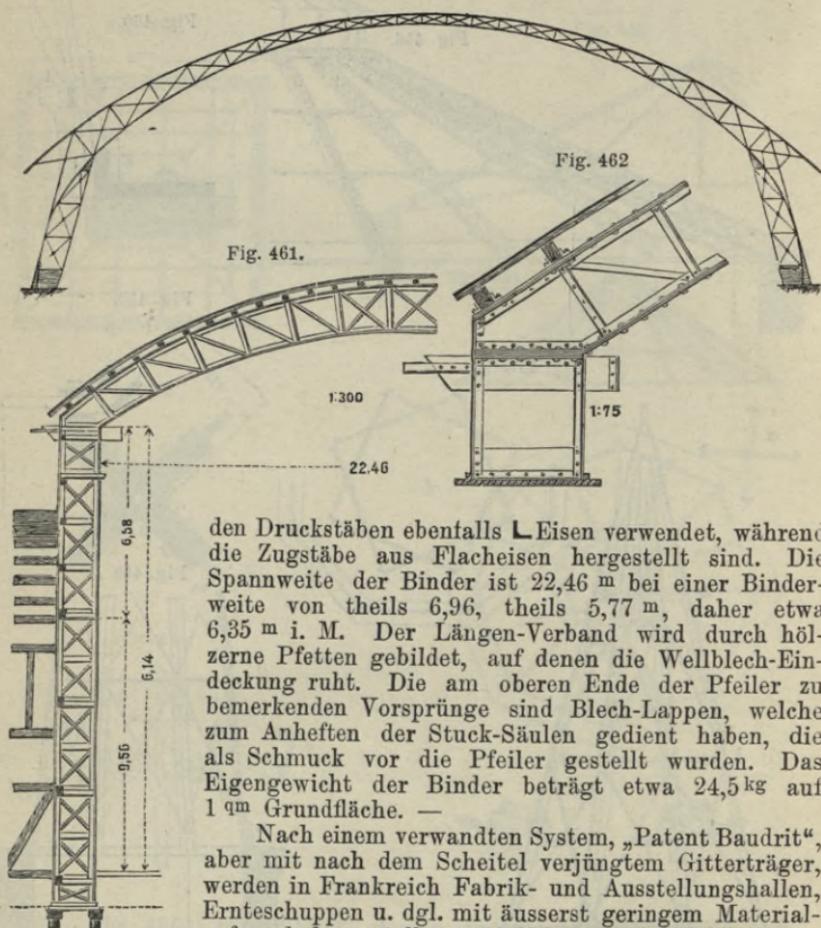
Sparren hervor. An dem stehenden Flansch der Auflagerplatte sind die mit Gusszink-Platten verkleideten Sparren verschraubt. —

Bei der Ueberdachung grosser Weiten ohne mittlere Stützpunkte (Bahnhofs-Hallen, Ausstellungs-Gebäuden usw.) verwendet man sowohl Träger, die bei gekrümmter oberer oder unterer Gurtung ein vollständiges System von Vertikalen und Diagonalen haben (Sichelträger), wie auch Bogenträger ohne Zwischenglieder, jedoch mit hinzugefügten eisernen Zugankern zur Aufnahme des Schubes.

5. Besondere Binderformen.

Dachbinder und Wandpfeiler der Hallen des Haupt-Gebäudes der Wiener Weltausstellung 1873, Fig. 461, 462. Die Dachbinder bilden ein Mittelding zwischen Bogen- und Sichel-Trägern, da zu der inneren Gurtung ein um 31 cm grösserer Halbmesser als zur äusseren Gurtung gehört; die Binderhöhe in der Mitte ist 1,6 m. Zu den Gurtungen sind je 2 L-Eisen mit aufgelegtem Blechgurt, zu

Fig. 463.



den Druckstäben ebenfalls L-Eisen verwendet, während die Zugstäbe aus Flacheisen hergestellt sind. Die Spannweite der Binder ist 22,46 m bei einer Binderweite von theils 6,96, theils 5,77 m, daher etwa 6,35 m i. M. Der Längen-Verband wird durch hölzerne Pfetten gebildet, auf denen die Wellblech-Eindeckung ruht. Die am oberen Ende der Pfeiler zu bemerkenden Vorsprünge sind Blech-Lappen, welche zum Anheften der Stuck-Säulen gedient haben, die als Schmuck vor die Pfeiler gestellt wurden. Das Eigengewicht der Binder beträgt etwa 24,5 kg auf 1 qm Grundfläche. —

Nach einem verwandten System, „Patent Baudrit“, aber mit nach dem Scheitel verjüngtem Gitterträger, werden in Frankreich Fabrik- und Ausstellungshallen, Ernteschuppen u. dgl. mit äusserst geringem Materialaufwand hergestellt, natürlich nur für leichte Bedachung (Pappe, Zink), Fig. 463. Solche Dächer werden

gewöhnlich in Weiten von 10—20 m ausgeführt und nicht nach Gewicht, sondern nach Grundfläche bezahlt und zwar (1872) zum Preise von 10 Fres. für 1 qm abgewinkelte Dachfläche, bei Binderabständen von 5—6 m.

Bei grösseren Spannweiten ist es, um Temperaturspannungen auszugleichen, rätlich, die Binder als Gelenkträger zu gestalten.

Bogen-Dach von 32,95 m Weite, Fig. 464—467, zum Retortenhaus der Imp. Continental-Gas-Association in Berlin (von

Schwedler). Der äussere Bogen der 4,5 m weit liegenden Binder ist nach einem Kreise von 22,9 m Halb. gekrümmt. Jede der beiden

Fig. 464.

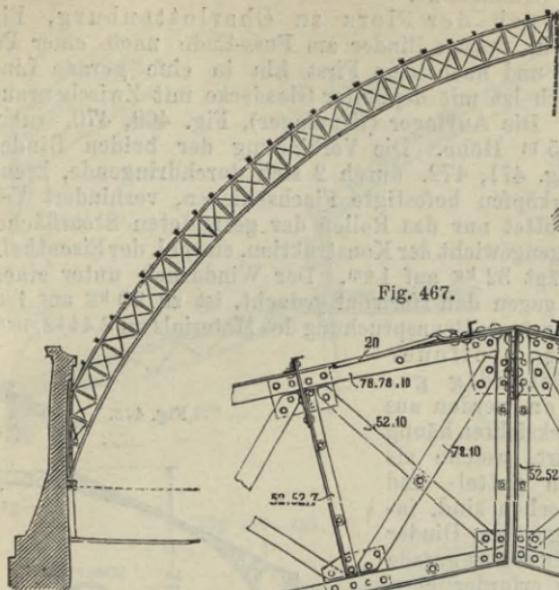


Fig. 465.

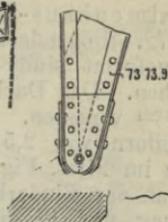


Fig. 466.

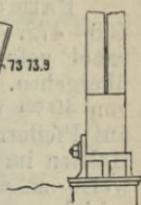


Fig. 467.

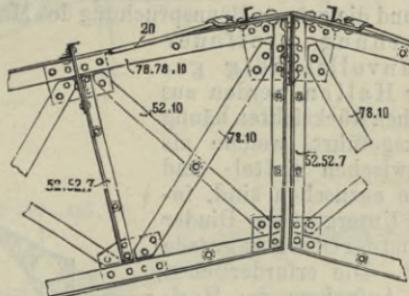


Fig. 470.

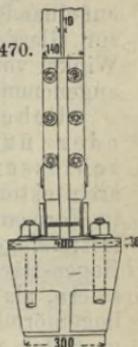


Fig. 468

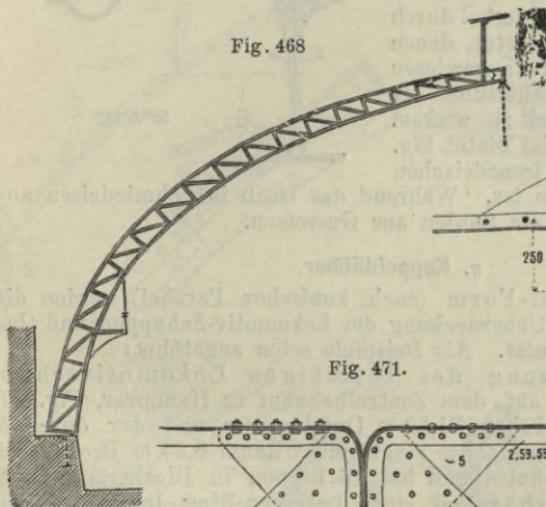


Fig. 469.

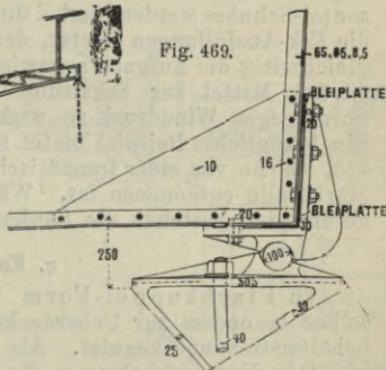


Fig. 471.

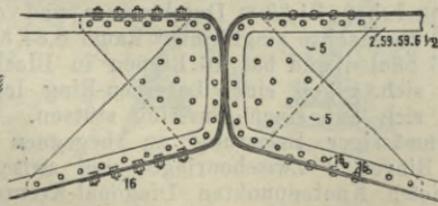
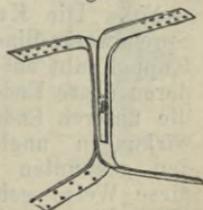


Fig. 472.

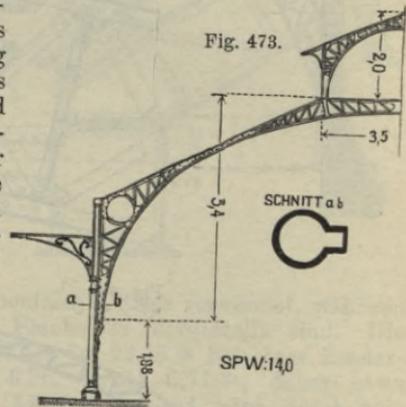


Gurtungen besteht aus 2 L-Eisen, zwischen denen sich ein 100 mm weiter Zwischenraum zur Aufnahme der Stoss- und Anschluss-Bleche

befindet. Die Vertikalen sind aus 2 L-Eisen gebildet, in der Mitte durch 2 Niete verbunden, die Gitterstreben aus Flacheisen. Die Pfetten, aus Z-Eisen konstruiert, reichen über 2 Binderweiten fort. Gesamt-Eisengewicht 650 kg Gusseisen und 87 500 kg Schmiedeisen, oder 45 kg auf 1 qm Grundfläche.

Palmenhaus-Dach der Flora zu Charlottenburg, Fig. 468—472. Bogendach, dessen Binder am Fuss-Ende nach einer Parabel geformt sind und nach dem First hin in eine gerade Linie übergehen. Das Dach ist mit doppelter Glasdecke mit Zwischenraum von 40 cm versehen. Die Auflager (Kipplager), Fig. 469, 470, ruhen auf Pfeilern von 2,5 m Höhe. Die Verbindung der beiden Binder-Hälften im First, Fig. 471, 472, durch 2 sich durchdringende, kreuzweise an den Binderköpfen befestigte Flachschielen, verhindert Verschiebung und gestattet nur das Rollen der gerundeten Stossflächen auf einander. Das Eigengewicht der Konstruktion, einschl. der Eisenteile zur Glasdecke, beträgt 32 kg auf 1 qm. Der Winddruck unter einem Winkel von $10^{\circ} 15'$ gegen den Horizont gedacht, ist zu 90 kg auf 1 qm angenommen und die grösste Beanspruchung des Materials zu 8,44 kg/qmm.

Ueberdachung offener oder nur unvollständig geschlossener Hallen werden aus architektonischen Rücksichten häufig in Formen ausgeführt, welche als Mitteldinge zwischen Sattel- und Bogen-Dächern anzusehen sind, insofern, als der Untergurt der Binder bogentförmig und der Obergurt gerade gestaltet wird. Die erforderlichen Zuganker zur Aufnahme des Horizontal-Schubes werden hierbei durch die Eck-Ausfüllungen ersetzt, denen gleichzeitig die Aufgabe zugewiesen ist, als Mittel zur Erhaltung der Form gegen Winddruck zu wirken. Ein bezügliches Beispiel bietet Fig. 473, welche von einer französischen Markthalle entnommen ist. Während das Dach in Schmiedeisen ausgeführt ist, bestehen die Säulen aus Gusseisen.



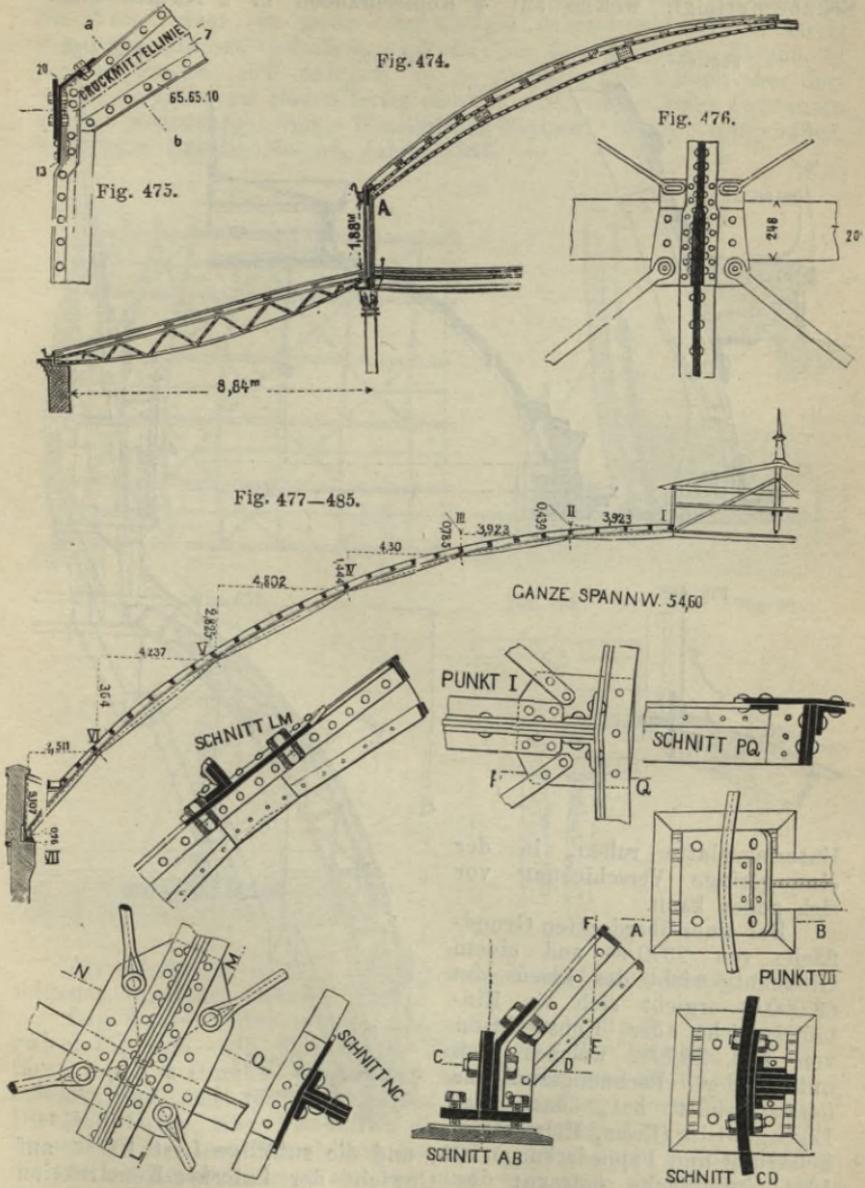
7. Kuppeldächer.

In Flachkuppel-Form (nach kubischer Parabel) werden dieselben besonders zur Ueberdeckung der Lokomotiv-Schuppen und Gasbehälter-Gebäude benutzt. Als Beispiele seien angeführt:

Die Ueberdachung des 16seitigen Lokomotivschuppen für 16 Stände auf dem Zentralbahnhof zu Hannover, Fig. 474—476. Die Kuppel hat 31,39 m Durchmesser und der durch 32 Sprengwerks-Binder überdachte ringförmige Raum 8,84 m Breite. Die Kuppel ruht auf 16 Säulen und hat 16 Rippen in Blechträger-Form, deren obere Enden sich gegen einen Laternen-Ring legen, während die unteren Enden sich auf einen Fussring stützen. Um den Einwirkungen ungleichmässiger Belastung zu begegnen sind ausser den genannten 2 Ringen 2 Zwischenringe, und zwischen den auf diese Weise gebildeten Knotenpunkten Diagonal-Kreuze von Rundeisen, Fig. 476, eingelegt. Das Gesamtgewicht der Dachkonstruktion beträgt an Schmiedeisen 53 832 kg und an Gusseisen 26 265 kg, von ersterem daher rd. 30 kg auf 1 qm Grundfläche.

Flachkuppeln über den neueren Gasbehältergebäuden der Berliner Gaswerke.

In neuerer Zeit ist mehrfach die in den Fig. 477—485 dargestellte Kuppel mit einem Durchmesser von 54,9 m bei einer Höhe



von $12,25\text{ m}$ ausgeführt worden, deren Scheitellaterne den Durchmesser von 7 m hat. Die Zahl der Sparren ist 32, diejenige der polygonal geformten Ringe 7. Die gebogenen Obergurte bestehen aus 2 \angle Eisern. Der Druckring ist aus 2 Flach- und 1 \angle Eisern, der Zug-

ring aus Flacheisen gebildet; die 5 Zwischenringe sind aus Flach- und L-Eisen hergestellt. Die geraden Untergurte bestehen aus 1, bzw. 2 Flacheisen, welche den aus vollem Blech gebildeten Steg besäumen.

Die Auflagerung der Kuppelsparren ist mittels gusseiserner Schuhe erfolgt, welche auf 4 Kopschrauben in 2 Nuthen einer

Fig. 487.

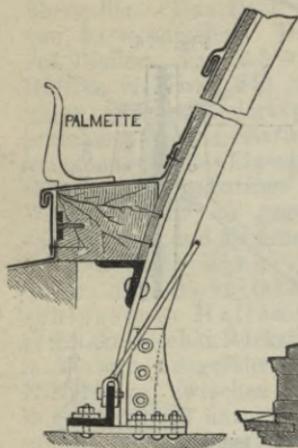


Fig. 486.

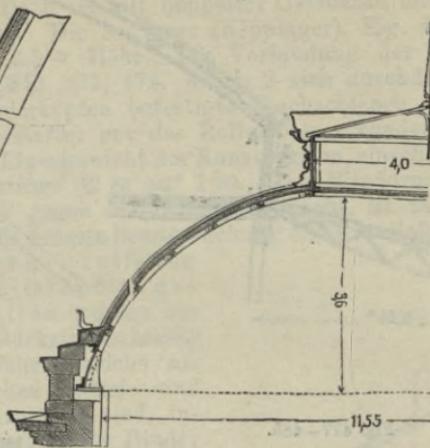


Fig. 489.

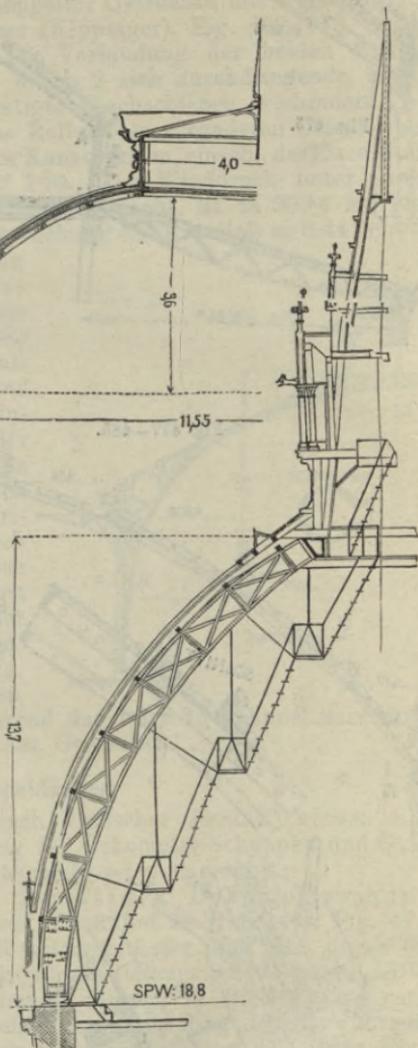
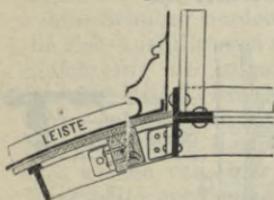


Fig. 488.



Unterlagsplatte ruhen, in der eine geringe Verschiebung vor sich gehen kann.

Bei einer überdeckten Grundfläche von 2370 qm und einem Gesamtgewicht des Eisens von 68 000 kg ergibt sich ein Einheitsgewicht der Konstruktion von nur 28,7 kg, welches sich unter der Rechnungsannahme herausgestellt hat, dass das Eigengewicht (Eisen, Holzpfetten, Schalung und Pappdecke) 70 kg und die zufällige Last 100 kg auf 1 qm Grundfläche betrage; das Gewicht der Laternen-Konstruktion ist ausserdem mit 2 000 kg in Rechnung gestellt worden.

Das oben angegebene Einheits-Gewicht ist sehr gering und bleibt auch beträchtlich hinter denjenigen Gewichten zurück, welche ältere gleichartige Konstruktionen von geringerem Durchmesser aufweisen,

da bei einigen anderen Kuppeln mit nur 33,7 m Spannweite der Berliner Gasbehälter ein Eisengewicht von 46 kg auf 1 qm überdeckter Fläche erreicht worden ist, während in einem anderen Falle, wo es sich um eine Flachkuppel von 30 m Spannweite handelt, das Eisengewicht — fast nahe übereinstimmend wie oben — allerdings nur 28,9 kg beträgt. Die Aufstellung dieser Konstruktionen geschieht in der Weise, dass ein mehr oder weniger grosses Mittelstück, fertig zusammen gesetzt, gehoben wird, an das demnächst die Rippen, zu je 2 verbunden, sich anlegen. — In jüngster Zeit werden aber derartige Kuppeln am Boden fertig montirt und sodann beim Aufmauern unter Benutzung von Wasserdruck-Pressen stetig mitgehoben. S. Dtsche. Bauztg. No. 58, Jahrg. 1888. —

Fig. 490.

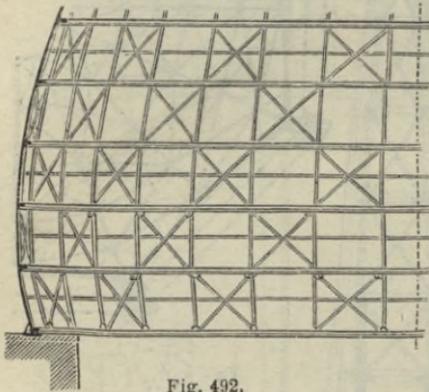


Fig. 491.

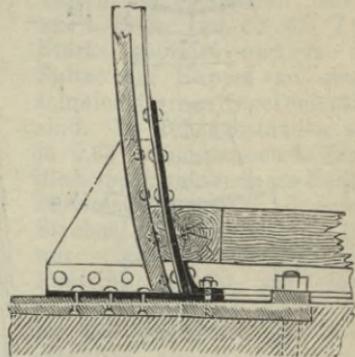


Fig. 492.

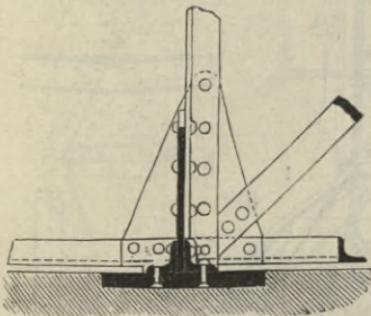


Fig. 493.

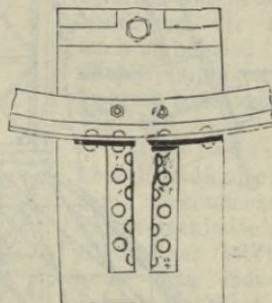
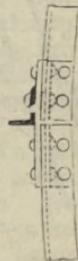
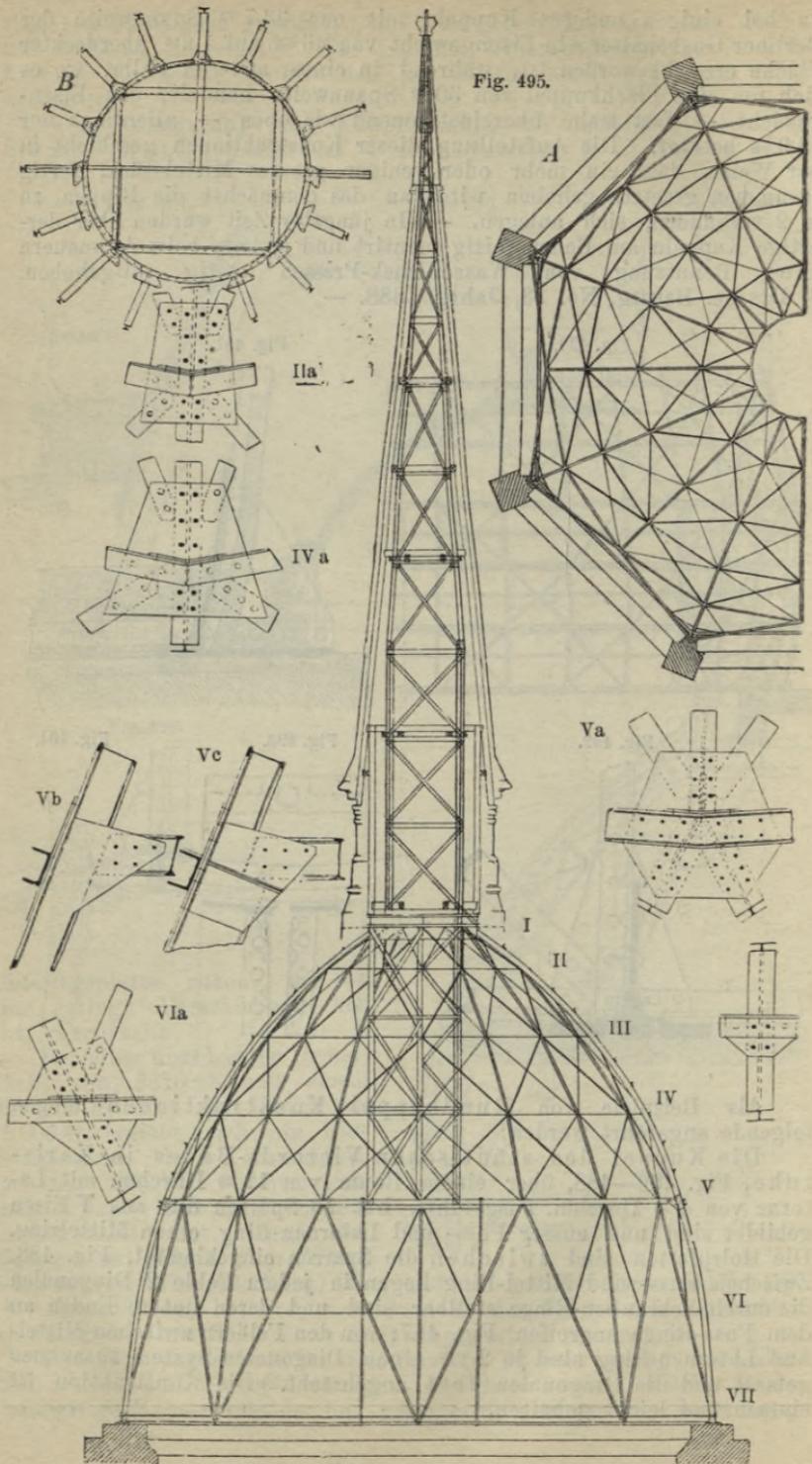


Fig. 494.



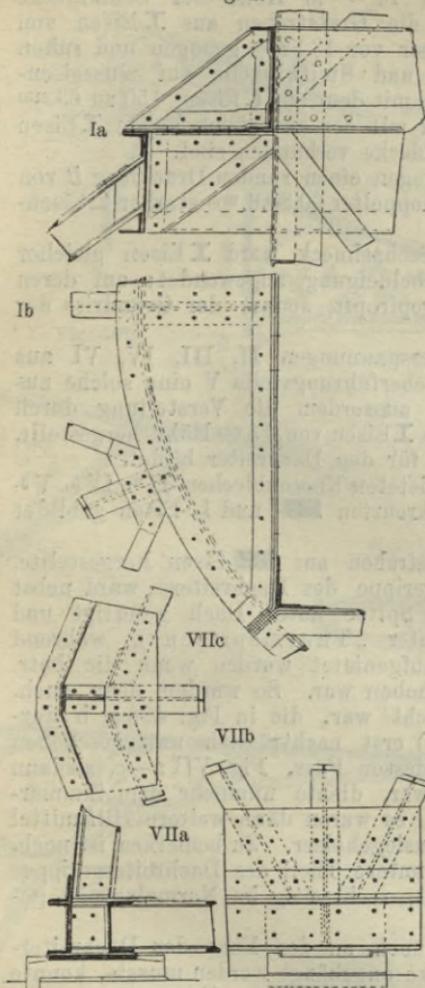
Als Beispiele von Rundkuppel-Konstruktionen mögen folgende angeführt werden:

Die Kuppel des städtischen Vierordt-Bades in Karlsruhe, Fig. 486—488, über einem Raum von 12 m Durchm. mit Laterne von 4 m Durchm. ausgeführt, hat 16 Sparren die aus T-Eisen gebildet sind und ausser Fuss- und Laternen-Ring einen Mittelring. Die Holzpfetten sind zwischen die Sparren eingeklemmt, Fig. 488. Zwischen Fuss- und Mittel-Ring liegen in jedem Felde 2 Diagonalen die durch Schrauben-Ringe stellbar sind und deren untere Enden an dem Fuss-Ring angreifen, Fig. 487; von den Feldern zwischen Mittel- und Laternen-Ring sind je 2 zu einem Diagonalen-System zusammen gefasst und die Diagonalen fest angebracht. Die Konstruktion ist einfach und leicht gehalten.



Kuppel der Kirche in der Vorstadt Fünfhaus bei Wien, Fig. 489. Die Kuppel hat 18 m Spannweite bei 13,7 m Höhe. Die 24 Sparren sind in Fachwerk mit doppelten Diagonalen hergestellt, das Fussstück in vollem Blech. Die Sparren sind im unteren Theil nach einem Halbmesser von 16 m gekrümmt, weiter oben nach einem etwas geringeren. Da die Tangente am unteren Sparrenstück senkrecht steht so ist der Horizontal-Schub derartig gering, dass besondere Ausgleichslager nicht nöthig sind.

Fig. 496.



Die neue Synagoge in Berlin ist mit einer Kuppel von 13,2 m unterem und 13,8 m Durchm. in der Ausbauchung überdeckt, Fig. 490—494. Sie besteht aus 36 Sparren, welche aus L-Eisen von 65.65.7 mm Stärke gebildet und in der Spitze der Kuppel in einem schmiedeisernen Kegel befestigt sind. In Höhenabständen von je 0,63 m umspannen L-Eisen die Kuppel, auf denen aus Bohlen zusammengesetzte Sparren-Streben angebracht sind. Der nur gering beanspruchte Fussring besteht aus einem stumpfwinkligen L-Eisen, das an die Innenseite der Konstruktion verlegt worden ist, Fig. 491; zur Verstärkung des Sparren-Anschlusses sind sowohl auf der Rückseite als auch zu beiden, in die Kuppelfläche fallenden Seiten der Sparren Nietbleche angebracht, Fig. 492. —

Gewichts-Angaben über Rundkuppeln haben, bei den vorkommenden grossen Formverschiedenheiten, keinen allgemeinen Werth; beispielsweise mag indess angeführt werden, dass bei der nahezu in Halbkugel-Form ausgeführten Schutzkuppel des Zeughauses zu Berlin (von 22 m Durchm.) ein Eisengewicht von 42 kg für 1 qm Grundfläche sich herausstellte. —

Das Kuppeldach mit Dachreiter der Kirche zum heiligen Kreuz in Berlin, Fig. 495 und 496, mit Nebenfiguren der Einzelheiten, nach Prof. Otzen's Entwurf durch Bretschneider & Krügener's Eisenbauanstalt in Berlin ausgeführt, gehört zu den lehrreichsten Leistungen neuzeitlicher Eisenkonstruktionsweise. Kuppel und Dachreiter sind mit Formziegeln auf Schalung eingedeckt, während die konstruktiven Eisentheile allseitig von Luft umspült sind, die nicht rasch erneuert wird. Es ist durch diese Ausführungs-

weise die höchste Gewähr dafür geboten, dass nicht ungleiche Temperaturwirkungen schädigende Einflüsse auf die Konstruktion ausüben können.

Der aus der Vierung entwickelte achtseitige Aufbau, dessen Grundriss in Fig. 495 gegeben, ist mit Spitzgiebeln in nordisch-mittelalterlicher Backsteinarchitektur gekrönt; mithin musste die Kuppel bei 8seitiger Anlage in Höhe der Giebel in's Sechzehneck übergeführt werden.

Bei einem Durchmesser von 14 m in Höhe der Schalldecke der Glockenstube angelegt, sind die Gratstreben aus **I** Eisen von 125 zu 75 mm nach einem Halbmesser von 13,32 m gebogen und ruhen unten in besonderen, aus Blech- und Steifwinkeln, auf Gusseisenplatten gelagerten Schuhen, welche mit dem aus **C** Eisen, 150 zu 63 mm gebildeten 8seitigen Fussringe und mit der aus gleich hohen **I** Eisen hergestellten, sternförmigen Schalldecke verbunden sind.

Oben lehnen sich die Grate gegen einen runden Druckring *B* von 30 cm Höhe aus 7 mm Blech und doppelter 60.80.8. mm starker **L** Eisensäumung.

Zu der Ueberführung in's Sechzehneck ward **I** Eisen gleicher Stärke wie die Grate in der Giebelneigung angewendet; auf deren Spitzen sind die Zwischengrate gepfropft, sodass der Grundriss der Grate einen Stern bildet.

Während die übrigen Ringverspannungen II, III, IV, VI aus **L** Eisen bestehen, ward an der Ueberführungstelle *V* eine solche aus **C** Eisen 105.65 mm gewählt und ausserdem die Versteitung durch einen 16armigen Strebestern *C* aus **I** Eisen von 13 cm Höhe hergestellt, welcher auch die Fussverstrebung für den Dachreiter bildet.

Die Zugkreuze, die an aufgenieteten Knotenblechen II^a, IV^a, V^a, VI^a, VI^b, angreifen, sind aus gekreuzten **■**- und **L**-Eisen gebildet und in der Kreuzstelle vernietet.

Das aus **L** Eisen mit Kreuzstreben aus **■** Eisen hergestellte, im Grundriss quadratische Kerngerippe des Dachreiters ward nebst der gesammten Verkleidung der Spitze unter Dach gefertigt und „fertig“ hoch gehoben (siehe unter „Thurmspitzen“), während die äusseren **L** Eisenringe erst aufgenietet wurden wenn die betr. Ringstelle über den Druckring gehoben war. So wurden denn auch, als die erforderliche Höhe erreicht war, die in Fig. 496 a, b dargestellten Druckstreben (Konsolen) erst nachträglich untergeschoben und verbolzt. Das Eisengerippe, dessen Fuss, Fig. VII a—c, alsdann durch den Strebenstern versteift war, diente nunmehr dem Zimmermann und Dachdecker als Gerüst; es waren dann weitere Hilfsmittel nicht mehr nöthig, als einfache Auslegehölzer. Zu bemerken ist noch, dass der in der Kuppel stehende untere Theil des Dachreitergerippes linksseitig in der Diagonal-Ansicht, rechtseitig im Normalschnitt gezeichnet ist.

Dass auch die Schalldecke noch an den Fuss des Dachreitergerippe, bezw. die Strebenstern-Decke angehängt werden musste, konnte zur Gewinnung höchster Steifheit der gesammten Konstruktion nur vortheilhaft sein.

3. Ueberhängende Dächer

über Unter- und Vorfahrten, Wandelbahnen,
Ladebühnen usw.

Vor Gebäuden mit grösserem Verkehr ergibt sich oft die Nothwendigkeit offener Vordächer und Vorhallen.

Fig. 497.

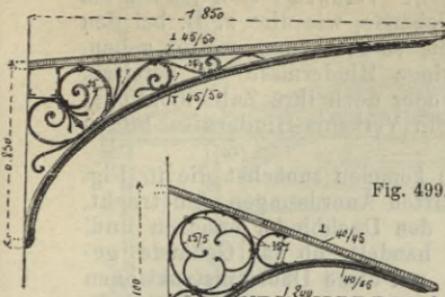


Fig. 498.

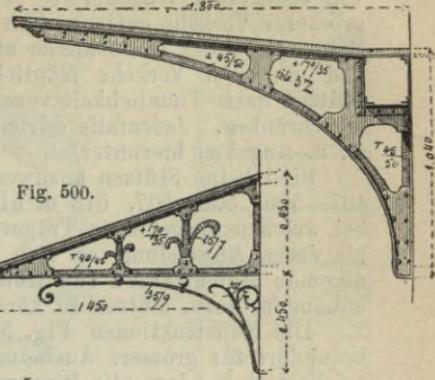


Fig. 499.

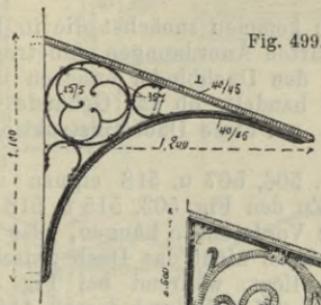


Fig. 500.

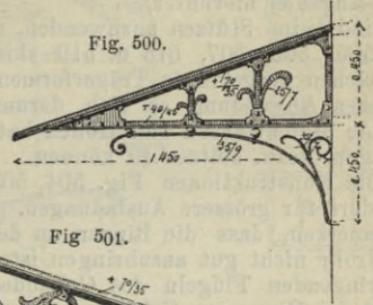


Fig. 501.

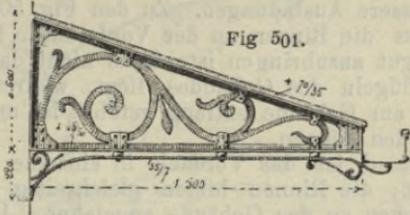


Fig. 502.

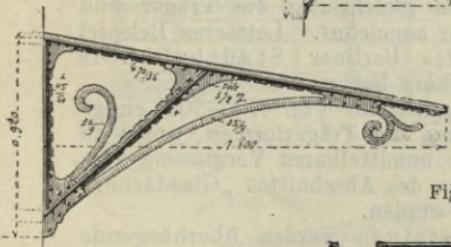


Fig. 503.

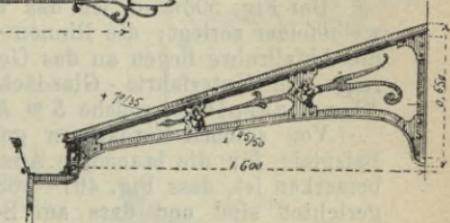


Fig. 505.

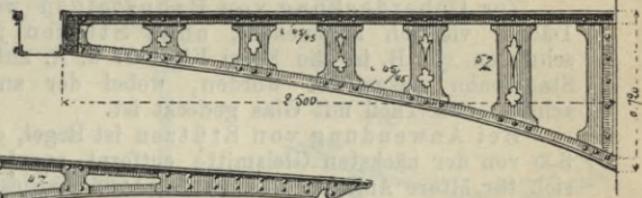
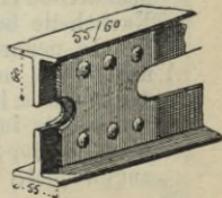
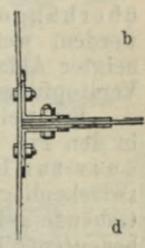
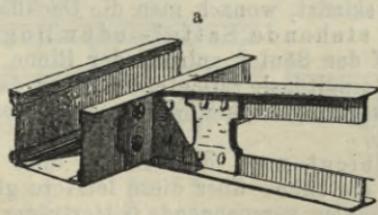
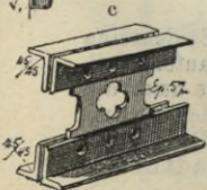
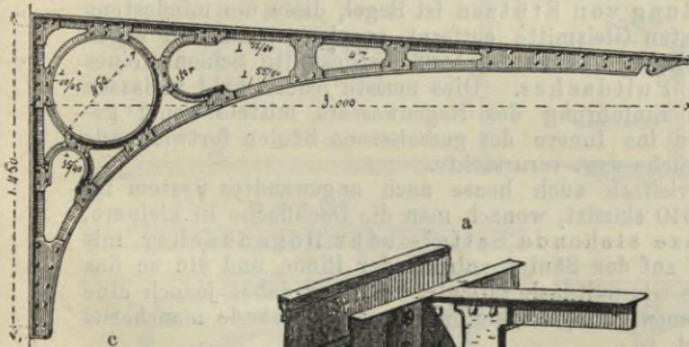


Fig. 504.



a, b, c, d
Konstruktionseinheiten zu
Fig. 505.

Für erstere genügt oft ein Vorsprung von 1,50 m, für letztere von etwa einer Wagenbreite (2 bis 2,5 m). Verzweigt sich jedoch ein grösserer Verkehr entlang dem betr. Gebäude, wie dies z. B. bei den Bahnsteigen der Eisenbahnen stattfindet, so muss man weiter gehen, und um dem Verkehr möglichst geringe Hindernisse zu bereiten, Stützen nach Thunlichkeit vermeiden, oder doch ihre Zahl möglichst einschränken. Jedenfalls dürfen sie kein Verkehrs-Hinderniss bilden (s. d. Angaben hierunter).

Sind keine Stützen anzuwenden, so kommen zunächst die in Fig. 497—505, 506, 507, 518 u. 519 skizzirten Anordnungen inbetracht, bei welchen ausgekragte Trägerformen den Dachbinder ersetzen und, bei deren Anwendung es sich darum handelt, ob das Gebäude genügende Mauerstärken und Höhen hat, um diese Dachkonstruktionen anhängen, bzw. stützen zu können.

Die Konstruktionen Fig. 504, 505, 506, 507 u. 518 eignen sich besonders für grössere Ausladungen. Zu den Fig. 503, 515 u. 518 ist zu bemerken, dass die Rinnen an der Vorderkante hängen, also ein Abfallrohr nicht gut anzubringen ist, wenn nicht das Dach zwischen vorspringenden Flügeln des Gebäudes liegt, während bei Fig. 497 u. 498 die Rinne am Gebäude entlang geführt ist und dessen Abfallrohre benutzt werden können.

Bei Fig. 506 a—d ist das Vordach in einzelne Giebel- oder Gewölbefelder zerlegt; die Rinnen bilden gleichzeitig die Träger und die Abfallrohre liegen an das Gebäude angelehnt. Letzteres Beispiel zeigt die Unterfahrts-Glasdächer des Berliner Stadtbahnhofs Alexanderplatz, welche 5 m Ausladung haben.

Von solchen Vordächern geben auch die Fig. 497—505 einige Beispiele für die besondere Ausbildung der Trägerformen, wobei zu bemerken ist, dass Fig. 497—503 zur unmittelbaren Verglasung vorge richtet sind und dass am Schluss des Abschnittes „Glasdächer“ noch einige besondere Formen folgen werden.

Zur Ueberdeckung von Bahnsteigen werden überhängende Dächer vielfach angewendet, ohne Stützen jedoch nur bei sehr schmalen. Z. B. ist die Form Fig. 507 u. A. auf der Hannoverschen Staatsbahn ausgeführt worden, wobei der an das Gebäude anschliessende Theil mit Glas gedeckt ist.

Bei Anwendung von Stützen ist Regel, diese um mindestens 3 m von der nächsten Gleismitte entfernt anzulegen; darnach ergab sich für ältere Anlagen das in Fig. 508 dargestellte Schema eines überhängenden Pultdaches. Dies musste jedoch bald verlassen werden, weil die Einführung des Regenwassers mittels wenig geneigter Abfallrohre ins Innere der gusseisernen Säulen fortwährende Verstopfungen, Brüche usw. verursachte.

Ein weiteres vielfach auch heute noch angewandtes System ist in den Fig. 509, 510 skizzirt, wonach man die Dachfläche in kleinere, quer zur Bahnaxe stehende Sattel- oder Bogendächer mit zwischenliegender, auf den Säulen aufruhender Rinne und ein an das Gebäude gelehntes Glaspultdach zerlegte. Es war dabei jedoch eine bedeutende Höhenentwicklung nöthig, welche dem Gebäude mancherlei Nachtheile bereitet.

In neuerer Zeit biegt man das Dach über der Säulenreihe nach oben und legt die Rinne über diese letztere gleichlaufend mit dem Gleis. Der die Säulen verspannende Gitterträger stützt auch die Rinne, wie in Fig. 511, 512 schematisch dargestellt ist. Dies System wird mit doppelter Säulenreihe auch für Insel- oder Zungen-Bahnsteige angewendet, wie Fig. 513; Einsteighalle der Berliner Stadtbahn-

Fig. 506 a-d.

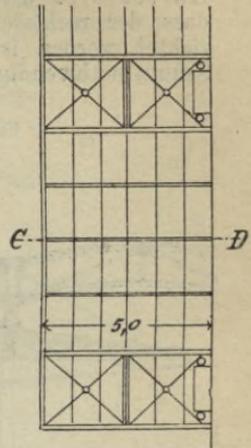
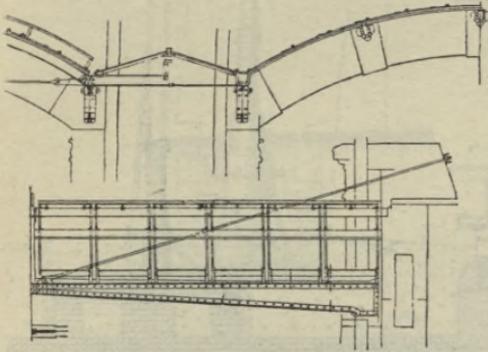
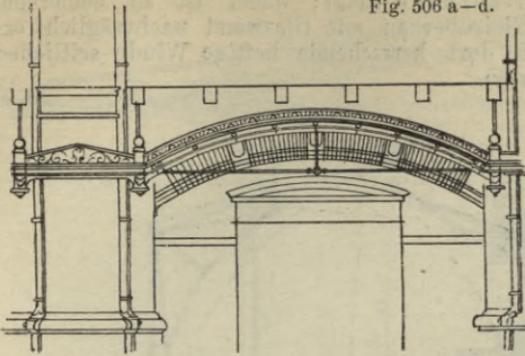


Fig. 507.

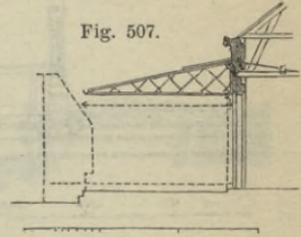


Fig. 508.

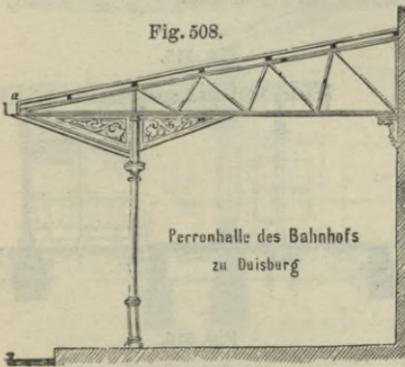


Fig. 509.

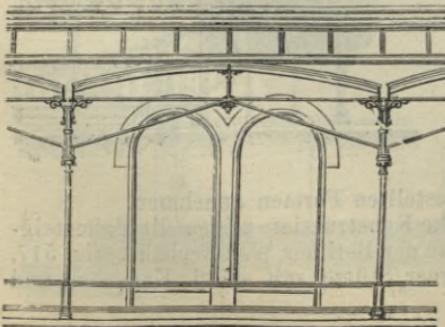


Fig. 511.

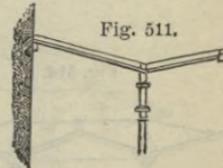


Fig. 512.

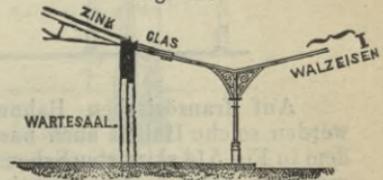
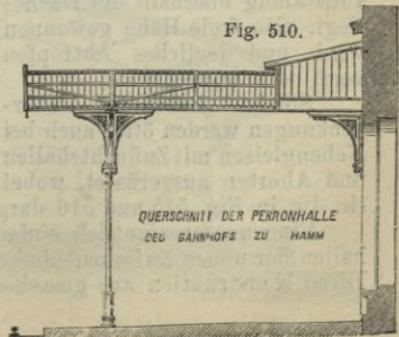


Fig. 510.



Haltestelle Jannowitzbrücke zeigt; dabei ist zu bemerken, dass der rechtsseitige Gleisüberbau mit Glaswand nachträglich errichtet worden ist, weil dort herrschende heftige Winde seitlichen Schutz nothwendig machten.

Fig. 513.

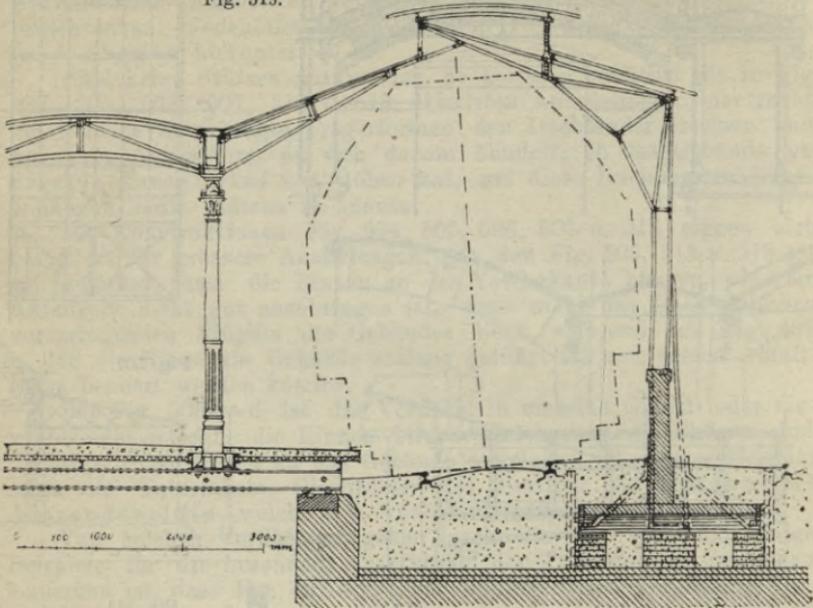


Fig. 514.

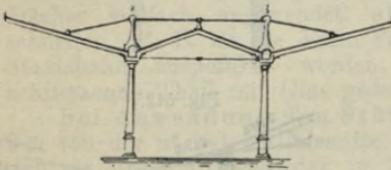


Fig. 515.

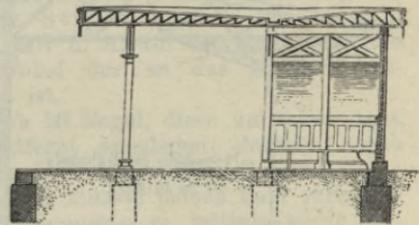
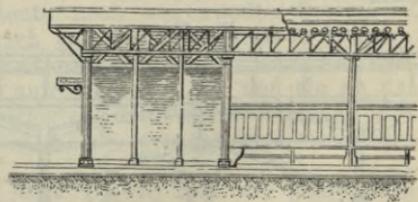


Fig. 516.



Auf französischen Bahnen werden solche Hallen auch nach dem in Fig. 514 skizzirten Schema errichtet, wobei die Konstruktion vollständig oberhalb des Daches liegt, also freie Höhe gewonnen wird und jegliches Abtropfen vermieden werden kann.

Solche Bahnsteig - Ueberdeckungen werden öfter auch bei Nebengleisen mit Zufluchtshallen und Aborten ausgerüstet, wobei sie die in Fig. 515 und 516 dargestellten Formen annehmen.

Eine ausserordentlich einfache Konstruktion zeigen die Bahnsteighallen der neuen Zwischenbahnhöfe der Berliner Wanneseebahn, Fig. 517. Diese Konstruktion aus gusseiserner Stütze mit desgl. Konsolen und

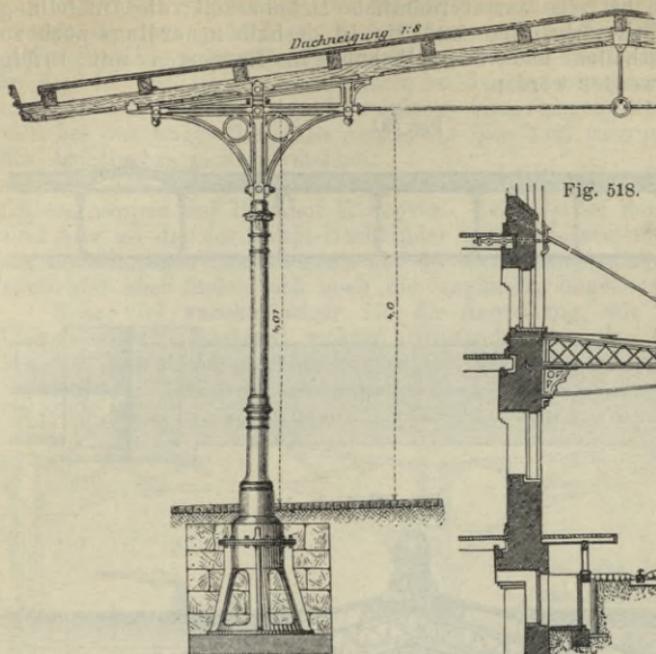


Fig. 517.

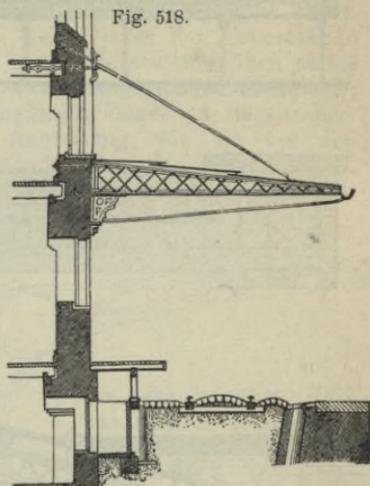


Fig. 518.

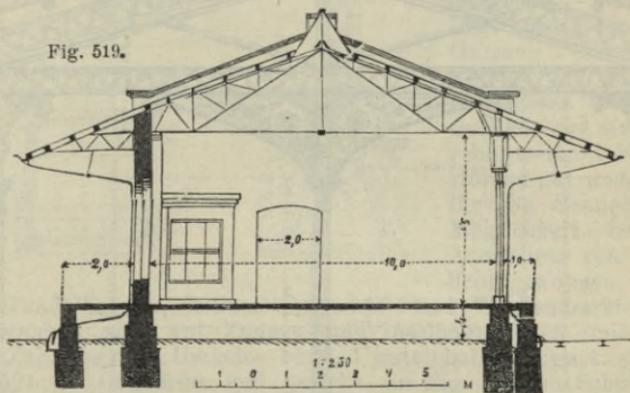


Fig. 519.

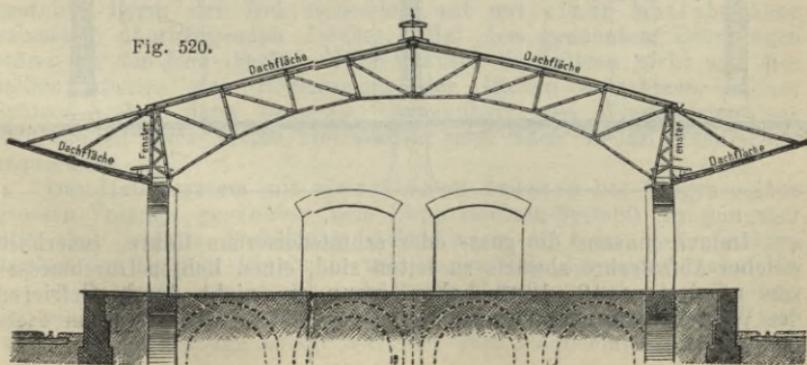


Fig. 520.

Spannschuhen hat eine ausserordentliche Dehnbarkeit; die Aufstellung bietet keine Schwierigkeiten und sie ist deshalb neuerdings auch zu kleinen Markthallen und Wandelbahnen in Badeorten mit Erfolg mehrfach verwendet worden.

Fig. 521.

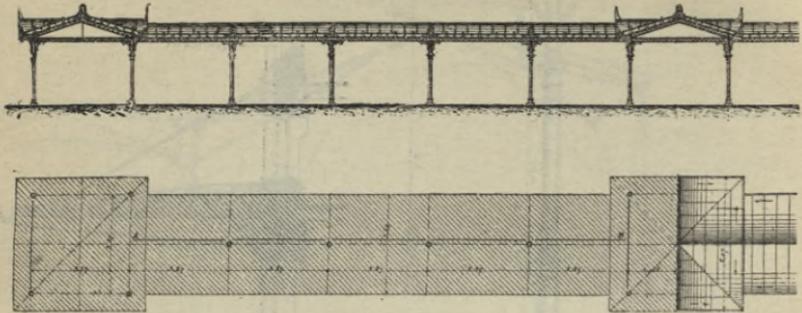
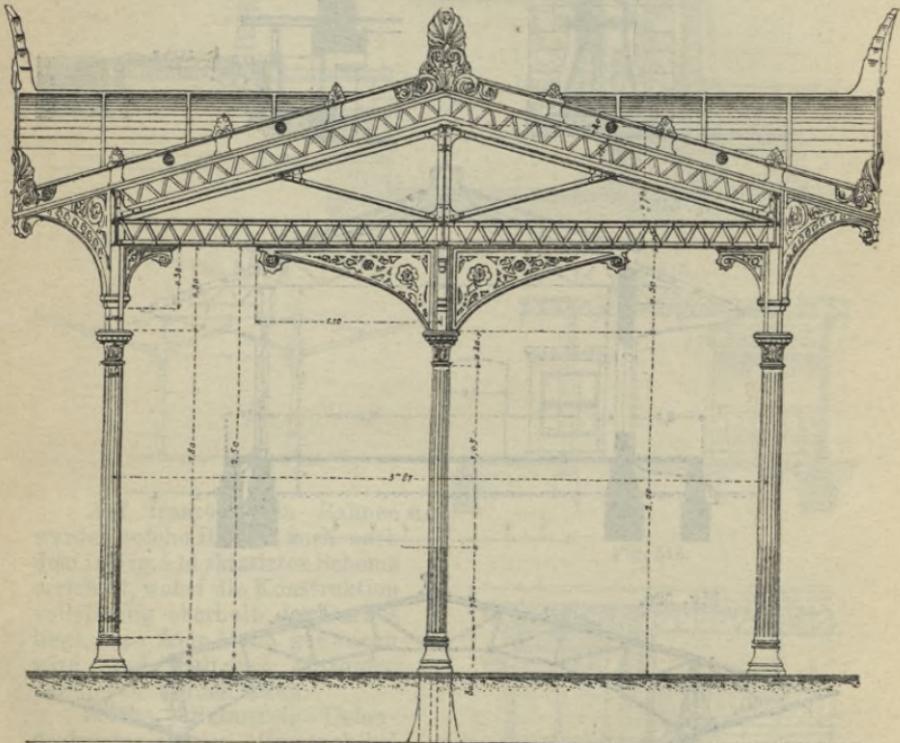


Fig. 522.



Immer müssen die guss- oder schmiedeisernen Rohre, innerhalb welcher Abfallrohre abwärts zu leiten sind, einen lichten Durchmesser von mindestens 10—12 cm haben, wenn sie nicht durch Gefrieren des Wassers gesprengt werden sollen; grössere Weiten werden stets zweckmässig sein.

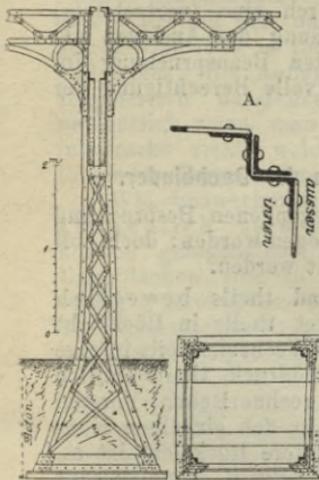
Zur Ueberdeckung von Ladebühnen sind Stützen nicht zulässig; da jene jedoch an Lagerhäusern oder Güterschuppen angeschlossen sind, so ergeben sich mit Leichtigkeit zweckmässige Formen. In Fig. 518 ist eine solche, wie sie an der „steuerfreien Niederlage in Harburg“ zur Anwendung kam, abgebildet. Hier liess sich bei der ungewöhnlichen Ausladung die fast wagrechte Führung des Abfallrohrs nicht vermeiden.

Fig. 519 zeigt die Anordnung der Dachüberstände bei dem neuen Güterschuppen auf Bahnhof Hannover. Die Binder der Ueberstände sind hier an die der Haupt-Dachbinder angeschlossen und üben somit ein nachtheiliges Drehmoment auf die Umfassungsmauern nicht aus; auch hier aber finden sich noch die ungünstig liegenden Regenrohre.

Sehr viel zweckmässiger ist die Anordnung, wie sie bei den überstehenden Dächern mehrerer Güterschuppen der Berl. Potsd. Magdeb. Eisenbahn gewählt worden ist, Fig. 520. Dieselbe hat sich

Fig. 523 u. 524.

Fig. 525.



so sehr bewährt, dass sie neueren Ausführungen vielfach zugrunde gelegt wird. Die überhängende Dachfläche liegt hier in der unteren Gurtung des Ueberstandes und neigt sich mit dieser nach dem Gebäude zu; die Abfallrohre treten dabei nicht störend auf und es wird für die Schuppen die Möglichkeit bequemer Anordnung von Seitenlicht gewonnen.

Zu Wandelbahnen, kleinen Zufluchts- und Wochenmarkt-Hallen, ganz besonders aber auf Zungen- und Inselbahnsteigen (mit unterführtem Zugange); zu Umlade- bzw. Umsteighallen eignet sich die in Fig. 521 in Grundriss und Ansicht, in Fig. 522 im Schnitt dargestellte Form der frei stehenden, auf nur einer Mittelstütze ruhenden überhängenden Dächer. Bei den genannten Bauanlagen stören an den End- bezügl. Mitteltrakten die Stützen nicht und dieselben können das Regenwasser der Rinnen aufnehmen. Diese Stützen geben dann bequeme Gelegenheit, um Windschirme mit Ruhebänken oder kleine Amtsstuben usw. nach Bedarf dazwischen anzuordnen.

Das Hallensystem mit einreihigen Stützen hat (wegen seiner grossen Vorzüge gegenüber dem Doppelstützen-System) in jüngster Zeit eine weitere Ausbildung gefunden, u. A. beim mehrgleisigen Ausbau der Berliner Ringbahn und namentlich derjenigen Bahnhöfe, welche zeitweise den denkbar höchsten Personen-Verkehr aufweisen, den eine zwei- bezügl. viergleisige Lokomotivbahn zu bewältigen vermag. Die einstützige Anlage war hier ganz besonders werthvoll, weil

diese Bahnhöfe sämmtlich in Krümmungen liegen und deshalb mit mehrstütziger Anlage nicht allein Verkehrshemmnisse, sondern auch Unübersichtlichkeit zu befürchten waren. Die Pfosten, Ausleger und Gitterpfetten sind nnr aus \perp - und \blacksquare -Stäben gebildet.

Fig. 523 zeigt im Querschnitt den Pfosten mit den beiderseits je über 5 m langen Auslegern, Fig. 524 den Grundriss des Fusses, welcher auf einem Betonteller ruht und mit Beton eingebettet ist. Fig. A zeigt die Eckverbindung der vier, den Pfosten bildenden Gitterwände, welche besonders bemerkenswerth ist, insofern dadurch eine, gegenüber anderen Bildungen, wesentliche Konstruktions- und Aufbau-Vereinfachung, neben leichter Uebersichtlichkeit der Berechnung sich ergibt.

Wie richtig dies ist, zeigt sich denn auch bei dieser, von dem Eisen-Hüttenwerk „Lauchhammer“ bewirkten Ausführung auf Bahnhof Halensee. Es wurden nämlich die Querschnitts-Abmessungen sowohl rechnerisch als graphostatisch bestimmt. Dennoch erschienen nach der Austüfung die Büge welche Pfosten und Ausleger verbinden zu schwach; man hat deshalb die Büge durch eine (vortretende) Winkelschiene verdoppelt. Bei einer Berechnung der Ausleger als Balanziers (wegen der fortwährend wechselnden Beanspruchung im Spiel der Winde) ergab sich denn auch die volle Berechtigung der getroffenen Vorsichtsmaassregel.

4. Einiges über Auflagerungs-Vorrichtungen der Dachbinder.

Diese sind zwar gelegentlich der vorher gegangenen Besprechung einzelner Konstruktionen bereits inbetracht gezogen worden; doch soll hier noch einiges Besondere darüber nachgeholt werden.

Die Auflagerungen werden theils fest und theils beweglich angeordnet; die Beweglichkeit wird eingerichtet theils in Rücksicht auf Längen-Aenderungen infolge der Temperatur-Wechsel, theils infolge einseitiger Belastungen durch Schnee- oder Winddruck, theils endlich auch blos um gesichert zu sein, dass den rechnerischen Voraussetzungen über die Richtung der Hauptkräfte in den einzelnen Konstruktionsgliedern beständig genügt sei; die letztere Rücksicht ist es, die häufig bei Bogendächern Platz greift. Im allgem. kann gesagt werden, dass, je mehr man mit der Beanspruchung des Materials der Elastizitätsgrenze sich nähert, um so nothwendiger bewegliche Auflagerungen werden und umgekehrt.

Aus der Rücksicht, dass im allgemeinen bei eisernen Dächern die Material-Beanspruchung zwar in engeren Grenzen sich hält, als bei Brücken, hat man öfter geglaubt von beweglichen Auflagerungen Abstand nehmen zu dürfen; die Erfahrung hat jedoch gelehrt, dass dies nicht zweckmässig ist. Wenn die gebräuchlichen Rechnungsannahmen über Schnee- und Winddruck wohl in den seltensten Fällen in vollem Umfang zur Wirklichkeit werden, so ist doch inbetracht zu ziehen, dass bei den sehr geringen Querschnitten der Einzelglieder in Dächern, die Temperatur-Verschiedenheiten in den äusseren und inneren Gurtungen ganz bedeutende Spannungen hervor rufen und dass bei Wirbelwinden eine gleichmässige Beanspruchung der Dachflächen nicht eintritt, — ja, dass bei offenen Hallen, oder wenn irgendwie dem Wind Zugang zur Unterfläche geöffnet ist, unberechenbare Ueberbeanspruchungen einzelner Konstruktionsglieder eintreten, deren schlimmen Folgen nur durch Ausgleich-Vorrichtungen vorgebeugt werden kann.

Es ist nun nicht allein die Rücksicht auf die Eisen-Konstruktion der Dächer, welche inbetracht kommt — ebenso wichtig ist die auf Erhaltung der Stützen in ihrer normalen Stellung. Damit ist nicht allein die Forderung gestellt, dass die Binder jegliche in der Konstruktion bedingte Formänderung annehmen können, sondern auch, dass keinerlei Schubkräfte auf die Auflager wirken.

Es ist nun eine weit verbreitete Ansicht, dass, abgesehen von besonderen Konstruktionsformen, es genüge, wenn die Beweglichkeit nur an einem der beiden Binder-Enden hergestellt werde und bei kleineren Bogendächern Beweglichkeit in Fortfall kommen könne, in Rücksicht auf die Möglichkeit des Ausgleichs durch geringes Heben oder Senken des Scheitels der Dachbinder. Nur unter der Einschränkung, dass die Auflager gegen Kippen gesichert sind, kann diese Ansicht gelten. Um sich davon zu überzeugen, dürfte es genügen, einen Polonceaubinder zu betrachten, der bei etwa 15° C. allgemeiner Lufttemperatur zusammen gesetzt worden ist, der mit Wellblech gedeckt in starker Sonnengluth sich im Obergurt leicht auf $+40^{\circ}$. und darüber erhitzt, im Winter bei Schneelast, Temperaturen von -10° und weit darunter im Obergurt, im Untergurt dagegen eine solche von etwa $+15^{\circ}$ zeigt. Die verschiedenen Lagen, welche die Unterfläche der Auflagerschuhe annehmen müssen, lässt sich leicht zeichnerisch darstellen. Diese Darstellungen sind beweiskräftig, namentlich wenn man noch die kleinen Reckungen der Zugstangen inbetracht zieht, welche infolge längerer und im raschen Wechsel folgender Temperatur- und Belastungs-Änderungen eintreten.

Wie unzweckmässig gebildet jedoch in einzelnen Fällen solche „beweglich sein sollenden“ Auflager konstruirt sind, davon können gelegentliche Untersuchungen überzeugend sprechen. Die Lagerflächen sind in einzelnen Stellen blank polirt, durch mitgeschleifte Sandkörner ausgefressen, oder sie sind festgerostet, während die Lagerplatten, vom Mauerwerk losgelöst, beweglich geworden sind und ihre verderbliche Wirkung auf die Stützmauern ausgeübt haben. Letztere pflegt dann wohl den ungenügenden Fundamenten, mangelhaftem Zement oder einer Ueberbelastung zugeschrieben zu werden und auf solch ungenügende Aufklärung stützt sich sodann obige, allen physikalischen Gesetzen zuwiderlaufende Ansicht.

Demnach wird man nur bei sehr leichten Bindern geringer Spannweite sich auf **ebene Gleitlager** beschränken und auch nur bei solchen, oder wenn ein geringes Kippen nicht von nachtheiligen Folgen sein kann, das feste Auflager ganz eben herstellen. Nur wenn die Binder hinreichend biegsam sind (eine geringe Verbiegung derselben zulässig ist), die Auflager aber genügend Widerlager in beiden Richtungen bieten, oder selbst genügend elastisch sind, kann von der Anwendung von Schiebelagern abgesehen werden.

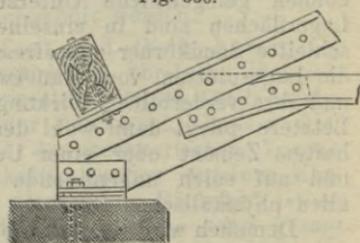
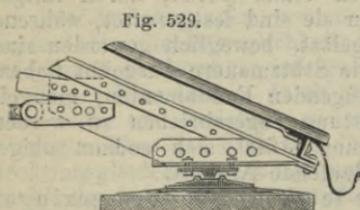
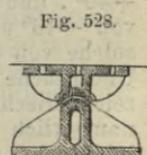
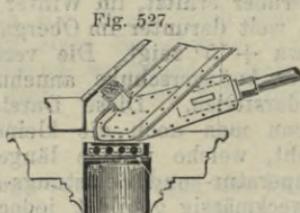
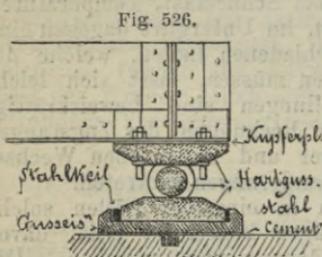
Es wird also für jeden Einzelfall sorgfältigster Erwägung bedürfen, ob und wo feste, verschiebliche oder Kipp-lager anzuwenden sind; im Zweifelfalle wird man stets die grösste Vorsicht walten lassen müssen und sich hüten, an gegebene Beispiele, deren Vorbedingungen und Erfolg nicht ganz genau bekannt sind, sich unmittelbar anzulehnen. Es sei darauf hingewiesen, dass Misserfolge aus leicht erklärlichen, doch bedauernswerthen Rücksichten nur selten bekannt werden!

Feste Auflager sollen stets auch fest verankert werden; sind geringe Verbiegungen der Binder dabei zu befürchten so sind Kupferplatten als Zwischenlager angezeigt. Noch besser ist es aber, die

Lagerflächen leicht zu wölben, so dass ein Verkanten nicht eintreten kann. Feste Auflager auf Säulen sind zu vermeiden, wenn die Säulen nicht hinreichend gegen Knicken gesichert sind; anderenfalls sind Pendelstützen anzuwenden.

Schiebelager sollen nur für sehr geringe Belastung mit ebenen Flächen hergestellt werden. Die Lagerplatten müssen dann sorgfältigst verankert sein, Zwischenlagerung von Kupfer- oder Bronzeplatten ist stets angezeigt, ebenso wie eine glatte seitliche Führung nothwendig wird, in welcher Anhaken nicht möglich ist.

Am zweckdienlichsten sind Roll-Lager. Fig. 526 zeigt ein solches mit nur einer Rolle für eine kurze Schubbegrenzung; diese Anordnung hat ihre Gefahren bei sehr elastischen Bindern, bei welchen die Längenänderung nicht mit allergrösster Sicherheit zu bestimmen ist, aber auch den Vortheil, dass ein Kipplager dabei nicht erfordert wird. Immer ist es rätlich, zwischen den Konstruktions-theilen und dem Oberlager eine Kupferplatte einzuschieben, wie hier geschehen ist.



Werden mehre Rollen angewendet, so ist es zweckmässig, ein Kipplager einzuschalten, wie Fig. 426, 427 zeigen, damit alle Rollen gleichzeitig in Thätigkeit bleiben und Druckvertheilung stattfinden kann. In Fig. 527 ist ein solches Roll-Lager auf einer Säule dargestellt, wobei ein Kippen der Binder ausgeschlossen schien.

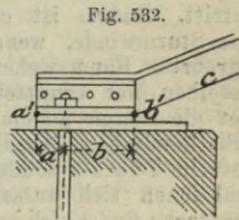
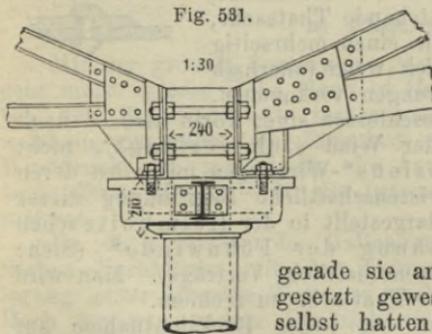
Fig. 528 zeigt ein Kipplager ohne Verschiebung, Fig. 529 ein solches, wie es für kleinere Polonceau-Binder angewendet wird; letztere Konstruktion ist insofern mangelhaft, als seitliche Begrenzung der Lagerfläche nicht möglich ist, weil sie zur Folge hätte, dass Schwitzwasser usw. sich im Lager ansammeln und dadurch rasch Rostbildung eintreten würde; ausserdem begünstigen die scharfen Kanten nicht gerade die Dauerhaftigkeit.

Ganz selbstverständlich sind alle Auflager so anzubringen, dass sie möglichst wenig von Staub und dergleichen zu leiden haben. Vor allem ist für raschen Abfluss des Schwitzwassers zu sorgen, damit dieses nicht in das Mauerwerk eindringen und bei Frost die Lagerplatten lockern kann. Dies bezieht sich namentlich auf die sehr selten beaufsichtigten Festlager, von welchen Fig. 530 eins darstellt.

Stossen zwei Dachstühle auf einer festen, nicht pendelnden Säule zusammen, so muss durch Langlöcher in den Auflagern und Säulenköpfen dafür Sorge getragen werden, dass eine geringe Verschieblichkeit auch dann möglich ist, wenn die entgegengesetzten Binderfüsse bewegliche Auflager haben, wie in Fig. 531 (rechte Seite) gezeigt ist.

Noch ist besonders darauf hinzuweisen, dass bei Festlagern nach Fig. 530 zwischen dem Lagerflansch des Binders und der Lagerplatte (je nach Belastung) starke Blei- oder Weichkopperplatten gelagert und die Löcher für Ankerschrauben in den Lagerflanschen etwas länglich gestaltet werden und dies ganz besonders dann, wenn auch nur ein geringes Anheben oder Durchsenken des Binders, infolge Temperaturverschiebung, starkem Stosswinde oder gar Sturmangriff von unten (und auch von oben) nicht gänzlich ausgeschlossen ist.

Die Nothwendigkeit solcher Vorsicht hat sich noch jüngst drastisch bestätigt: Bei einem mit einheitlichem Dache versehenen Hallenbau, bei welchem ein Theil abgeschlossen, der andere offen steht, waren nach einem heftigen Sturme sämtliche Ankerschrauben (nach obiger Anordnung) abgeplatzt, mit einziger Ausnahme derjenigen, welche durch Kupferplattenzwischenlager und Langlöcher gesichert waren, obgleich



gerade sie am meisten dem Sturmangriff ausgesetzt gewesen waren. Die Kupferplatten selbst hatten dabei eine abgerundete Form angenommen; bei den anderen hingegen waren

auch die Lagerplatten lose und der Zementmörtelputz an der Innenseite abgedrückt.

Dies Vorkommniss kann als eine weitere wichtige Bestätigung für die vom Ziv.-Ing. Schlösser in der Deutsch. Bauztg. 1895 mitgetheilte, auf rechnerischem Wege erbrachte Begründung der bei Stürmen eingetretenen schweren Zerstörungen an Eisen-Bauwerken gelten.

Auf vorliegendes Beispiel angewendet, würde die Begründung folgendermaassen lauten: Beim Anheben des langen Hebelarmes *c*, Fig. 532, stützt sich der lange Winkelhebel *a'-b'-c* auf den Drehpunkt *a'* und kann schon bei einem nur mässigen Anheben die an dem kurzen Hebelarme *a* angreifende Schraube zum Abplatzen bringen. Beim Durchsenken stützt sich derselbe Winkelhebel auf den Drehpunkt *b'*. Dabei greift die Schraube wiederum an einem, gegenüber der freien Binderlänge *c* nur kurzen Hebelarme *b* an, natürlich mit gleicher Wirkung. Bei stossweise einfallenden Winden tritt infolge der Stosswirkung eine bedeutende Beschleunigung der hervorgerufenen Bewegungen ein, wodurch eine ruckweise Wirkung zur Geltung kommt, wie sie zum Oeffnen von Kisten, zum Absprengen angieneteter Bleche usw. mittels eines Stemmhebels (Brecheisen)

tächlich, — besonders von Einbrechern mit grossem Geschick — angewendet wird.

Eine ähnliche Vorsichtsmaassregel liegt auch der Piedboeuf'schen Dampfkesselnietung zugrunde: Es werden dabei die Bleche nicht rechtwinklig, sondern flachschiefwinklig abgeschnitten, wie Fig. 533 zeigt, so dass bei gleichem Materialverbrauch ein breiterer Nietlappen entsteht, und dass gleichzeitig dieser Nietlappen, der durch die Versteimmung nur an der scharfen Kante gehärtet wird, elastisch (wie eine Feder) wirkt und dadurch einer Stosswirkung vortheilhaft begegnet.

Eine einfache physikalische Betrachtung führt zu der Ueberzeugung (welche auch durch die Praxis und Versuche im grossen als begründet erwiesen ist), dass der Wind bei grösserer Geschwindigkeit, wenn er auf ein Gitter trifft, dessen Maschen gleiche Fläche mit den Flächen der Gitterstäbe und Gurte haben, einen weit grösseren Druck auf letztere ausübt als auf eine gleiche, nicht durchbrochene Fläche und, wenn die Fläche der Maschen nur $\frac{1}{3}$ von der geschlossenen Fläche beträgt, der Winddruck sich wohl ungefähr verdoppelt. Der Grund hierfür liegt darin, dass bei diesem Vorgange hinter dem Gitter eine sehr bedeutende Luftverdünnung infolge der Saugwirkung, welche der mit grosser Geschwindigkeit durch die Maschen durchgepresste Wind dort ausübt, eintritt. Zudem ist es eine feststehende Thatsache, dass Sturmwinde, wenn sie durch einen mehrseitig begrenzten Raum wehen, namentlich wenn innerhalb desselben nur ermittelte Erweiterungen vorkommen, oder die Räume an einem Ende geschlossen sind, worin also — nach volksthümlichem Ausdruck — „der Wind sich verfängt“, nicht einfache Druck-, sondern „Explosions“-Wirkungen mit allen deren Reaktionen sich äussern. Die wissenschaftliche Begründung dieser Thatsache findet sich anschaulich dargestellt in der Helmholtz'schen Schilderung „über die Entstehung der Föhnwinde“ (Siehe Helmholtz's gemeinverständlich wissenschaftliche Vorträge). Man wird nicht versäumen dürfen, mit dieser Thatsache zu rechnen.

Fig. 533.



Dabei ist anzumerken, dass bei voller Rücksichtnahme auf solch' ausserordentliche Inanspruchnahme und Anwendung der bezügl. Vorsichtsmaassregeln keine Vermehrung der rechnerungsmässigen Querschnitts-Abmessungen der einzelnen Eisentheile einzutreten braucht, weil die üblichen Berechnungs-Koeffizienten „für alle Fälle“ schon so hoch gegriffen sind, dass dieselben „bei richtiger Konstruktion“ stets hinreichende Sicherheit bieten werden.

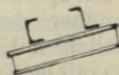
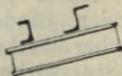
z. Ueber Pfetten-Lagerung.

Wenn C- und Z-Eisen zu Pfetten mit geneigtem Steg verwendet werden, so ist natürlich, dass sie so zu verlegen sind, dass die Schenkel (Flansche) nicht Rinnen bilden können, also nach Fig. 534 und nicht nach Fig. 534 a.

Bei Anwendung von I-Profilen ist ebenfalls grosse Vorsicht zu empfehlen wenn rasches Rosten verhütet werden soll. Entweder müssen bei geneigter Lage der Stege die letzteren dicht am Unterflansch gelocht werden, damit das Schwitzwasser abfliessen kann, oder sie sind nach oben

Fig. 534.

Fig. 534 a.



seitlich durchzubiegen und bloss an den Auflagern zu lochen, woselbst dann Schweissrinnen anzubringen sind. Immerhin sollte man breitflanschige I Eisen in stärkeren Neigungen lieber da ganz vermeiden, wo sie starken Temperaturwechseln bei feuchter Luft ausgesetzt sind, namentlich wenn die Dächer gegen Aufenthalt von Vögeln usw. nicht abgeschlossen werden können. Oder es muss durch einen Ueberzug aus gutem Asphaltlack dem baldigen Rosten vorgebeugt werden.

Doch wird mit Aufwand letzterer Vorsicht nicht immer dem Uebelstande begegnet, dass die in den Schenkelrinnen sich ansammelnden Niederschläge bei der geringsten Erschütterung (Einfahren der Züge) plötzlich abtropfen und zu Belästigungen führen.

Uebrigens sind die in den vorhergehenden Abschnitten über Auflagerungen handelnden Vorsichtsmaassregeln, soweit sie hier inbetracht kommen, auch bei der Pfettenlagerung zu beachten.

XIII. Das Wesentlichste über Hallendächer.

Litteratur: Die Hallensysteme der Konkurrenz 1880 für den Frankfurter Zentralbahnhof in d. Zeitschr. d. Vereins Deutscher Ingenieure 1884. — Die eisernen Hallenkonstruktionen des Wiener Zentral-Schlachtvieh-Marktes in der Zeitschr. d. österr. Ingen. u. Archit.-Vereins 1883. — Die Bauten der Königlichen Berliner Stadteisenbahn in Zeitschr. f. Bauwesen 1882 (auch als Sonderausgabe erschienen).

a. Allgemeines.

Mit der grossen Spannweite, welche Hallen-Dächer oft erreichen, geht meist grosse Höhe Hand in Hand; wenn dies der Fall, kommt bei der Standfähigkeit insbesondere der Winddruck inbetracht, welchem gegenüber die Eigenlast zurück tritt. Die Wirkung des Winddrucks ist sowohl für die Aussenseite als — bei offenen oder halb offenen Hallen — für die Innenseite derselben statisch zu untersuchen.

Da die Gewichte des Hallenüberbaues sich nahezu im quadratischen Verhältniss mit der Spannweite vergrössern, wird die Zerlegung einer grossen Weite in mehre kleinere meist günstig sein. Doch kommen andere Rücksichten inbetracht, welche gewöhnlich den Ausschlag zugunsten der Eintheiligkeit geben. Hierher rechnen die durch Stellung von Stützen herbeigeführte Raumbengung und Unübersichtlichkeit und ausreichende Standfähigkeit der Stützen, welche bei grösserer Stützenhöhe einen bedeutenden Materialaufwand erheischen kann. Es fallen weiter ins Gewicht: ein etwaiges Erforderniss an grosser, freier Höhe, die Vermeidung langer Dachkehlen und Schneefänge, endlich die zum Theil von der Oertlichkeit abhängende Art der Aufrichtung der Konstruktion. Neuerdings werden meist stützenfreie Spannungen den engeren mit Zwischenstützen vorgezogen und es ist ferner fast Regel geworden, die Eisenüberdeckung eintheilig bis zur Erde herab zu führen, im Gegensatz zu den früheren Bauweisen, bei denen dieselbe auf Mauern oder Stützen aus Gusseisen in mehr oder weniger grosser Höhe aufgelagert wurde. Entsprechend wird den Bogen-Konstruktionen vor solchen in Sattel- oder Sichelform der Vorzug gegeben.

Handelt es sich um Bahnhofshallen, so wird man Zwischenstützen nicht gern auf den Bahnsteig stellen. Für die deutschen Eisenbahnen sind als Gleise-Entfernung auf Bahnhöfen (von M. zu M.) 4,5 m vorgeschrieben; wenn die Stützenbreite gering ist um Stützen zwischen den Gleisen stellen zu können, braucht die Gleise-Entfernung nur auf 4,75 bis 5 m vergrössert zu werden. Bei Aufstellung von Stützen

auf Bahnsteigen muss bis auf 2,5 m Höhe über Bahnsteig-Gleiche der lichte Abstand einer Stütze von der Mitte des benachbarten Gleises mindestens 3 m betragen.

Von wesentlicher Bedeutung sind bei grossen Hallenkonstruktionen, welche nicht allseitig offen sind, Lüftung (Rauchabzug) und Beleuchtung.

Für erstere wird durch Dachreiter gesorgt, welche, wenn sie niedrig gehalten und mit breiten Dachüberständen versehen sind, an den Seiten offen gelassen werden können, besser aber selbst bei geringer Höhe mit festen Jalousie-Blechen- oder -Hölzern geschlossen werden. Verbessern, und besonders bei nicht hohen Hallen fast nothwendig ist es, wenn Seitenlicht vorhanden ist, in den Fenstern eine Anzahl grosser Scheiben oder Klappflügel zum Oeffnen einzurichten. Bei Hallen von grösserer Länge wird man auch in den Stirnabschlüssen für Lüftung sorgen, wozu wieder stellbare Fenstertheile usw. geeignet sind. Das Bedürfniss nach Luftwechsel in den Hallen wird durch Metall- sowohl als Glasdeckung erheblich erhöht, ist bei Glasdeckung jedoch in noch grösserem Maasse als bei Metalldeckung vorhanden, da die spezif. Wärme von Glas etwa doppelt so gross als die von Zink und Kupfer und mehr als $1\frac{1}{2}$ mal so gross als die von Schmiedeeisen ist (Glas 0,095, Schmiedeeisen 0,114). Es wird daher zur Sommerzeit der Aufenthalt unter glasgedeckten Hallen rasch unerträglich und um so eher, je weniger hoch die Halle ist. Wenn daher auf längeren Aufenthalt in Hallen, welche ganz oder zum grösseren Theil mit Glas gedeckt sind, zu rechnen ist, müssen dieselben möglichst grosse Höhe und auch dann noch wirksame Einrichtungen zur Lüftung erhalten.

Grössere Schwierigkeiten als die Lüftung bietet die Releuchtung grosser Hallen; verhältnissmässig leicht ist die Aufgabe zu lösen, wenn man Seitenlicht anwenden kann, da bei diesem die Sicherung gegen Durchregnen in Wegfall kommt. Kaum ganz vollkommen ist die Lösung der Aufgabe in dem Falle, dass Oberlicht auf einem Bogen-dache von Kreisform einzurichten ist. Selbst wenn im Scheitel eine grössere Zone ausgeschlossen wird, werden breite Streifen zu beiden Seiten noch nicht diejenige Neigung haben, welche gegen das Durch-treiben, von Regen oder Schnee, wie ebenso das Abtropfen von Schwitzwasser sicheren Schutz gewährt. Es kann sich daher empfehlen, den, in solchen Fällen in grosser Breite herzustellenden Dachreiter mit Glas einzudecken, die zu den Seiten desselben liegenden Streifen mit Blech und zwei weitere Lichtstreifen erst wieder nahe dem Fuss des Daches anzulegen, wo die Dachneigung ausreichend gross ist. Eine solche Vertheilung des Lichts steht bei Bahnhofshallen dann auch in gutem Einklang mit der Gleis- usw. Anlage, wenn ein Mittel- und zwei Seiten-Bahnsteige vorhanden sind, während die Fortlassung eines Oberlichts im Dachscheitel und Anordnung von zwei Oberlichtern zu den Seiten des Hallendaches mit einem Gleise-Schema in Einklang steht bei welchem der Mittel-Bahnsteig fehlt. Immerhin wirkt letztere Ausführungsweise ästhetisch sehr unbefriedigend; das Dach lastet gewissermaassen schwer auf dem Raume und die Lichtvertheilung ist sehr ungleichmässig.

Wo einiges, aber nicht zureichendes Licht seitlich gewonnen werden kann, wendet man neben demselben statt der durchgehenden Streifen Einzel-Oberlichte an; man kann dieselben leicht aus der Dachfläche herausheben und so eine Verbesserung ihrer Neigungsverhältnisse schaffen. Aesthetisch wirkt diese Anordnung auch günstiger als ein schmaler durchgehender Licht-Streifen.

Die Beleuchtungs-Schwierigkeiten entfallen vollständig bei Satteldächern wenn diese nur die entsprechende Neigung erhalten; letztere sollte nicht unter 1:3,5, zweckmässig aber etwa 1:2,5 gewählt werden. Bei Bogendächern geht man leicht dazu über, besondere, quer zur Axe der Halle gerichtete schmale Glasdächer in der Form von Satteldächern anzuordnen; sie heissen Sägedächer und werden gewöhnlich im Scheitel des Hallendaches errichtet. Die Konstruktion ist zwar kostspielig, indessen technisch in sehr vollkommener Weise lösbar. Bei Anordnung der Sägedächer auf dem Dachscheitel ist die Anlage eines durchgehenden Dachreiters unmöglich; man kann, wenn diese nothwendig, entweder mit kurzen Dachreiter- und Sägedachlängen abwechseln, oder, was besser ist, die Sägedächer aufstellen und so geschützt liegende senkrechte Flächen schaffen, die durch feste Jalousien zu schliessen sind.

Hinsichtlich der Lichtmenge in einer Bahnhofshalle kann angenommen werden, dass dieselbe ausreichend ist, wenn beim Fehlen von Seitenlicht $\frac{1}{3}$ der Grundfläche der Halle als Glasdach ausgeführt wird; besser ist etwas mehr, bis etwa $\frac{1}{2}$. Bei Hinzutritt von Seitenlicht kann Verminderung eintreten; man wird etwa annehmen, dass 1^{qm} Oberlichtfläche durch 1,5–2^{qm} Seitenlichtfläche ersetzbar ist.

Wenn man gezwungen ist, mehrere Oberlicht-Streifen anzulegen so verdient eine Anordnung, welche in England mehrfach angewendet worden, Beachtung: Zerlegung der ganzen Dachbreite in sieben nahezu gleich breite Streifen, von denen 3, darunter der Firststreifen, mit Glas gedeckt sind, sodass ein regelmässiger Wechsel zwischen Licht- und Dunkelflächen entsteht und die Dunkelflächen auch der Wand zunächst liegen.

Eine besonders gute Beleuchtung wird häufig für die Kopf-Bahnsteige gewünscht. Man kann das Hallendach am Kopf-Bahnsteig enden lassen und über diesem ein besonderes, niedriger liegendes Dach herstellen, event. unter Zuhilfenahme von Stützen. Die Form dieses Daches wird alsdann mit besonderer Rücksicht auf gute Beleuchtung gewählt und so mit verhältnissmässig einfachen Mitteln ein günstiger Erfolg erzielt. Ein derartiger Ausweg kann sich auch aus besonderen Gründen empfehlen, z. B. wenn schiefer Zusammenschluss der Halle mit dem Kopfbau stattfindet, welcher mit einfachen Mitteln möglichst günstig gestaltet werden soll.

Ob man bei Hallendächern das Material konzentriren, d. h. wenige und schwere Binder, im Gegensatz zu zahlreichen leichten anordnen soll, ist eine Frage theils konstruktiver, theils ästhetischer Natur. In letzterer Hinsicht ist zu beachten, dass die Auflösung einer Eisenkonstruktion über einem grossen Raum in zahlreiche kleine Glieder in einen gewissen Gegensatz zu der Raumgrösse tritt, um so mehr, je kleiner die einzelnen Theile werden. Deshalb ist man meist zur Konzentration der Eisenmassen geneigt, findet hierbei aber oft eine Grenze an der Beschaffenheit der Widerlager. Wo diese hoch sind und in ganzer Länge durchgehen, wird oft eine Auflösung zweckmässig sein, bei niedrigen und nur an einzelnen Stellen ausreichenden Widerlagern dagegen eine Zusammenfassung der Eisenmassen. Ungünstig wird die Erscheinung einer grossen Halle durch leichtes spinnwebartiges Beiwerk, wie Windverstreungen und Anker, welche in den freien Raum hinein reichen, oder ganz in demselben liegen, beeinflusst. Um den zu begegnen werden schwache Rundeisenstäbe durch breitere aus Flacheisen und überhaupt Konstruktions-theile, die ihrer Form nach nur Zug aufzunehmen haben, durch

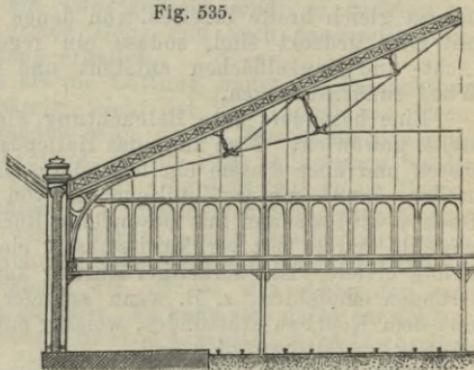
solche ersetzt, die im Stande sind auch Druck aufzunehmen. Am durchgreifendsten befreit man sich von dem Stabwerk kleinster Querschnitte bei Bogenkonstruktionen, deren Füsse bis auf Bahnsteighöhe herab geführt werden und welche gegen seitlich wirkende Kräfte unten am Fusse entsprechend ausgebildet sind. Auch durch Anwendung sog. gekuppelter Binder und hochstegige, bezw. Holzpfetten dazwischen, lässt sich der ungünstige Eindruck fein getheilter Eisenmassen vermeiden. — Eine gewisse Verbesserung in der Wirkung eines Hallendaches hat man öfter mit malerischen Zuthaten erstrebt: Man begleitet die Binder mit dunkler gehaltenen Bändern und Friesen. Auch hat man die Dachuntersichten wohl hell, die Eisenteile dunkel gestrichen. Doch sind das nur Mittel von einer gewissen kleinlichen, den ästhetischen Anforderungen wenig entgegenkommenden Art; sie können sogar ungünstig wirken.

Nachstehend sind eine Anzahl Hallenbinder von grösseren Spannweiten, nebst kurzen Angaben über die Konstruktions-Besonderheiten mitgetheilt. Die nach Dreieckssystemen ausgeführten gehören der früheren Zeit an.

b. Dreiecks-Systeme.

Halle des Bahnhofs der Orleans-Bahn in Paris, Fig. 535. Dieselbe hat die Länge von 280 m und die lichte Weite von 52,5 m. Die Binder, deren Höhe im Scheitel 21,75 m beträgt, liegen in 10 m Abstand und sind als kräftige Gittersparren mit 3 maliger Abstützung gebildet. — Das Gewicht an Schmiede- und Gusseisen beträgt auf 1 qm überdachte Grundfläche etwa 82 kg.

Fig. 535.



Hallendach des Südbahnhofes in Wien, 1872 erbaut, Fig. 536. Die Abmessungen sind: Länge 139,8 m, lichte Weite 35,7 m, Binder - Abstand 6,95 m.

Der First der Halle ist mit einer 4,5 m breiten Laterne versehen. Eindeckung zu $\frac{3}{8}$ mit Glas und $\frac{5}{8}$ mit verzinktem Eisen-Wellblech. Das Eisengewicht des Daches für 1 qm Grundfläche 60 kg.

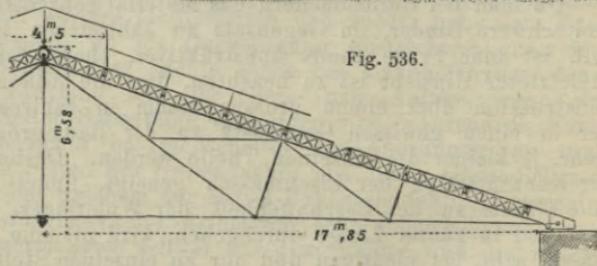


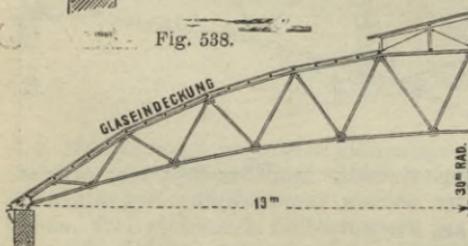
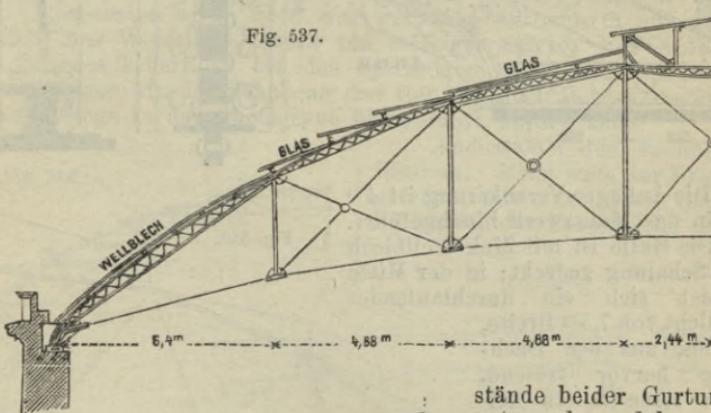
Fig. 536.

c. Sichel förmige Binder.

Sichelträger, Fig. 537 und 538, sind nach der Parabel gekrümmte Balken, mit Druck- und Zug-Gurtung. Während aber die Eigenschaft

der Parabel-Träger: dass bei wagrechter Lage der Zug-Gurtung deren Beanspruchung bei voller und gleichmässiger Belastung konstant ist, für Brücken-Konstruktionen Werth besitzt, wird die Anordnung einer geraden Gurtung hier verlassen, da sie zu schwer wirken und auch eine zu grosse Länge der Zwischenglieder erforderlich machen würde. Krümmt man aber die untere (Zug-)Gurtung nach einer Parabel so gilt für die neue Trägerform das Gesetz der Parabelträger wenigstens insofern, als die Diagonalen bei gleichmässiger Belastung des Trägers spannungslos sind; diese Trägerform heisst „Sichelträger“.

Fig. 537 zeigt die Anordnung der Halle auf dem älteren Theile des Bahnhofs Berlin der Niederschl.-Märk. Eisenbahn. Bei diesen Trägern liegen die Knotenpunkte der oberen Gurtung in einer Parabel vom Pfeil-Verhältniss 1:5, die der unteren in einer solchen vom Pfeil-Verhältniss 1:15; die senkrechten Ab-



stände beider Gurtungen entsprechen daher den Ordinaten einer Parabel vom Pfeil-Verhältniss $= \frac{1}{5} - \frac{1}{15} = \frac{2}{15}$. Die Binder, welche in Abständen von 3,766 m angeordnet sind, haben 38,3 m Spannweite und sind durch Senkrechte in 7 Felder getheilt. Die Hauptbinder sind paar-

weise durch diagonale Zugstangen mit einander gekuppelt. Die Pfetten sind theils als L-Eisen, theils als Gitterträger gebildet. Die Halle ist, so weit die (3eckigen) Endfelder der Binder reichen, mit gewelltem Zinkblech und in den 5 Mittelfeldern mit Rohglas gedeckt. Die Glasdeckung ist in Absätzen ausgeführt, deren Neigung 1:3 bis 1:4 beträgt. Im First liegt ein Rauch-Abzug und auch die zwischen je 2 Dach-Absätzen liegenden senkrechten Flächen dienen zur Lüftung, da die unterstützenden Gitter-Pfetten der Luft freien Durchzug gestatten. Die Auflager der Binder liegen in 15,7 m Höhe über Bahnsteig. Die gesammte überdeckte Grundfläche beträgt 7000 qm; das Eisengewicht ist etwa 62 kg auf 1 qm Grundfläche.

Hallen-Ueberdachung des Bahnhofs Berlin der Berlin-Görlitzer Eisenbahn, Fig. 538. Die Halle überdeckt 5 Gleise, hat die Länge von 37,03 m und die Binder liegen 3,452 m weit. Die

Knotenpunkte der Gurtungen sind in Kreislinien gelegt; der Halbmesser der oberen Gurtung beträgt 30 m. Zwischen beiden Gurtungen sind Diagonalen angeordnet, welche auf Zug und Druck beansprucht werden und deshalb aus 2 \square Eisen konstruiert sind. Die Pfetten sind von Holz. Die Fig. 539—541 stellen die Anordnung des festen Auflagers, sowie auch die Verbindung beider Gurtungen über dem Auflager

Fig. 539.

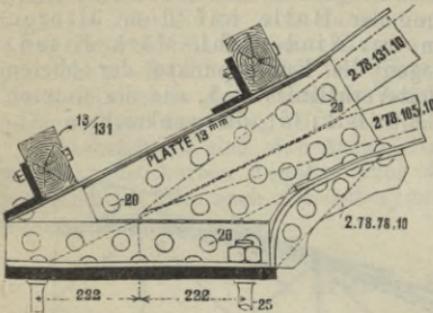


Fig. 540.

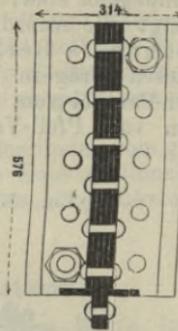
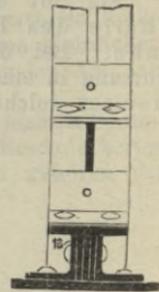


Fig. 541.



dar. Die Auflager-Verankerung ist 4 m tief in das Mauerwerk hinabgeführt.

Die Halle ist mit Zink-Wellblech ohne Schalung gedeckt; in der Mitte befindet sich ein durchlaufendes Oberlicht von 7,5 m Breite, welches, aus der Dachfläche hervor tretend, durch seine Seiten-Oeffnungen dem Rauch Abzug gewährt. Auch nahe den Umfassungsmauern ist ein 1,5 m breiter Licht-

Fig. 542.

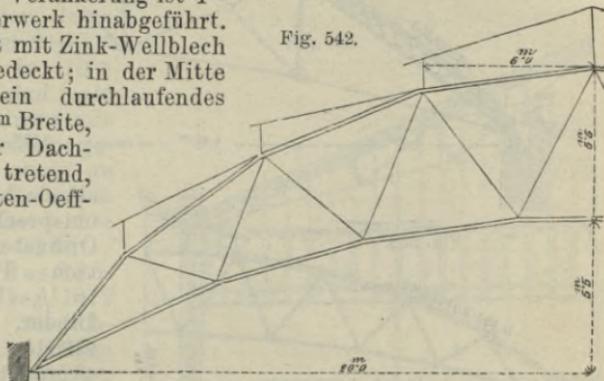
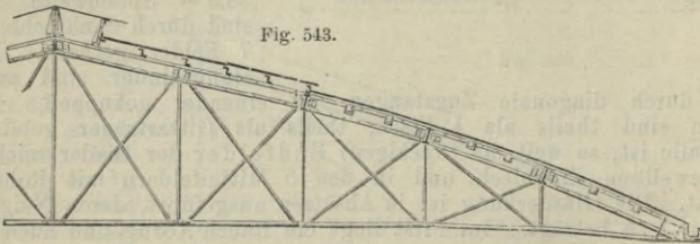


Fig. 543.



streifen angeordnet und endlich sind seitliche Oberlichter vorhanden. Das Eisengewicht des Daches einschl. Glasdeckung beträgt rd. 57 kg auf 1 qm Grundfläche.

Bahnhofshalle in Amsterdam, erbaut 1863, Fig. 542. Die Hallenlänge ist 100 m, die Spannweite 40 m. Die Binder liegen mit 8,33 m Abstand. Die Gurtungen sind aus Gussröhren gebildet. Das Eisengewicht der Dachkonstruktion für 1 qm Grundfläche ist 44 kg.

Das Hallendach des Nordwest-Bahnhofs in Wien, Fig. 543, kann als ein Sichelträger insofern angesehen werden, als die unteren Theile der oberen Gurtung gekrümmt sind und die untere Gurtung ebenfalls eine geringe Krümmung zeigt. Die Länge der Halle ist 126 m, die lichte Weite 39 m. Die in der Mitte 7 m hohen Binder liegen in Entfernungen von bezw. 7 m, 10,5 m und 14 m. Das Dach, welches in der Mitte eine 3 m breite Laterne hat, ist zu $\frac{2}{5}$ mit Glas und zu $\frac{3}{5}$ mit Zinkblech eingedeckt. Das Eisengewicht beträgt 65,3 kg für 1 qm Grundfläche.

d. Bogenförmige Binder.

Die für Hallendächer geeigneten Bogenträger kann man zunächst in spitzbogige und flachbogige unterscheiden.

Die ersteren, deren Pfeilhöhe selten grösser als $\frac{1}{2}$ der Spannweite genommen wird, üben nur geringen seitlichen Schub aus, erfordern nur Widerlags-Mauern von mässiger Stärke. Zur Aufhebung des Schubes bedarf es bei den Spitzbögen auch keiner besonderen Spannstangen, da der Schub an den tief liegenden Bogenkämpfern auf kurzem Wege in das Fundament übergeführt werden kann.

Anders bei den flachbogigen Bindern. Meist nach der Kreislinie geformt, mit einem Pfeil von etwa $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}$ der Spannweite, ergibt

Fig. 544.

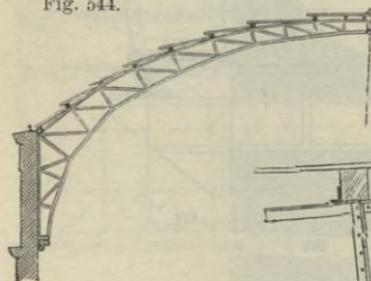
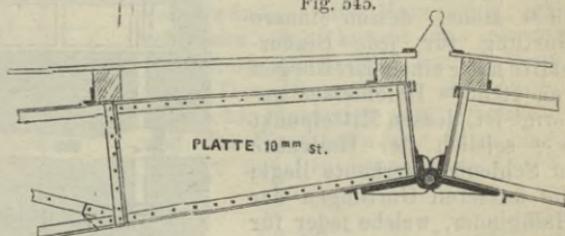


Fig. 545.



sich für sie eine so grosse Höhenlage der Kämpfer, dass der Schub nicht an die Seitenmauern überwiesen werden kann, vielmehr durch Spannstangen aufgenommen werden muss. Liegen solche Binder auf hohen, frei stehenden Seitenmauern auf, so bedürfen diese auch bedeutende Stärke, um gegen den Winddruck standfähig zu sein. Der Winddruck äussert sich namentlich auf diejenige Seitenmauer, welche das unverschiebbare Auflager trägt.

Halle des ehemaligen Ostbahnhofes zu Berlin, Fig. 544. Die Halle, welche 188,3 m lang und 37,66 m weit ist, wird durch kastenförmige Binder, welche Gitterbogenträger sind, überdeckt; sie liegen in Entfernungen von 7,53 m. Jeder Binder setzt sich aus 2 Bogenhälften zusammen, welche 0,54 m Abstand haben und durch Vergitterungen verbunden sind. Damit die Träger den bei Temperaturwechseln usw. eintretenden Bewegungen folgen können, sind Scharniere sowohl im Scheitel als auch in den Fusspunkten angeordnet. Das Scheitel-Scharnier, welches etwa 18,6 m über Bahnsteighöhe liegt, ist in Fig. 545 dargestellt. Das untere Ende der Binder setzt in einer Höhe von 6 m über Bahnsteig an; die Träger sind auf gusseisernen Konsolen aufgelagert. Zur seitlichen Absteifung werden die Binder an den Umfassungsmauern mittels angeschraubter gusseiserner Arme,

die in entsprechende, in der Mauer befestigte gusseiserne Kästen greifen, gehalten, Fig. 546. Der Längs-Verband ist nur in jedem zweiten Felde fest, im übrigen dagegen lose mit den Bindern vernietet. Die Halle ist in dem mittleren Drittel mit Eisenwellblech auf Holzpfeilen, im übrigen mit Rohglas eingedeckt. — Die Stärke der Umfassungsmauern konnte, da die Hallen-Binder grösstentheils auf Quermauern treffen, auf das mittlere Maass von 1 m eingeschränkt werden; wo diese Quermauern fehlen, ist die Stärke der Umfassungsmauern auf 1,25—1,50 m vergrössert worden. — Das Eisengewicht der Binder nebst Zubehör beträgt rd. 60 kg auf 1 qm Grundfläche.

Spitzbogige Hallendächer grösserer Art haben die Bahnhöfe Alexanderplatz und Friedrichstrasse der Berliner Stadteisenbahn; sie stimmen sehr nahe überein, so dass Abbildung und Beschreibung nur eines derselben genügt.

Fig. 547 zeigt die Ansicht eines Hallenbinders von 37,1 m Spannweite bei etwa 19 m Höhe, dessen innere Gurtung für jede Binderhälfte nach einem Kreisbogen von 19,38 m Halbmesser geformt ist, dessen Mittelpunkt 1 m seitlich der Hallenaxe in Schienenunterkante liegt; die äusseren Gurtungen der Halbbinder, welche jeder für sich eine Sichel bilden, sind über dem Scheitelpunkt tangential in einander übergeführt. Die Binder sind mit der gleichen Entfernung von 8,8 m

gestellt und durch eiserne Pfetten, die in 2,34 m Entfernung liegen und an jedem Ende auf einen Knotenpunkt treffen, verbunden. Sie sind kastenförmig mit 1,5 m Abstand der beiden Hälften. Fig. 548 lässt die besondere Form der Pfetten erkennen. Sie sind einem Kreisabschnitt nachgebildet, indem sie 3 Gurtungen und 2 Stege

Fig. 546.

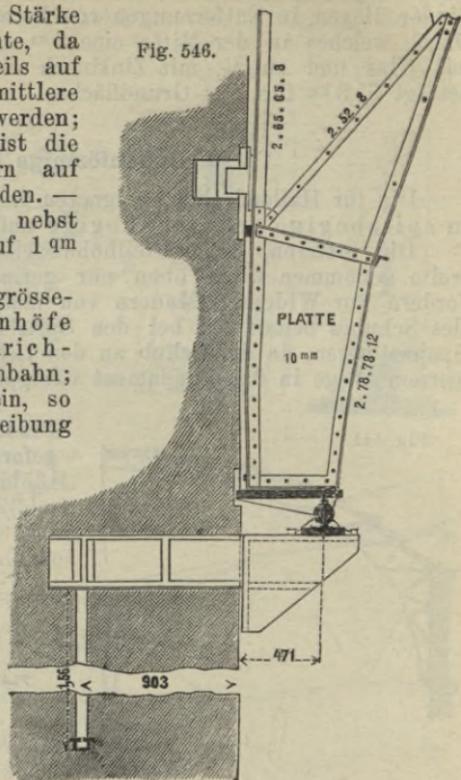
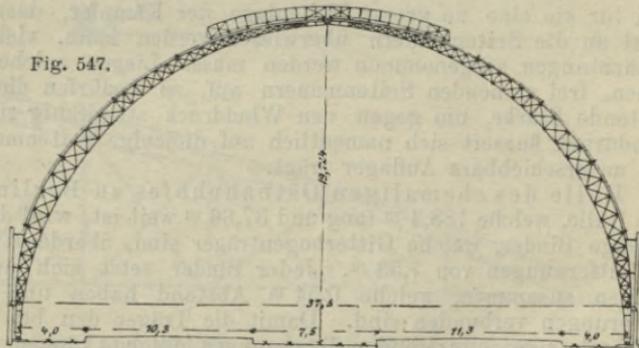
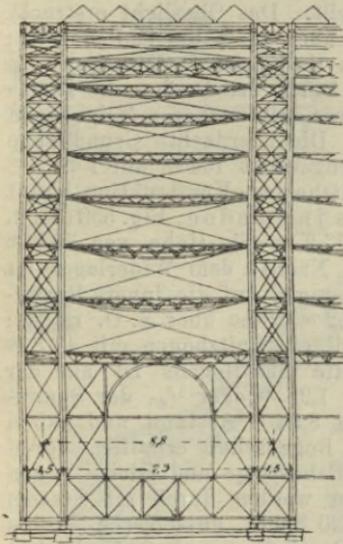


Fig. 547.



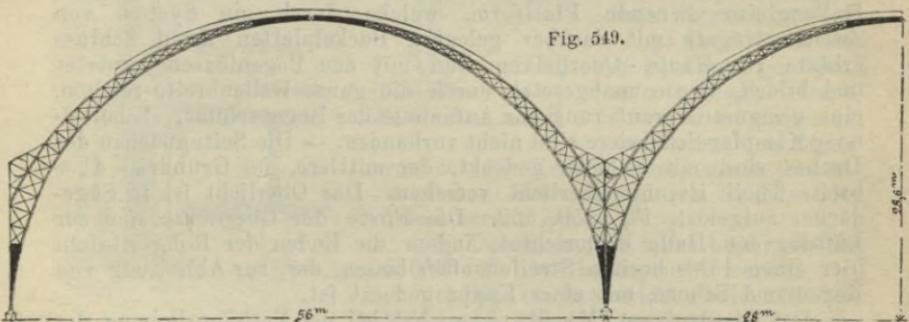
haben; ein Steg fällt in die Normale zur Dachfläche, der andere in die Tangente derselben; die Gurtungen sind fischbauchförmig. Gegen Längenverschiebungen des Hallendaches wirken ausser den Pfetten Kreuze aus Rundeisen; die betr. Kräfte werden unten durch ein eisernes Rahmwerk, welches gleichzeitig die Fensterumschliessung abgiebt, auf die mit Gelenken versehenen Binderfüsse übertragen, Fig. 548. Der Fensterrahm ist kastenförmig gestaltet und liegt seiner ganzen Tiefe nach ausserhalb der äusseren Umgrenzungslinie des Binders (s. Fig. 547).

Fig. 548.



Die Ueberdachung der 144,7 m langen Halle des Bahnhofs Friedrichstrasse, deren Breite von 34—37,2 m zunimmt, wird durch 16 Kuppelbinder von ganz ähnlicher Form wie die oben dargestellten des Bahnhofs Alexanderplatz bewirkt. Der Abstand der Binder beträgt auf der einen Seite 9,01, auf der anderen 9,97 m. Dieser Unterschied findet in dem entsprechend veränderlichen Abstand je zweier Binderhälften ihren Ausgleich, so dass die Pfetten, welche in ihrer Form mit den auf Bahnhof Alexanderplatz verwendeten übereinstimmen, sämtlich gleiche Längen erhalten haben. Da die niedrigen Seitenwände mit Mauerwerk geschlossen sind, kommt das eiserne Rahmwerk der Fenster hier in Wegfall. Das Eisengewicht der Halle, eingeschl. dasjenige der Dachhaut und der Eisentheile der Oberlichte, beträgt auf 1 qm Grundfläche 139 kg.

Fig. 549.



Hallen des Zentralbahnhofs in Frankfurt a. M. Fig. 549. Es liegen 3, je 56 m weite Hallen neben einander. Die Scheitelhöhe der Binder beträgt 28,6 m. Die Füsse der kastenförmigen Binder sind bis nahe auf Bahnsteighöhe hinab geführt, und je 2 Nachbarbinder haben ein gemeinsames Fussgelenk erhalten, welches jedoch für jede Binderhälfte selbständig ist. Der Scheitel und der untere Theil der Binder sind mit voller Blechwand hergestellt und da zwischen je zwei, mit den Rückenflächen der Füsse

zusammen laufenden Bindern durch ein sogen. Stehblech eine feste Verbindung geschaffen worden, ist die selbständige Beweglichkeit der einzelnen Hallenbinder insoweit beschränkt, dass nur die im Scheiteltgelenk sich vollziehenden Temperatur-Verschiebungen bei jedem Binder unabhängig von einander geschehen können. Gegen Verschiebungen in der Längsaxe der Halle sind nur in den beiden Endfeldern zwischen den Binderfüßen kreuzförmige Spannstangen angeordnet, bei den Zwischenfeldern jedesmal nur im zweiten Felde Spreitzen in Kämpferhöhe eingefügt. Daneben liegen unmittelbar unter der Dachhaut Windkreuze aus schwachem Rundeisen. Die Binder sind in 8 m Entfernung gestellt. — Die Hallen werden theils durch Ober- theils durch Seitenlicht erhellt. Das Oberlicht erstreckt sich mit sogen. sägeförmiger Ausführung über die halbe Hallenbreite; bei den Aussenseiten der beiden äusseren Hallen wird Seitenlicht in der Weise gewonnen, dass im untersten Stück des Daches die Dachhaut nicht der Gurtungsform folgt, sondern mit flacherer Neigung in schräger Richtung weiter geht (s. Fig.). Die überdachte Grundfläche der 3 Hallen beträgt 31 584 qm; das Eisengewicht 134 kg auf 1 qm.

Ein grossartiges Beispiel einer Spitzbogen - Konstruktion bietet die Halle des St. Pancras-Bahnhofs in London, Fig. 550—552. Die Binder haben die lichte Weite von 73,2 m, die Höhe von 30,5 m und sind nach 2 Korbbögen konstruirt. Nächst dem Widerlager ist ein Kreisstück von 17,4 m Halbmesser (bezogen auf die innere Bogen-gurtung) eingelegt, welches bis auf 11,2 m Höhe über S.-O. reicht; von hier ab ist für den mittleren Theil ein Spitzbogen mit 48,8 m Halbmesser gewählt worden. Die Breite des Bogens ist auf der ganzen Höhe gleichbleibend und beträgt 1,93 m oder $\frac{1}{40}$ der Spannweite. Die einzelnen Binder liegen mit 8,94 m Abstand und haben an Fusse eine Verspannung gegen den Bogenschub erhalten, deren Anfang aus Fig. 551 erkennbar ist. Die Bahnsteige und Gleise liegen nämlich etwa 7 m über Geländehöhe und werden durch ein System von Säulen und Trägern unterstützt. 720 Stück gusseiserne Säulen und 49 Reihen schmiedeiserner Haupt-Querbalken nebst 15 Reihen Längsbalken bilden das Gerippe für die zum Tragen der Bahnsteige und Hallengleise dienende Plattform, welche durch ein System von Zwischenträgern mit darüber gelegten Buckelplatten ihren Schluss erhält. Die Haupt-Querbalken sind mit den Bogenfüßen vernietet und bilden, da sie unabgesetzt durch die ganze Hallenbreite reichen, eine geeignete Verankerung zur Aufnahme des Bogenschubs. Scheitel- oder Kämpfer-Scharniere sind nicht vorhanden. — Die Seitenflächen des Daches sind mit Schiefer gedeckt, der mittlere, im Grundriss 41 m breite Theil ist mit Oberlicht versehen. Das Oberlicht ist in Sägedächer aufgelöst, Fig. 550, 552. Die Firste der Oberlichte sind zur Lüftung der Halle eingerichtet, indem die Enden der Rohglastafeln hier einen 15 cm breiten Streifen offen lassen, der, zur Abhaltung von Regen und Schnee, mit einer Kappe gedeckt ist.

Der Konstrukteur, Mr. Barlow, hat bei der Veröffentlichung des Bauwerks die Gründe mitgetheilt, welche ihn veranlasst haben, die erhebliche Breite von 73,2 m ungetheilt zu überspannen. Wäre die Spannweite in 2 Hälften zerlegt worden, so hätten, nach seiner Annahme, nicht spitzbogige, bis zum Bahnsteige herab reichende, sondern flachbogige, in der Mitte auf Säulen ruhende Binder gewählt werden müssen. Die Herstellung der Säulen, einschl. der Fundamente, sowie der Rinnen und Abfallsohre zur Abführung des in der Kehle sich sammelnden Wassers würde aber ziemlich kostspielig gewesen sein. Man hätte den beiden Einzeldächern von je 36,6 m Spannweite

ein Pfeilverhältniss von $\frac{1}{5}$, also von 7,32 m geben können, während der zur Ausführung gekommene Spitzbogen die Höhe von etwa $\frac{2}{5}$ der Gesamthöhe hat. Der Horizontalschub des Bogens von 73,2 m Spannweite fällt deshalb nicht grösser aus als der der kleinen Bögen von je 36,6 m Spannweite. Da aber ferner die Last des Bogens bei der ausgeführten Konstruktion bis unter Bahnsteighöhe hinab geführt ist, so erforderten die stützenden Mauern keine Verstärkung, und das um so weniger, als auch der infolge Temperaturwechsels entstehende Seitenschub der aufliegenden Binder die Seitenmauern nicht trifft. Die Dehnung der Binder durch Temperatur-Einfluss betr., so ist zu

Fig. 550.

Fig. 551.

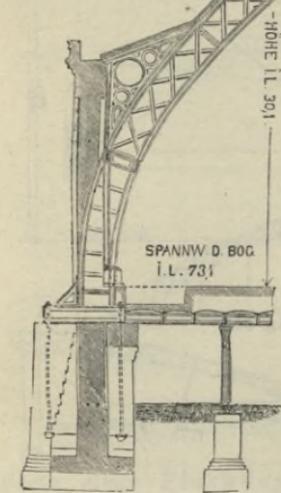
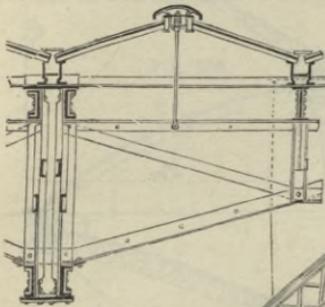
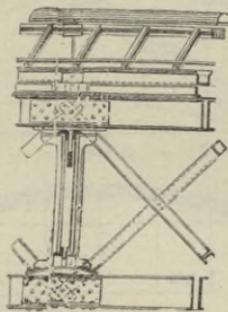


Fig. 552.



beachten, dass die Spannbalken verdeckt unter den Bahnsteigen liegen, also keinem grossen Temperaturwechsel ausgesetzt sind, während die Bögen diesen Einflüssen zwar unterstehen, aber nur um ein Geringes in ihrem Scheitel gehoben oder gesenkt werden.

Der Rechnung wurden folgende Annahmen zugrunde gelegt:

a) Die Stärke des Bogens muss genügend sein um alle Drucklinien zu umschliessen, welche aus dem Eigen-

gewicht der Konstruktion, sowie der beweglichen Belastung durch Schnee oder Wind hervor gehen.

b) Das Eisen soll nicht höher als mit 550 kg auf 1 qm beansprucht werden.

c) Die Durchschneidung beider Binderhälften im Scheitel soll spitzbogig sein,

weil dadurch nicht nur der architektonische Eindruck erhöht wird, sondern die Binder auch grössere Widerstandsfähigkeit gegen den Winddruck erhalten.

Die Binder wiegen, ausschl. der unteren Spannbalken, je 55 700 kg, oder 85 kg auf 1 qm überdeckter Grundfläche.

Die Halle des Nordbahnhofs in Wien, Fig. 553, ist 3 schiffig; das mittlere 22 m weite Schiff ist durch spitzbogige Binder aus Fachwerk gebildet, welche auf gusseisernen Säulen aufliegen; die Höhe der Spitzbögen beträgt etwa 10 m. Die Binder liegen 6,64,

bezw. 9,80 m weit. Das Eigengewicht der Konstruktion, einschl. der Säulen, jedoch nicht ausschl. des Eindeckungs-Materials, soll die beträchtliche Höhe von 121 kg auf 1 qm Hallenfläche erreichen. Zur Aufnahme des Bogenschubes sind Spannstangen nicht vorgesehen, da die beiden Seitenschiffe das mittlere Schiff absteifen, bezw. den Schub auf die Umfassungsmauern übertragen.

Die im Jahre 1863 erbaute Bahnhofshalle zu Mailand, Fig. 554, hat die Länge von 250 m und Weite von 40,5 m. Die Binder sind flache Spitzbögen, welche an den Auflagern in Blechträger-Konsole übergeführt sind; sie haben 7,5 m Abstand. Zur Aufnahme des Bogenschubes ist ein polygonales System von Zugstangen angeordnet, welche einerseits im Bogenscheitel, andererseits dort angreifen, wo der gitterförmige Bogentheil auf die unteren, konsolartig gebildeten Bogen-Anfänger aufgesetzt. Das Eisengewicht soll nur 35,23 kg auf 1 km Grundfläche betragen.

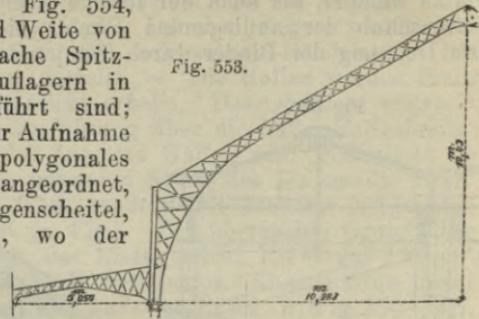


Fig. 553.

Fig. 554.

Eine Uebergangsform zwischen den spitzbogigen und flachbogigen Bindern bildet der Binder der Bahnhofshalle in Nancy, Fig. 555. Die Halle ist 98 m lang und hat 27,4 m Spannweite.

Der Binderabstand beträgt 7 m, das Eisengewicht der Konstruktion 32 kg auf 1 qm Grundfläche. —

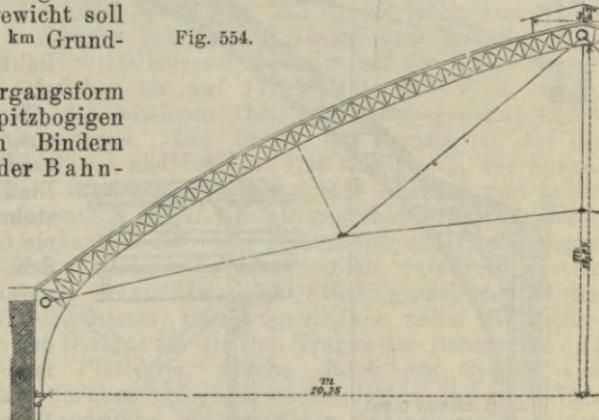
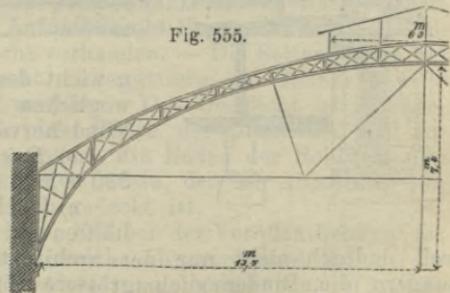


Fig. 555.

Flachbogige Binder. Dieses System hat sich für Hallen bis 40 m Spannweite in der Ausführungsweise ohne Scharniere besonderen Eingang verschafft. In leichter und gefälliger Weise ist von demselben bei dem Hallendache des Berl.-Potsd.-Magdeb. Bahnhofs zu Berlin Anwendung gemacht, Fig. 556.

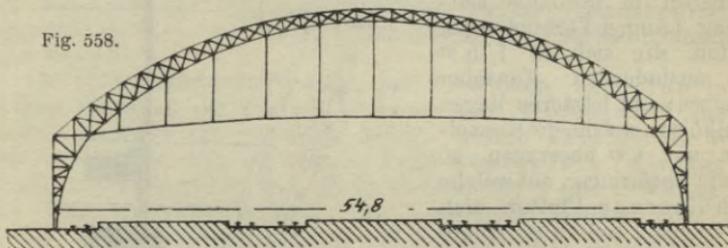
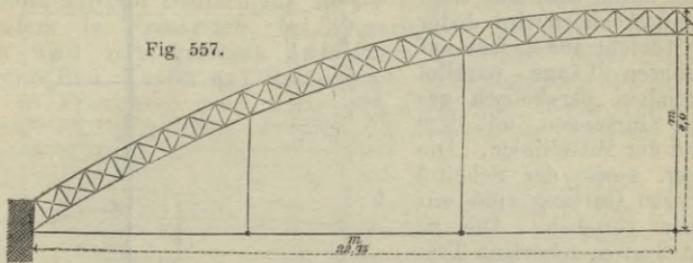
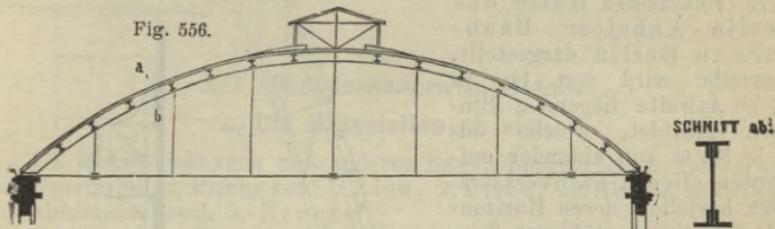
Die über 3 Bahnsteige und 5 Gleise fortreichende Konstruktion von 36 m Spannweite besteht aus Bindern von Eisenblech mit L-Eisen gesäumt, die durch Längsträger aus Gitterwerk verbunden sind und deren Schub durch eine Rundeisen-Zugstange aufgenommen wird, die durch 7 schwache Hängeeisen getragen wird. Nirgends entsteht jedoch eine Dreiecks-Verbindung, so dass die Bögen, die als Kreisbögen mit



$\frac{1}{5}$ Pfeilhöhe konstruiert sind, bei ungleichförmiger Belastung nur mit der eigenen Biegungs-Festigkeit zu widerstehen haben. Die ganze Dachfläche ist mit Glas eingedeckt.

Die Halle der Baltimore-Bahn in Philadelphia, Fig. 557, 1865 erbaut, ist mit Flachbogen-Bindern von 45,5 m Spannweite und 8 m Pfeil überdeckt, welche in Abständen von 3,66 m liegen. Die Bögen haben Gitterwerk und sind durch eine Zugstange gespannt, welche durch 5 Hängeisen mit der oberen Gurtung verbunden ist. Das Eisen-Gewicht beträgt 28,5 kg auf 1 qm Grundfläche.

Für die Ueberdeckung der bei Anlage der Berliner Stadteisenbahn hinzugekommenen zweiten Halle des vormaligen Niederschlesisch-Märkischen Bahnhofes in Berlin ist die bisher seltene



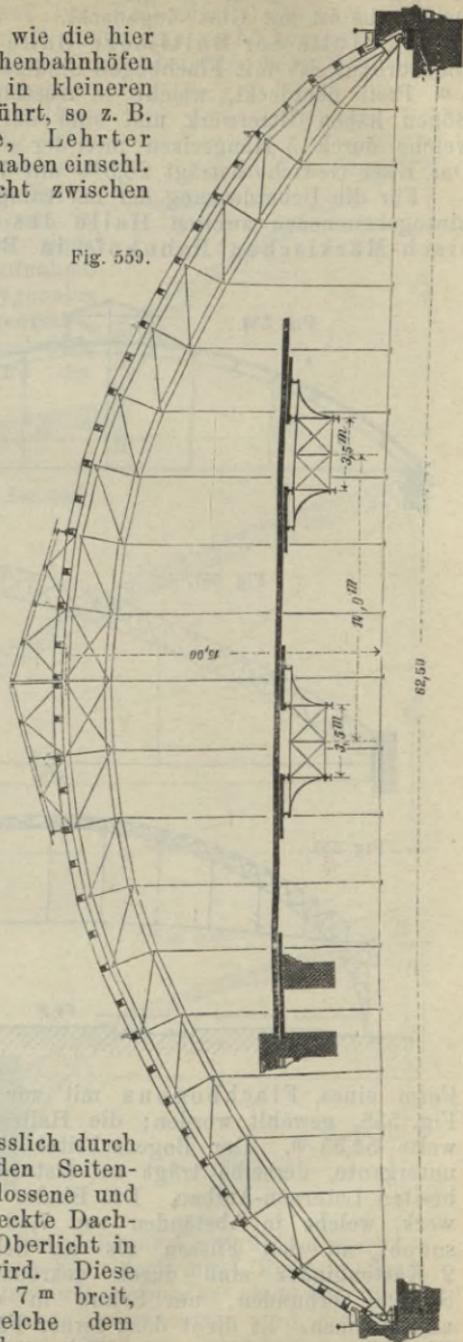
Form eines Flachbogens mit zur Erde herabgeführten Füßen, Fig. 558, gewählt worden; die Hallenlänge ist 204 m, die Hallenweite 54,35 m. Der Bogenscheitel liegt rd. 19 m über Schienenunterkante, derselbe trägt auf fast seiner ganzen Länge einen 9,5 m breiten Laternen-Aufbau. Die Binder sind Kastenbinder aus Gitterwerk, welche in Abständen von 7,43 m stehen. Die Binder haben sowohl an den Füßen als im Scheitel Gelenke erhalten. Je 2 Kastenbinder sind durch gekreuzte Rundeisenstäbe zu einem System verbunden, um Schub in der Längsrichtung der Halle aufzunehmen. Es dient dazu ferner Fachwerk, welches zwischen die Binderfüsse, in der ganzen Höhe, in welcher die äussere Gurtung senkrecht gestaltet wurde, eingefügt ist; die Pfetten sind hölzerne.

Das Eisengewicht beträgt auf 1 qm Grundfläche 104 kg; hinzu kommen beim Eigengewicht 303 cbm Holz, welches in den Pfetten verwendet ist.

Aehnliche Konstruktionen, wie die hier dargestellte, sind auf den Zwischenbahnhöfen der Berliner Stadteisenbahn in kleineren Abmessungen mehrfach ausgeführt, so z. B. auf den Bahnhöfen Börse, Lehrter Bahnhof und Bellevue; sie haben einschl. der Dachhaut ein Eisengewicht zwischen 80 und 100 kg auf 1 qm.

Zum Schluss ist in Fig. 559 das Dach der im Jahre 1879 vollendeten Halle des Berlin-Anhalter Bahnhofs zu Berlin dargestellt. Dasselbe wird von 11, in 14 m Axweite liegenden Bindern gebildet, welche aus 2 je 3,5 m von einander entfernten Bogen-Fachwerkträgern bestehen, deren Horizontalschub durch stählerne Zuganker aufgenommen wird. Jeder Träger besteht aus 2, fast auf der ganzen Länge parallel verlaufenden, parabolisch geformten Gurtungen mit 2 m Abstand der Mittellinien. Die Auflager, sowie der Scheitel der oberen Gurtung sind mit Gelenken versehen. Die zu einem System gehörigen Träger haben in je 3,5 m Entfernung Längen-Verbindungen erhalten, die sich in 1,75 m weit ausladenden Konsolen fortsetzen; auf letzteren liegen Sattelhölzer, welche die Konsolenden um 1 m überragen, so dass die Entfernung, auf welche die hölzernen Pfetten sich frei tragen, auf 5 m eingeschränkt ist. Ein besonderer eiserner Längsverband ist nicht vorhanden. — Die Halle empfängt das Licht fast ausschliesslich durch grosse Licht-Oeffnungen in den Seitenwänden, während die geegeschlossene und mit verzinktem Wellblech eingedeckte Dachfläche, nur durch ein einzelnes Oberlicht in jedem System unterbrochen wird. Diese Oberlichte, je 14 m lang und 7 m breit, liegen in einer Laterne, welche dem Scheitel aufgesetzt ist. — Die Abmessungen der Halle betragen: Länge 167,8 m, Breite 60,72 m, die Höhen bis

Fig. 559.



zum Auflager der Dachbinder 19,20 m und bis zum First 34,25 m. Es ist bei dieser Halle der architektonischen Ausbildung des Raumes ein erhebliches Geldopfer gebracht worden, da die Standfähigkeit der zum grössten Theile frei stehenden Umfassungsmauern die Anwendung sehr bedeutender Stärken derselben erheischte. Aus einem Vergleiche mit der Halle der St. Pancras-Station in London geht hervor, dass man bei der Halle des Berlin-Anhalter Bahnhofs durch Anwendung spitzbogiger Träger, deren Fusspunkt entsprechend anzuordnen war, eine sehr beträchtliche Ersparniss an Mauerwerk hätte erzielen können. — Die Binder selbst sind (bei einem Gewicht von 43 700 kg auf 1 Doppelbinder oder von 51 kg auf 1 qm überdachter Grundfläche) zwar verhältnissmässig nicht schwer konstruirt; die Total-Kosten der Eisen-Konstruktion treten aber auch erheblich zurück gegen die der Umfassungsmauern.

XIV. Dachdeckungen in Metall.

a. Die Materialien an sich.

Zu Metalldeckungen und anderen Bauklempnerarbeiten dienen als Hauptmaterialien, Bleche von: 1. Zink, 2. Eisen, 3. Blei, 4. Kupfer, ausnahmsweise auch 5. Bronze.

Zink wird in Deutschland in der Regel ohne Ueberzug, zuweilen, besonders in Frankreich, bei Zierarbeiten „verbleit“ angewendet. Eisen wird mit geringen Ausnahmen „verzinkt“ oder „verbleit“, während Blei, Kupfer und Bronze stets ohne Ueberzug bleiben. Blei wird in Frankreich auch noch mit Talg, dem etwas Graphit beigemischt ist, abgerieben, wodurch ein schützender Ueberzug aus unlöslicher Bleiseife sich bildet.

In neuerer Zeit kommt noch in Betracht: „emallirtes Eisenblech“, welches in allen, von den stumpfesten bis zu den glänzendsten Farbentönen hergestellt wird. Dies Material ist thermischen Einflüssen ausserordentlich wenig unterworfen und eignet sich daher auch besonders zu Deckungen, welche starker Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind, — wo es sich wesentlich um Unschädlichmachung dieser handelt. —

Als „Löthmaterial“ dient bei 1—3 stets nur Zinn in der üblichen Mischung mit Blei als Löthzinn oder „Weichloth“, und bei 4 und 5 ebenfalls für verdeckte Arbeit, welche nicht in der Werkstätte ausführbar sind, im anderen Falle Schlagloth (Messing).

Zur Befestigung auf Holz dienen: bei 1 und 2 Nägel aus Zink oder eisenverzinkte, bei 3 entweder letztere oder verzinnte oder verbleite, bei 4 und 5 kupferne, bronzene oder stark verkupferte Eisennägel bzw. Schrauben.

Zur Versteifung einzelner Konstruktionsformen dient theils Holz theils Eisen, letzteres zweckmässiger Weise stets verzinkt oder verzinnt, bei 4—5 dagegen verzinkt oder verkupfert, oder auch bei 5 mit Bleipapier umwickelt.

Anstriche werden ausser bei gewöhnlichem Eisenblech nur etwa auf Zink angewendet, — nicht als Schutzmittel gegen Zerstörung, sondern gegen starke Erhitzung und zur Farbengebung in architektonischem Interesse.

Auf Eisenblech wird häufig asphaltreicher Theeranstrich oder Oelfarbe verwendet, auf Zink letztere und sogen.: „Neosilexor“ eine Zusammenstellung von Zinkweiss mit Wasserglas, das von der Zinkhüttengesellschaft Vieille-Montagne vertrieben wird. Der An-

strich haftet vorzüglich und gestattet es, diesem durch Beimischung von Sandsteinpulver einen durchaus steinähnlichen Ton zu verleihen; er darf aber nur von wohlerfahrenen Handwerkern aufgetragen werden.

Da Deckungen allen Wetteinflüssen im äussersten Maasse ausgesetzt sind, ist vorzüglich das Verhalten der einzelnen Materialien unter wechselnden Wärmeeinflüssen zu berücksichtigen, sowohl wenn dieselben für sich, als wenn sie mit einander verbunden verwendet werden.

Es sei deshalb hier angeführt, dass die Längen-Ausdehnung für 10° Wärmezunahme beträgt (abgerundet):

- | | |
|---|--|
| 1. bei Eisen: $0,001 = \frac{1}{810}$, | 4. bei Blei: $0,003 = \frac{1}{350}$, |
| 2. „ Kupfer: $0,003 = \frac{1}{580}$, | 5. „ Zink: $0,003 = \frac{1}{340}$, |
| 3. „ Zinn: $0,002 = \frac{1}{515}$, | 6. „ Glas: $= \frac{1}{1115}$. |

Bei verzinktem Eisen usw. ist die Ausdehnung des Hauptmaterials anzunehmen, bei emaillirtem nur das arithmetische Mittel der Werthe zu 1 und 6, also rd. $\frac{1}{975}$.

Nicht minder wichtig ist die Wärmeaufspeicherungs-Fähigkeit der betr. Materialien; dieselbe beträgt für:

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. Blei = 0,031, | 4. Zink = 0,096, |
| 2. Zinn = 0,056, | 5. Eisen = 0,114, |
| 3. Kupfer = 0,095, | 6. Glas = 0,193. |

Dass dem gegenseitigen elektrischen Verhalten Rechnung zu tragen, ist selbstverständlich; demnach sind unmittelbare Berührungen von Kupfer und Eisen oder Zink — wie oben bei Befestigungs- und Versteifungs-Materialien schon angedeutet, zu vermeiden und ebenso ist es unzulässig das Traufwasser von Kupfer- und Bronzedeckungen über nacktes Eisen und Zinkmaterial zu leiten, weil das durch Kohlen- bzw. Schwefel- und Salpetersäure-Gehalt der Luft gelöste Kupfer sich auf dem Zink niederschlagen und dieses sich gleichzeitig lösen würde.

Die Anwendung von Blei (auch als dünne Schutzschicht) oder emaillirtem Eisenblech ist angezeigt wenn es sich um Ableitung von Säuren, bzw. Niederschlägen von sauren Dämpfen jeder Art — bei Blei ausgeschlossen: Essig und Kohlensäure sowie Ammoniak — handelt, also in der Nähe von chemischen Fabriken, welche solche herstellen oder verwenden, oder in welchen sich solche in den Abzugsgasen entwickeln, während bei starker Kohlensäure-Entwicklung Zink bzw. emaillirtes Eisenblech am zweckmässigsten zu benutzen sind. Bei ammoniakalischen Dünsten ist nur letzteres beständig.

b. Verarbeitung der Materialien.

Die Blecharbeiten beschränken sich auf „Löthen“, „Biegen“ und „Falzen“; bei Deckung unebener Flächen kommt „Treiben“ hinzu, das aber bei Eisenblech nur ausnahmsweise angewendet wird. Dann ist zweckmässig Feinkorneisen oder Weichstahl zu verwenden.

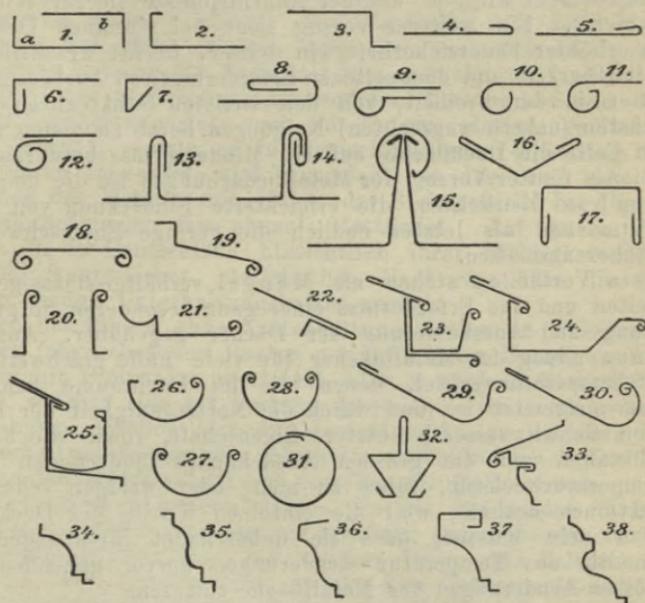
Beim Löthen von Zink oder verzinktem Eisen ist die Anwendung von Salzsäure unumgänglich nöthig (saure Lösung von Chlorzink). Bei jeder anderen Löthung ist sie entbehrlich.

Die Gefahren, welche fahrlässiges Umgehen mit der Säure, sowie mit dem nothwendigen Feuer hervorrufen können, oft auch hervorgerufen haben, machen es zum Grundsatz, die Ausführung von Löthungen auf dem Dache ganz zu verbieten — welches Verbot mit

einiger Umsicht durchführbar ist —, oder sie auf geringe Ausnahmen unter ausdrücklicher Anordnung zweckentsprechender Ueberwachung zu beschränken. Ueberwachung wird auch bei Ausführung von Ausbesserungen, wobei Löthungen kaum zu umgehen sind, immer angezeigt sein.

Die wesentlichsten Arbeiten sind alsdann „Nietung“, welche in der Regel nur bei Eisenblech Anwendung findet, sowie Falzen

Tafel XV. Grundformen für Falzen und Biegen von Blechen.



1. *a*: Ab-, *b*: Aufkantung; 2. Abkantung mit Aufkantung; 3. Abkantung mit Umkantung; 4. Falz; 5. Umschlag; 6. Abkantung mit Falz; 7. Abkantung mit scharfer Einfaltung; 8. Doppelfalz; 9. Wustenfalz; 10. Wulst; 11. Wulst mit scharfer Einkantung; 12. angesetzter Wulst; 13. Deckbleche mit einfach stehendem Falz; 14. Deckbleche mit doppeltem Falz; 15. Deckbleche mit scharfer Einkantung und übergeschobenem Wulst, mit scharfer Einkantung; 16. Kehle mit Falz; 17. Belgisch-Rheinische Deckleiste; 18. Deutsche Deckleiste; 19. Gesimsabdeckung; 20. Kiesschutzleiste (für Holzzementdächer); 21. Fensterrinne mit innerem Fensterblech; 22. doppelter Vorsprungstreifen; 23. u. 25. Kastenrinne; 24. Rinne in Holzgesimsen; 26. halbrunde Hängerrinnen mit Einkantung und einwärts stehendem Wulst; 27. desgl. mit auswärts und einwärts stehendem Wulst; 28. desgl. mit zwei inneren Wulsten; 29. Rinne auf Dach mit Wasserfalz und auswärts stehendem Wulst; 30. desgl. desgl. mit einwärts stehendem Wulst; 31. Abfallrohr; 32. Sprosse für Oberlichte; 33. Gesims mit Abdeckung; 34—38. verschiedene Gesimsformen.

und Biegen, was „von Hand“ selten mehr ausgeführt und grundsätzlich nur für kleinere Arbeiten gestattet werden sollte. Die neueren Falz- und Biegemaschinen allein gewährleisteten vollkommene Arbeit.

Die Grundformen, welche beim Biegen und Falzen mit der Maschine herstellbar, sind in Tafeln XV. Fig. 1—16 dargestellt. Fig. 17—38 geben noch einige weitere Anwendungsformen, wie sie mit der üblichen Maschine ebenfalls unmittelbar gefertigt werden können.

Bei den neueren Deckweisen beschränken sich die Arbeiten dieser Art auf die Anschlüsse an Mauern usw. und an Rinnen; die Decktafeln werden von den Hütten und Fabriken fertigt geliefert.

Wenn nicht aussergewöhnliche Verhältnisse ein Anderes bedingen, wird man wohl thun, diese Deckweisen anzunehmen, welche unter Umständen etwas höhere Anlagekosten mit sich bringen, aber eine grosse Gewähr für Dauerhaftigkeit und Verringerung der Unterhaltungs- bezw. Ausbesserungsarbeiten bieten.

Der Hauptvorzug von Metalldeckungen gegenüber solchen in natürlichen und künstlichen Steinen beruht in der Möglichkeit, grössere Flächen ohne, oder mit geringerer Zahl und mit durchaus dichten Fugen herstellen zu können, da im allgemeinen eine Deckung um so besser sein wird, je weniger Angriffspunkte sie für Wind und Wetter bietet. Ein weiterer Vorzug liegt bei einzelnen Deckungsarten in erhöhter Feuersicherheit, ein dritter, höchst wesentlicher in grosser Haltbarkeit und dem seltenen Erforderniss von Ausbesserungen, ein vierter in der Freiheit, von den steilsten (senkrechten) bis zu den flachsten (nahezu wagrechten) Neigungen herab zu gehen und im letzteren Falle die Dachfläche auf ein Mindestmaass beschränken zu können. Als fünfter Vorzug der Metallbedachungen ist die bequemere Einfügung von Oberlichten, die erleichterte Eindeckung von Kehlen und Graten und als letzter endlich die geringe Eigenschwere der Metalldächer anzusehen.

Diesen Vortheilen stehen als Mängel verhältnissmässige Kostspieligkeiten und das Erforderniss einer ganz besonderen Sorgfalt bei Herstellung und Ausbesserung der Dächer gegenüber. Ausserdem ist die Anwendung der Metalldächer für viele Fälle erschwert durch grossen Temperaturwechsel, denen die im Dachraume befindliche Luftmasse ausgesetzt ist und durch die Nothwendigkeit der Beseitigung von Schwitzwasser. Letztere Eigenschaft, sowie die bedingte Rücksichtnahme auf die grossen Ausdehnungs-Aenderungen infolge von Temperaturwechseln, führt zu mehr oder weniger schwierigen Konstruktionen deshalb, weil die einzelnen Theile der Deckung so beschaffen sein müssen, dass sie unbeschadet ihres eigentlichen Zweckes, die aus Temperatur-Aenderungen hervor gehenden Form- und Grössen-Aenderungen der Metallfläche zulassen.

Zu Metalldächern werden sowohl flache Bleche in Tafeln (aus Zink, Eisen u. Kupfer usw.) und in Rollen (aus Blei) verwendet, wie bei Zink und Eisen auch gerippte (kannellirte) und gewellte Bleche, und zwar sowohl flach gewellte als sogen. Trägerwellbleche. Bei Deckungen mit Zink ist letztere Form weniger vortheilhaft. Die verbleiten Eisenbleche werden gewöhnlich nur als Planbleche verwendet. Zinkbleche werden jetzt häufig als „Rauten“ oder, in Nachahmung von Schiefeln (Schuppen), zur Deckung fertig vorbereitet von den Hütten geliefert. Aehnliches findet bei verzinkten Eisenblechen statt, welche oft die Form von Falzziegeln haben. Beide Formen werden auch in emallirten Eisenblechen hergestellt.

c. Besondere Vorsichtsmaassregeln bei Metalldeckungen.

Die rasche Zerstörung einzelner Metall- (namentlich Zink-Dächer, welche man bemerkt hat, vermochte man sich früher nicht zu erklären; sorgfältige Untersuchungen führten zu der Erkenntniss, dass bei Anwendung frisch geschnittener, nicht ausgelangter Schalung oder Latten, sei es infolge Deckung bei nassem Wetter oder des, bei Thauwetter nach starkem Frost sich auch auf der Unterseite bildenden Beschlagwassers, die im Holze enthaltenen organischen Säuren eine verderbliche Wirkung ausüben. Seit dieser, im Anfang der 1860er Jahre festgestellten Thatsache, werden in Frankreich nur ausge-

laugte Hölzer (vornehmlich Pappel- und Weidenholz) zu Dachschalungen usw. verwendet.

Bei Rinnen und Gesimsabdeckungen mit dünnen Blechen (also abgesehen von den Deckungen mit starken Trägerwellblechen) müssen Dachüberstände mit dichten Fugen unterschalt sein, also gepundete Schalung oder solche mit übrnagelten Fugen erhalten; am besten ist doppelte Schalung.

Herstellung der Rinnen. In vielen, namentlich französischen Schriftwerken sieht man gewöhnlich Dachrinnen in Darstellungen, welche glauben lassen, dass Zink- oder Bleirinnen unmittelbar in Steinmaterial gebettet seien. Die Thatsache ist, dass sowohl in Rinnkasten aus Holz, mittels Gips eine vorbereitende, genau anschliessende Bettung für Zink oder Blei gefertigt wird, ebenso wie in einer (doch nur noch selten angewendeten) Bettung in Stein. Es wird aber die Gipsbettung stets noch mit festem, glatten, geölten Papier (*papier Joseph*) — wie es in Deutschland zur Verpackung feinerer Metallwaaren verwendet wird, ausgelegt, so dass eine unmittelbare Berührung des Metalls mit Holz- oder Steinmaterial bei Rinnen wie bei Gesimsdeckungen usw. niemals stattfindet. Auf diesen Umstand kommen die in Deutschland hinsichtlich ihrer Richtigkeit oft angezweifelten französischen, statistischen Nachweise über die dortigen geringen bezügl. Unterhaltungskosten zurück.

Auch bei Rinnen ohne Kastenbettung werden in Frankreich die Rinneisen (abgesehen von Bauten geringfügigster Natur), gewöhnlich entweder mit Bleipapier umwickelt, oder es wird ein Zinkstreifen eingelöthet, welcher eine Art Bettung darstellt. — Bei solch vorsichtigen Maassnahmen erhöhen sich die Herstellungskosten um etwa 7—8⁰/₀; die Unterhaltungskosten aber schwinden gegenüber den in Deutschland allgemein nothwendigen oft auf ungefähr die Hälfte herab.

Witterungsfährlichkeiten. So wie bei nassem Wetter die Ausführung jeglicher Deckung auf Schalung ausgeschlossen sein sollte, so darf keine Zinkdeckung, bei welcher Biege- und Falzarbeit nothwendig ist, bei Temperaturen, welche dem Gefrierpunkt nahe liegen ausgeführt werden, wenn bezüglich der Haltbarkeit Sicherheit bestehen soll.

Bei allen Metalldeckungen gilt die Regel: dass **kein** Nagel unbedeckt aussen sichtbar sein darf.

Nach einer jeden über Dach ausgeführten Löthung bei Anwendung von Säure, soll dieselbe **sofort** mit reinem Wasser gut abgspült werden. —

d. Deckungen in Zink.

α. Deckung mit Tafelblechen.

Die für die Zwecke der Dachdeckung infrage kommenden Blechsorten sind hinsichtlich Grösse, Gewicht, Deckgrösse usw. in nachstehender Tabelle mitgetheilt; am häufigsten finden die Nummern 11, 12, 13 Verwendung, No. 14, 15 zu Rinnen u. dergl.

Planbleche müssen stets auf Schalung gedeckt werden; bei sehr flachen Neigungen sind Pfettendächer anzuordnen, damit die Schalung keine Querfalten bilden kann, welche den Wasserablauf hemmen. Oder es muss genau gepasste Schalung angewendet werden. (Siehe Bleidächer).¹⁾

¹⁾ Unter „Breiten“ wird stets die Firstrichtung, unter „Längen“ die Richtung des Gefälles verstanden.

| No. der Tafel | Stärke in mm | Gewicht für 1 qm Kilogr. | Gewicht der Tafeln. | | | |
|---------------|--------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | | | 0,65 . 2 m = 1,3 qm | 0,80 . 2 m = 1,6 qm | 1,0 . 2,0 m = 2 qm | 1,0 . 2,5 m = 2,5 qm |
| 10 | 0,500 | 3,50 | 4,550 | 5,600 | 7,000 | 8,750 |
| 11 | 0,580 | 4,06 | 5,278 | 6,496 | 8,120 | 10,150 |
| 12 | 0,660 | 4,62 | 6,006 | 7,392 | 9,240 | 11,550 |
| 13 | 0,740 | 5,18 | 6,734 | 8,288 | 10,360 | 12,950 |
| 14 | 0,820 | 5,74 | 7,462 | 9,184 | 11,480 | 14,350 |
| 15 | 0,950 | 6,65 | 8,645 | 10,640 | 13,300 | 16,625 |

Als Haften dienen in der Regel Blechstreifen von stärkerem Zink (1—2 Nummern höher als die der Deckbleche), welche etwa 4—6 cm breit zu nehmen sind und in angemessener Länge, so dass

Fig. 561.

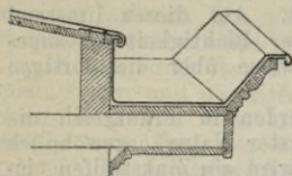


Fig. 560.

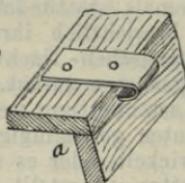
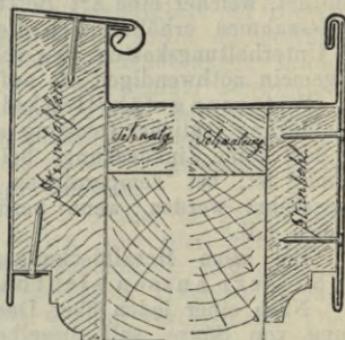
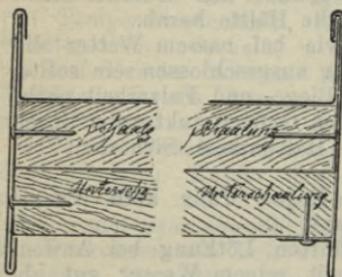


Fig. 564.

Fig. 565.

Fig. 562.

Fig. 563.



stets 2 Nägel oder Schrauben „versetzt“ angebracht werden können. Haften aus verzinktem Eisenblech sind nur in besonderen Fällen anzuwenden (auf welche weiterhin immer hingewiesen wird). Die Haften sollen in Entfernungen von nicht über 50 cm von einander angebracht werden.

Bei allen Decksystemen werden zunächst die Traufkanten gebildet, indem doppelte abgebogene Vorsprungstreifen, Fig. 560, aus einzelnen kürzeren, schmäleren Streifen gebildet, an der Traufkante aufgenagelt werden; bei Anwendung grösserer Breiten werden einseitig längliche Löcher nothwendig. Wenn aber eine Rinne zur Anwendung kommt so werden zunächst die Haften für diese, Fig. 561, 561 a angebracht, welche gemeinsam zum Einhängen der Rinnen und der untersten Deckbleche dienen.

Bei vortretenden Dächern sowohl wie bei frei stehenden Giebeln wird es nöthig, eine Giebelsicherung vorzusehen, wie sie in den Fig. 562—565 dargestellt ist. Solche (ohne Anwendung von Leisten über

Dach) lediglich aus aufgekanteten Falzen herzustellen, ist nicht rätlich.

Bei Fig. 562 u. 565 sind die Giebel- oder Stirnbleche auf ange-nagelten Haften oben und unten eingeschoben, bei 563 nur oben, bei 564 auf umgefalteten, auf den Stirnböhlen befestigten Haften. Bei den Anordnungen nach 563 u. 564 müssen für die unteren Nagelungen Langlöcher angewendet werden.

a) Die Deckung mit stehenden Falzen, Fig. 566, ist nur für stark geneigte Dachflächen geringer Länge benutzbar, da die Ueberdeckung der Ober- mit der Untertafel durch Löthung hergestellt werden muss. Zwischen je 2 Deckblechen sind Haften aus starkem Zinkblech auf die Schalung genagelt; es muss also auf dem Dache gefalzt werden. (Wird fast nur bei verbleitem Eisenblech angewendet!)

b) Deckung mit übergeschobenem Wulst. Die Deckung nach Fig. 567 u. 568 ist wenig mehr im Gebrauch. Die Deckbleche

Fig. 566.

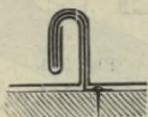


Fig. 567.



Fig. 568.



Fig. 568 a.

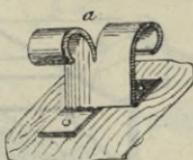


Fig. 569.

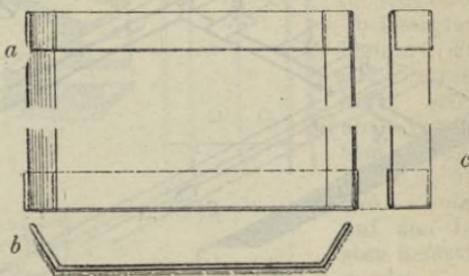
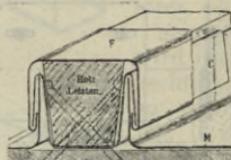


Fig. 570.



in einer Breite von rd. 1,9—2 m werden erst am oberen und unteren Ende umgefalzt, in die entsprechenden Haften eingehakt und es werden sodann auf beiden Seiten zwischen denselben (seitlich) doppelseitige Haften, Fig. 568 a, in Breiten von rd. 5 cm auf die Schalung genagelt und endlich um die wulstförmigen Aufkantungen der Tafeln umgebogen. Hierauf werden die Umfaltungen der wagrechten Fugen niedergedrückt und nunmehr die Wulste mit eigener Ueberdeckung untereinander (etwa 10 cm) über die Aufkantungen übergeschoben. Die Wulste selbst werden von oben mit Holzschrauben auf der Schalung befestigt und es wird alsdann der Kopf derselben durch eine kleine aufgelöthete Zinkkappe überdeckt.

Bei den nachfolgend beschriebenen „Leistensystemen“ werden möglichst grosse Tafeln (i. d. R. 1 auf 2 m) verwendet, wobei ihre Länge in der Dachneigung liegt. Sie werden oben und unten um etwa 4—8 cm umgefalzt und sodann beiderseits um 2,5—4 cm aufgekantet, wie Fig. 569 a im Grundriss, b in der Vorder-, c in der Seitenansicht zeigen. Die Dachfläche wird durch — in der

Gefällrichtung — befestigte Holzleisten von trapezförmigen Querschnitt, Fig. 570, in Felder zerlegt, Fig. 571, deren Breite sich durch die nach Abzug der Aufkantungen verbleibende Breite der Tafeln bestimmt.

Die verschiedenen Systeme unterscheiden sich nur in bezug auf Ausbildung der Leistenform, deren Ueberdeckung und der Haften für letztere, sowie für die Befestigung in der wagrechten Fuge, dem Längsstoss.

c) Das rheinisch-belgische Leistensystem ist in den Fig. 569—574 dargestellt. Die Leisten haben 3—4 cm Höhe und es werden darunter in etwa 50 cm Zwischenweite die Haften C, Fig. 571, befestigt. Die Deckbleche M erhalten am oberen Stoss 3 Haften, von welchen A an der Unterfläche des Deckbleches nach Fig. 574 angelöthet ist, die beiden B hingegen um die obere Falzung greifen; sämtliche

Fig. 571.

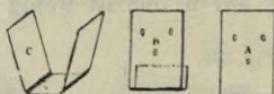
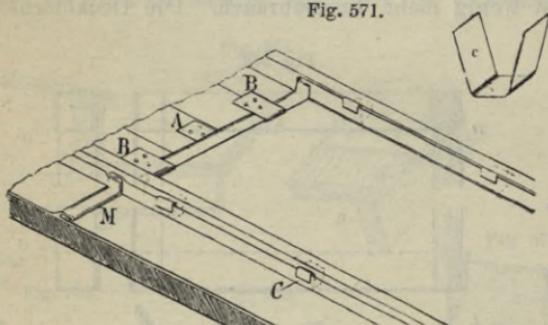


Fig. 573.

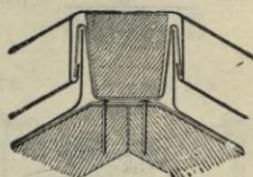


Fig. 574.

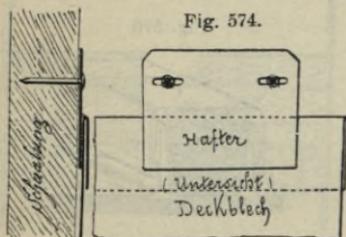
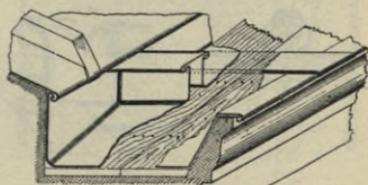


Fig. 572.



Hatten sind auf der Schalung genagelt. Nach Befestigung der Bleche werden die Haften C niedergebogen und die Kappen (Kopf- oder Deckschienen) F, Fig. 570, von unten eingeschoben, zuletzt das unterste Ende (der Kopf) Fig. 572, welches vorher tertig verlöthet herzustellen ist. Das obere Ende des unteren Stückes der Deckschiene erhält dann einen Nagel und das nächst höher liegende muss nun mit einer Ueberdeckung von 10—12 cm wieder über das untere zurück geschoben werden, bevor es ebenfalls befestigt werden kann, u. s. f.

Die Herstellung der Firste von Satteldächern wird dadurch etwas erschwert, dass die oberste Deckschiene nicht bis oben hinauf reichen kann. Es müssen daher kleine Firstkreuzstücke nach Fig. 573 gelöthet, hergestellt werden, welche die Lücken decken. Bei etwaigen Ausbesserungen wird es selten gelingen, dieselben abzunehmen, ohne sie aufschneiden und darnach wieder verlöthen zu müssen, oder sie zu erneuern.

Eine Verbesserung dieses Systems besteht darin, dass nach dem Vorgange der Schlesischen Zink-Gesellschaft, anstelle der Haften B ebenfalls untergelöthete Haften, diese aber mit Langlöchern Fig. 574 angewendet werden, wodurch die Stossfuge einen besseren Schluss erhält.

d) Das verbesserte deutsche Leistensystem, Fig. 575, wird genau so ausgeführt wie beide vorstehend beschriebenen; jedoch werden die seitlichen Aufkantungen der Deckbleche nochmals eingekantet. Die

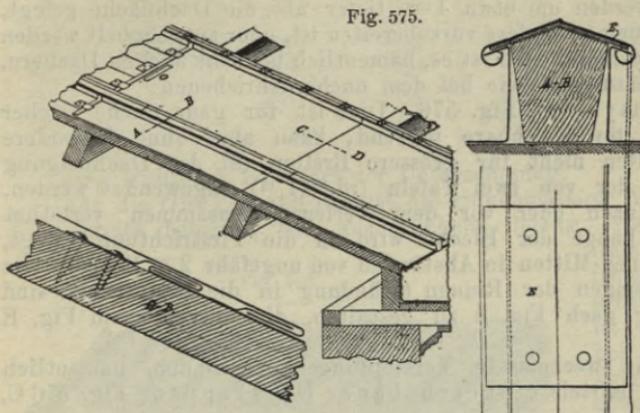
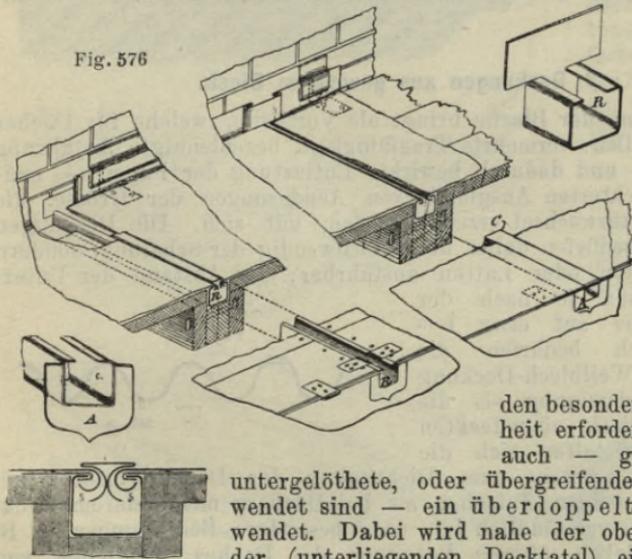


Fig. 575.

Leisten erhalten einen Firstgrat und die Kappen sind seitlich mit Wulsten abgebogen.

An die Stelle der unterden Leisten befestigten Haften C, Fig. 571, treten hier solche aus verzinktem Eisenblech E, Fig. 575, welche auf den Leisten befestigt werden.

Fig. 576



Bei steileren Dachneigungen wird die wagrechte Fuge so gestaltet wie vorher beschrieben.

Bei flacheren dagegen, oder wenn aus anderen Gründen

besonders grosse Dichtigkeit erforderlich ist, wird auch — gleichgiltig, ob

untergelöthete, oder übergreifende Haften angewendet sind — ein überdoppelter Falz angewendet. Dabei wird nahe der oberen Umtalzung der (unterliegenden Decktafel) ein etwa 20 cm breiter Haftstreifen, Fig. 575, aufgelöthet, so

dass die Obertafel um eine grössere Breite 10—12 cm über die Untertafel überschiesst und durch den Haftstreifen dicht aufgedrückt wird. Darnach bleibt dem Winde keinerlei Angriff mehr um die Fuge zu erweitern und Wasser einzutreiben.

Aus dem Schnitt C—D Fig. 575 ist diese Anordnung zu ersehen; dabei ist der mittlere Einhänge-Haft (anstelle der untergelötheten

Haften A in Fig 571) zu einem übergreifenden gestaltet, was in diesem Falle recht wohl angängig, sogar von besonderem Vortheil sein kann.

Zu Firsten und Graten werden bei allen Leistensystemen ebenfalls Leisten derselben Form, aber zuweilen um etwa 1 cm höhere verwendet, so dass die Kappen über die in der Dachneigung liegenden hinweg greifen. Damit gelingt es in manchen Fällen — aber nicht immer — die Anwendung verlötheter Kreuzstücke zu umgehen.

Kehlen werden um etwa 4 mm tiefer als die Dachfläche gelegt, wozu die Schalung besonders vorzubereiten ist, oder ausgehobelt werden muss. Am zweckmässigsten ist es, namentlich bei sehr flachen Dächern, dafür Rinnen anzulegen, wie bei dem nachbeschriebenen:

e) Rinnensystem, Fig. 576. Dies ist für ganz flache Dächer und besonders für begehbare passend, kann aber ohne besondere Umständlichkeiten nicht für grössere Breiten (in der Dachneigung gemessen) als der von zwei Tafeln (rd. 2,1 m) angewendet werden, wobei diese (nach oder vor dem Verlegen) zusammen verlöthet werden. Die Länge der Bleche wird in die Firstrichtung gelegt, so dass die Rinnen-Mitten in Abständen von ungefähr 2 m liegen. Die unteren Endigungen der Rinnen (Mündung in die Hauptrinne) sind durch Löthung nach Fig. A zu gestalten, die oberen nach Fig. R desgl.

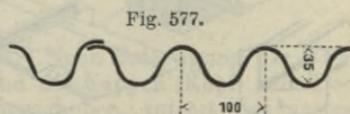
Es ist sehr zweckmässig, Verstopfungen der Rinnen, namentlich bei Schneefall, mittels eingeschobener Deckkappen, Fig. 576 C, vorzubeugen.

Für begehbare Dächer dieser Art ist Zinkblech No. 15—18 anzuwenden.

β. Deckungen aus gewelltem Blech.

Die Wellung der Bleche bringt als Vortheile, welche für Dächer ins Gewicht fallen: vermehrte Tragfähigkeit, beschleunigte Abführung des Wassers — und dadurch bewirkte Entlastung der Fugen —, endlich den erleichterten Ausgleich von Aenderungen der Grösse, die durch Temperaturwechsel erzeugt werden, mit sich. Die Deckungen mit Wellblech bedürfen daher nicht nothwendig der Schalung, sondern sind mit Pfetten oder Latten ausführbar; der Abstand der Unterstützungen kann je nach der Blechstärke bis auf etwa 1 m steigen. Auch bedürfen die Dächer mit Wellblech-Deckung geringerer Dachneigung als die mit glattem Blech eingedeckten und endlich gestalten sich die Konstruktionen, welche zum Dichthalten der Dächer erforderlich sind, im allgemeinen einfacher als bei Dächern mit anderem Deckmaterial. Selbstverständlich ist, dass besondere Bedingungen, z. B. die Nothwendigkeit öfteren Betretens des Daches, Abtropfen von Schwitzwasser, sehr ausgesetzte Lage usw., Besonderheiten der Ausführung bedingen.

Die Wellungen der verschiedenen Hütten, sowie die Tafel-Abmessungen wechseln bedeutend in Höhe und Breite. Beispielsweise sind nach Fig. 577 gewellte Bleche der Vieille Montagne No. 14 nach der Wellung 2, m lg. 0,85 brt., (Wellen in der Längenrichtung) und geben 0,75 cm Deckbreite; 1 qm glattes Blech wiegt 6,1 kg;



1 qm gewellt 7,4 kg. Bei den Schlesischen Zinkwerken kommen folgende Wellungen inbetracht.

| Profil | Wellen- höhe mm | Wellen- breite cm | Länge der Tafeln | Breite der Tafeln ungewellt | Breite der Tafeln gewellt | Nutzbare Deck- fläche % |
|--------|-----------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| B | 32 | 11 | 3,00 | 1,60 | 1,30 | 74 |
| — | — | — | — | 1,30 | 1,08 | |
| C | 32 | 100 | 3,00 | 1,00 | 0,80 | 71 |
| D | 14 | 60 | 1,50 | 3,00 | 2,67 | 82 |
| E | 6 | 20 | 1,65 | 3,00 | 2,68 | 84 |
| — | — | — | 1,65 | 2,00 | 1,48 | 85 |

Das Wellblech E bedarf der Unterschalung.

Für die Deck-Methode ist die rinnenmässige Wasserabführung, wie bereits bemerkt, von wesentlichem Belang.

Weil dadurch die Gefahr des Durchtretens von Wasser erheblich verringert ist so sind schon bei geringer Dachneigung Lötungen, sowohl als künstliche Falzbildungen überflüssig. Die Dichtung wird durch einfaches Uebergreifen der Seiten der Tafeln um die Breite einer Welle und Ueber-

Fig. 579.

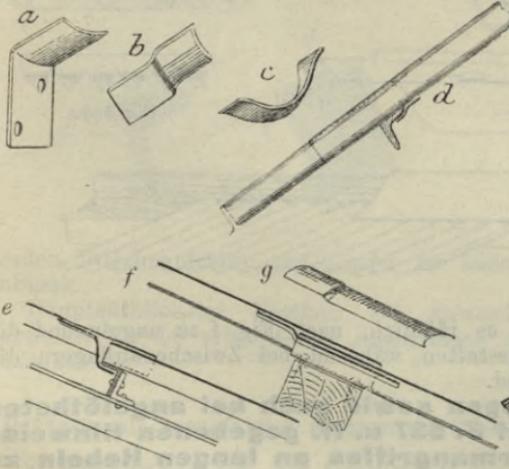
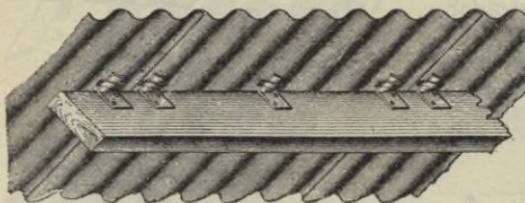


Fig. 578.



decken der Enden um etwa 10 cm ausgeführt. Nur unter schwierigen Umständen (sehr geringer Dachneigung und sehr dem Winde preisgegebene Anordnung und Lage des Daches) kann Verlöthung am oberen und unteren Ende der Tafeln, so wie seitlich Falzdichtung, etwa nach Fig. 578, nothwendig sein. Die Betestigung der Tafeln auf der Unterlage erfolgt mittels eiserner winkelförmiger Haften, die

an die Pfetten oder Latten geschraubt oder genagelt sind und Oesen aus Blech, welche an den Tafeln durch Löthung befestigt werden, Fig. 579 a—h; a und c kommen bei Holzpfetten zur Anwendung, b, c, d bei Eisenpfetten. Dabei ist zu bemerken, dass wenn auf vermindertes Abtropfen irgend Werth zu legen ist, die Haften auf der Unterseite des Wellenberges zu löthen sind, — nicht des Wellenthales — und dass es weiter zweckmässig ist, dieselben nach Fig. h zu kröpfen, nach Fig. e dagegen nur bei sehr starken Blechen.

☞ Diese Anordnung ist nur dann zulässig, oder muss besonders stark ausgeführt werden, wenn der Wind unter dem Dach angreifen kann. Man wird in solchen Fällen im allgemeinen Eisenwellblech wählen.

Fig. 580.

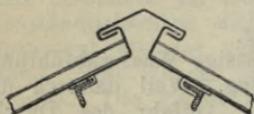


Fig. 581.

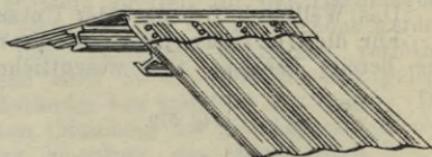


Fig. 582.

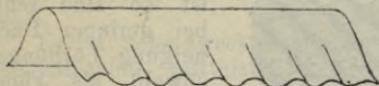


Fig. 583 b.

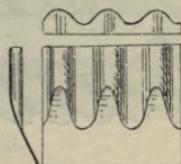
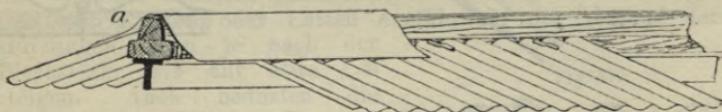
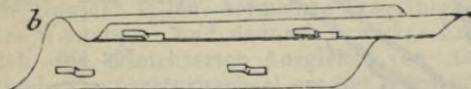


Fig. 584.



Fig. 583 a.



Bei Holzpfetten ist es rätlich, nach Fig. f zu nageln und die Haften nach Fig. g zu gestalten, während bei Zwischenauflegern die Haften a anzuwenden sind.

Bei allen Nietungen sowie auch bei angelötheten Haften sind die auf S. 637 u. ff. gegebenen Hinweise bezüglich des Sturmangriffes an langen Hebeln zu beachten.

Die Dichtung der Firste geschieht mittels, auf die Stirnflächen aufgelötheter Zinkstreifen nach Fig. 580 oder, besser, aufgelötheter, oder aufgenagelter, gepresster Firstkappen aus Zink Fig. 581, aus Blei Fig. 582 bzw. mit Zungenblechen, Fig. 583 a, oder Ablaufblechen, Fig. 583 b. Aehnlich werden auch die unteren Abläufe, so wie Grate eingedeckt. Wenn keine grosse Dichtheit erforderlich ist, erfüllen

auch die Firstbleche Fig. 584a, b, welche nach b u. c mit Haften eingeschoben werden, ihren Zweck.

Kehlen können bei diesem System nur ausgeführt werden, wenn die Kehlspalten als Rinnen ausgebildet sind; oder es müssen die gegen die Rinne stossenden Wellen mit Ablauf oder Zungenblechen flach verlöthet und die Kehlen mit Planblechen hergestellt werden, wobei das System an Einfachheit, Zuverlässigkeit und an Werth verliert.

Fast ganz übereinstimmend wie hier angegeben, erfolgt die Eindeckung mit den sogen. Rinnen- oder kannellirten Blechen, Fig. 585, der Gesellschaft Vieille-Montagne. Der einzige Unterschied findet bei der Ueberdeckung der Seiten der Tafeln statt, welche wie in Fig. 585, 585a angegeben geschehen kann, sonst auch wie bei Wellblechen. — Die Rinnenbleche haben im allgem. eine festere Lage auf dem Dache als die Wellbleche.

Ganz besonders ist zu betonen, dass bei Blechen nach der in

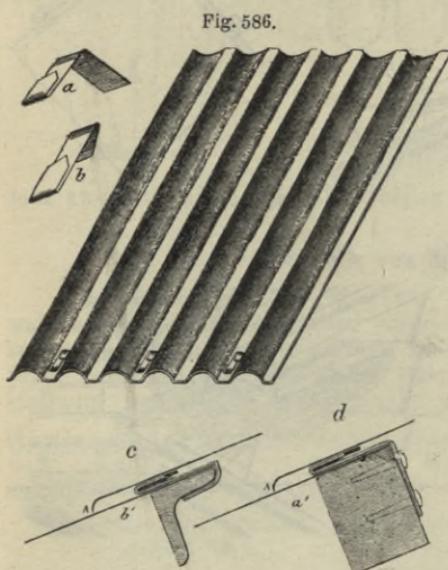


Fig. 586.

Fig. 586 dargestellten Form, in welcher dieselben von der Gesellschaft Vieille-Montagne gefertigt werden, das Abträufeln durchaus verhütet und ein weit dichter Schluss gegen Wind, Schnee usw. erzielt wird, als bei Wellblechen je möglich sein kann. Das wird namentlich durch die eigenthümliche Ränderung, Fig. 586 c und d, bewirkt.

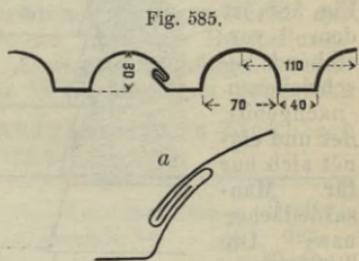


Fig. 585.

Werden Zwischenpfetten angewendet so leidet die Abtraufsicherheit Einbusse.

Hauptsächlichster Vortheil bei Anwendung der kannellirten Bleche ist der des erleichterten Anschlusses an Firste, Grate, Oberlichte usw.

γ. Deckung mit vorgelappten Blechen (in Pfannen- oder Schieferform).

a) Rautensystem der Gesellschaft Vieille-Montagne, Fig. 587. Die quadratischen Tafeln werden in der Regel in folgenden Abmessungen gefertigt:

| | | | | |
|----------------|-------------|-----|------|---------------|
| 0,27 u. 0,34 m | Seitenlänge | aus | Zink | No. 10, |
| 0,44 m | Seitenlänge | aus | Zink | No. 11, |
| 0,59 m | " | " | " | No. 11 u. 12, |
| 0,74 m | " | " | " | No. 13. |

Die Abbildungen, Fig. 587, lassen die Deckweise vollständig erkennen. Darunter stellt Fig. 587b eine vervollkommnete Art der oberen Schliesswinkel dar, welche jedes Zurücktreten von Tropfen verhütet.

Ein ganz ähnliches System ist das der Schlesischen Zinkhütten-gesellschaft, bei welchem der obere Schlusswinkel durch einen verlötheten Haft ersetzt wird.

Trotz der grossen Zuverlässigkeit dieser

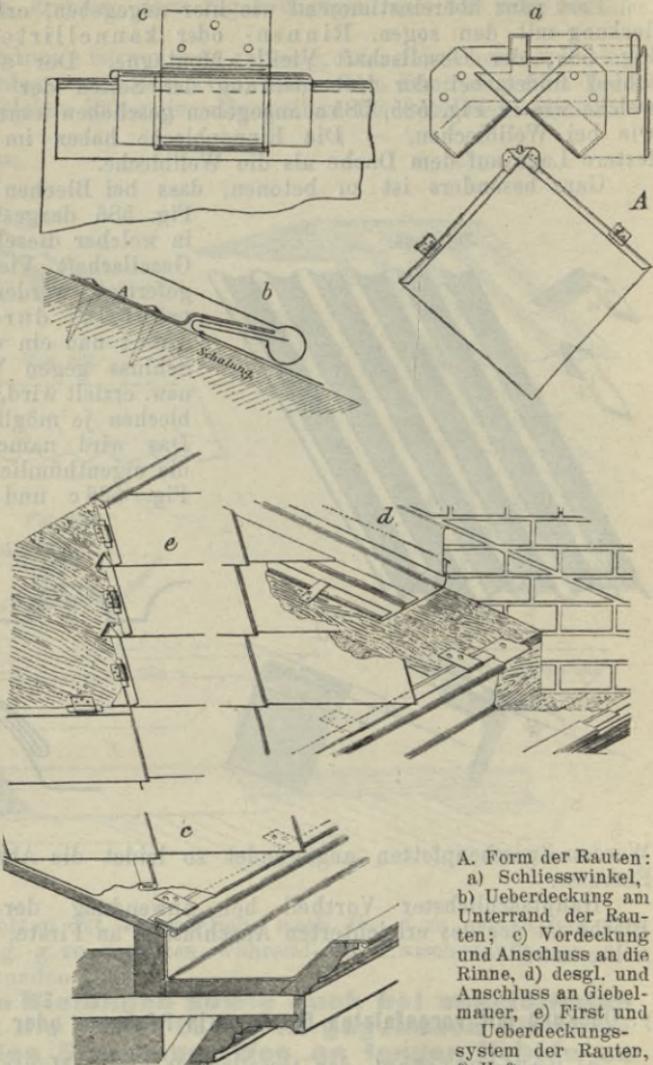
Deckungsweise sind flachere Neigungen als 1:2,5 kaum anwendbar.

b) Das Sechstafel- (Baillot-) System, Fig. 588, ist dem vorstehend beschriebenen nachgebildet und eignet sich nur für Mansardedächer usw. Die Tafeln werden in der Regel in Decklängen von 31,5 cm bei 19,5 cm Breite gefertigt.

c) Das Schuppen-system, Fig. 589, ist ebenfalls

nur für Mansardedächer, kleinere Zelt- und Kegeldächer passend. Die Tafeln bestehen aus zusammengelötheten Schuppen, welche mittels aufgenagelter Haften befestigt werden und mittels untergelötheter Haften unter der Ueberdeckung über die unterliegenden Tafeln greifen. —

Fig. 587. Rautensystem.



A. Form der Rauten:
 a) Schliesswinkel,
 b) Ueberdeckung am
 Unterrand der Rauten;
 c) Vordeckung und
 Anschluss an die Rinne,
 d) desgl. und
 Anschluss an Giebel-
 mauer, e) First und
 Ueberdeckungs-
 system der Rauten,
 f) Haften.

Bei Ausführung der drei letztgenannten Systeme ist keine Bearbeitung auf dem Dache erforderlich, sondern die Haften werden einfach aufgenagelt und die Tafeln eingeschoben. Dagegen machen die Anschlüsse an Kehlen, Giebel usw. einige Schwierigkeiten für Arbeiter, welche darin nicht besondere Übung haben. Am zweck-

Fig. 588.

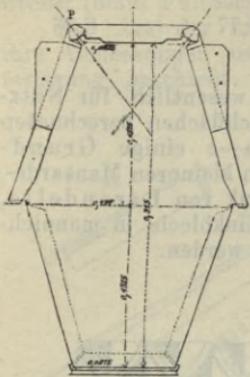
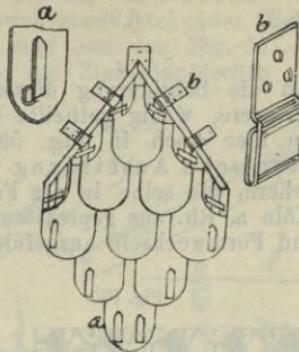


Fig. 589.



mässigsten ist es daher, bei Annahme dieser Systeme — welche übrigens verhältnismässig theurer als die übrigen Deckweisen sind — nicht nur die Platten, sondern auch die — nach genauer Dachzeichnung zu fertigenden — Anschlüsse von der betr. Zinkhütte zu beziehen, falls nicht

sehr zuverlässige, geübte Arbeiter zur Verfügung stehen.

d. Gewichte von Zinkdeckungen.

Um eine Uebersicht über die Materialgewichte zu gewinnen, welche bei den verschiedenen vorgeschriebenen Deckungsweisen aufzuwenden sind und nach welchen annähernd, auch der Herstellungspreis derselben sich berechnen lässt, diene die nachfolgende Aufstellung, welche den Ausführungen der Vieille-Montagne entspricht.

Gewichte der verschiedenen Deckungsweisen in Zinkblech einschl. Haften.

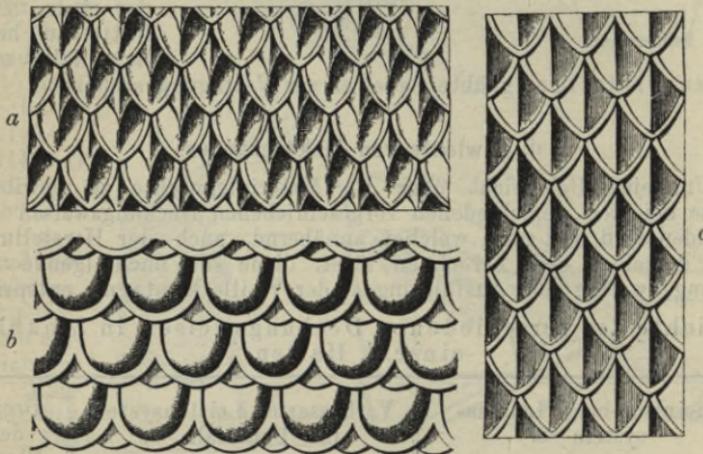
| Rheinisch-belg. Leistensystem kg. | | | Verbessertes Leistensystem mit Ueberfalz kg. | | | Breite der Bleche m |
|-----------------------------------|---------|---------|--|---------|---------|---------------------|
| Nr. 13. | Nr. 14. | Nr. 15. | Nr. 13. | Nr. 14. | Nr. 15. | |
| 6,33 | 7,02 | 8,13 | 6,75 | 7,49 | 9,67 | 1,00 |
| 6,68 | 7,40 | 8,58 | 7,10 | 7,86 | 9,11 | 0,80 |

| Gewellte Bleche. | | Kannelirte Bleche. kg. | Rautensystem. | | | | | Nicht überdeckte Rautenbreite (Diagonale). |
|------------------|------|------------------------|---------------|---------|---------|---------|---------|--|
| Nr. | kg. | | Nr. 9. | Nr. 10. | Nr. 11. | Nr. 12. | Nr. 13. | |
| 12 | 6,70 | 6,37 | 5,56 | 6,17 | 7,16 | 8,15 | 9,14 | 0,256 |
| 13 | 7,51 | 7,15 | 5,86 | 6,43 | 7,33 | 8,24 | 9,15 | 0,39 |
| 14 | 8,32 | 7,92 | 4,96 | 5,46 | 6,26 | 7,06 | 7,86 | 0,50 |
| 15 | 9,64 | 9,18 | 5,08 | 5,59 | 6,39 | 7,20 | 8,00 | 0,62 |
| | | | 4,69 | 5,15 | 5,88 | 6,62 | 7,36 | 0,83 |
| | | | 5,00 | 5,44 | 6,14 | 6,83 | 7,54 | 1,06 |
| | | | 5,18 | 5,75 | 6,67 | 7,60 | 8,52 | 0,295 |

| | Schuppensystem. | | | |
|--------------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| | Nr. 11. kg | Nr. 12. kg | Nr. 13. kg | Nr. 14. kg |
| Nr. I, 21/29 cm. | 5,76 | 6,50 | 7,23 | 7,97 |
| Nr. II, 13,5/21,5 cm. | 6,20 | 6,99 | 7,77 | 8,56 |

Anschliessend an die Schilderung dieser, wesentlich für Nutzbauten, oder für grössere, wenig getheilte Dachflächen berechneten Decksysteme, folgen hier noch in Fig. 590 a—c einige Grundformen für die tektonische Ausbildung von kleineren Mansarde-, Zelt- und Kuppeldächern, wie selbe in der Fabrik von Larondelle, Pelzer & Co. in Köln a. Rh. aus gepresstem Zinkblech in mannichfachsten Grössen und Formwechslern ausgeführt werden.

Fig. 590.



Es braucht kaum darauf hingewiesen zu werden, dass die Schuppen auch „einzeln“ hergestellt werden und dadurch ein grosser Anpassungsspielraum gewährt wird, wie auch bei Zelt- und Kuppeldächern durch Einschaltung von Gurtungen usw. der Uebergang aus dem einen Schema in das andere tektonisch vermittelt werden kann.

e. Deckungen mit Eisenblech.

α. Mit Tafelblechen.

Ausser zu den Kuppeln für Observatorien und ähnliche Ausführungen, werden nackte Eisen-Tafelbleche nicht mehr verwendet. Verzinkte Eisen-Tafelbleche erschweren die Arbeit derart, dass man von ihrer Verwendung ebenfalls absehen muss; die vortheilhafteren gewellten oder Zinkblechtafeln haben sie verdrängt. Dagegen hat verbleites Eisen-Tafelblech (Dillinger Hütte) in jüngster Zeit

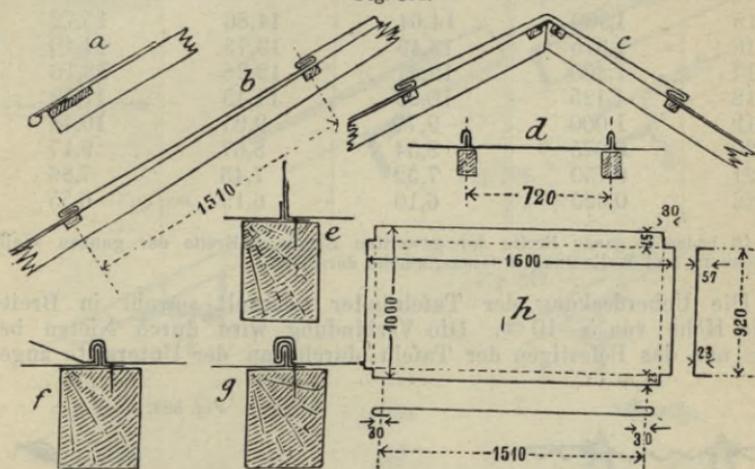
grössere Verbreitung gefunden und zwar in einer, seinen Eigenschaften entsprechenden Weise, wobei jedoch richtige Sparreneintheilung und darin eingefalzte Lattung Bedingungen sind.

Die 0,6 mm starken Tafeln werden in der Regel in Breiten von 0,8—1 m und in Längen von 1,6 m gewalzt, können aber auf Bestellung auch andere Abmessungen erhalten.

Die Deckung bedingt Dachneigungen von $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ der Höhe zur Breite (beim Pultdach) und hat das Gewicht von rd. 5 kg auf 1 qm.

Die Art der angewendeten (stehenden und liegenden) Falze, ihre Abmessungen usw. sind aus den Fig. 591 ersichtlich; die Befestigung geschieht wie bei Zink-Planblechen mittels umgebogener

Fig. 591.



angenagelter Haften. Der Verlust von Rohblech in der Deckfläche beträgt rd. 13 $\frac{0}{10}$.

Bei flachen Neigungen ist es rätlich, in die Falze eine mit Mennige getränkte Hanf- oder Juteschnur einzulegen.

Die Firma Hein, Lehmann & Co. in Berlin betreibt die Ausführung dieser Deckungen als einen Sonderzweig ihrer Fabrikation.

β. Mit verzinktem Wellblech.

Dasselbe wird (zu Deckungszwecken) in Tafeln von 1,5—3 m (auch 4,5 m) Länge bei 0,6—0,9 m Breite und in der Stärke von 0,6—2 mm angefertigt. Die allgemeinen Vortheile welche durch die Wellung des Materials erzielt werden, sind bereits bei Besprechung der Dächer aus Zink-Wellblech hervor gehoben worden.

Die Wellung wird heute fast in jeder gewünschten Form und Grösse hergestellt, und zwar flach gewellt, wie sie bei engerer Pfettenlage (bis 2 m Weite) anwendbar sind, oder als Trägerwellblech, welche bei Pfettenweiten bis zu 4 m oder durchgebogen — (bombirt) ohne jeglichen Dachverband, oder doch unter Beschränkung dieses auf einige Zugstangen — verwendet werden können.

Einige Uebersicht über die grossen Verschiedenheiten in Herstellung der Bleche lässt sich aus der hierunter auszüglich mit-

getheilten Tabelle einer der — weit über 20 betragenden Zahl — bedeutender Wellblech- und Verzinkerei-Anstalten Deutschlands gewinnen. Im übrigen ist auf die Profilbücher usw. der betr. Werke zu verweisen.

Verzinkte Wellbleche von Jacob Hilgers in Rheinbrohl.

| Nr. der Blech- lehre. | Stärke in Millimeter. | Gewicht für 1 qm Deckfläche einschl. Ueberdeckungen in Kilogramm. | | |
|--------------------------------|-----------------------------|--|--|---|
| | | Profil I. $B = 84$ cm $b = 120$ mm $h = 25$.. | Profil II. $B = 81$ cm $b = 135$ mm $h = 30$.. | Profil III. $B = 74$ cm $b = 150$ mm $h = 49$.. |
| 15 | 1,500 | 14,64 | 14,86 | 15,72 |
| 16 | 1,375 | 13,43 | 13,73 | 14,40 |
| 17 | 1,250 | 12,21 | 12,28 | 13,10 |
| 18 | 1,125 | 10,99 | 11,15 | 11,79 |
| 19 | 1,000 | 9,77 | 9,91 | 10,48 |
| 20 | 0,875 | 8,54 | 8,67 | 9,17 |
| 21 | 0,750 | 7,32 | 7,43 | 7,86 |
| 22 | 0,625 | 6,10 | 6,19 | 6,55 |

(B bedeutet ganze Breite der gewellten Bleche, b Breite der ganzen Welle (Wellenberg und Wellenthal), h Gesammthöhe derselben.)

Die Ueberdeckung der Tafelränder wechselt sowohl in Breite als in Höhe von 5—10 cm. Die Verbindung wird durch Niete bewirkt und das Befestigen der Tafeln durch, an der Unterseite ange-

Fig. 592.

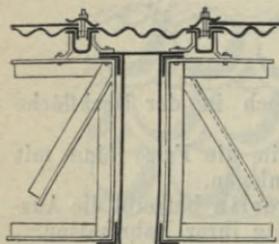
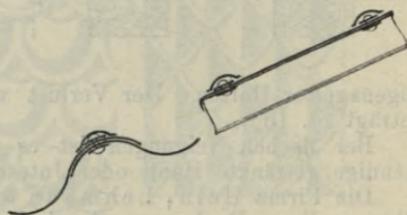


Fig. 593.



nietete Haften, ähnlich wie bei Zinkwellblech, und zwar stets ohne Unterschalung. Die hierunter mitgetheilten Fig. 593 ff. geben das Ausführlichere an.

Die Schwere der Deckung steht natürlich im Wechselverhältniss mit der angewandten Unterstützungsweise.

Bei Dächern grösster Firstlänge, bei welchen es nöthig wird, auf die Längenveränderungen infolge von Temperatur-Verschiebungen zu rücksichtigen, ist dies bei Wellblech-Deckung mit Leichtigkeit nach Fig. 592 ausführbar; bei Anwendung besonders schwerer Bleche würde es sich empfehlen, leichtere Zwischenbleche zu verwenden, welche allerdings einer besonderen Pfettenunterstützung bedürfen.

Nietungen erfolgen stets im Wellenberge; im schwebenden Stoss ist stets Doppelnietung zu empfehlen. Um das Blech bei der Nietung nicht zu sehr in Anspruch zu nehmen sind unter die Nietköpfe kleine Plättchen vom gleichen Material oder aus Zink oder Blei zu legen, Fig. 593. Die Niete sollen auch bei nur 0,6 mm starken Blechen nie

weniger als 6 mm stark sein, um nicht zu kleine Köpfe zu erhalten und dadurch das Ausbrechen zu veranlassen.

Die Uebernietung einer Kappe hält man kaum mehr für notwendig wenn Bleiplättchen zwischengenietet werden.

Pfettenauflagerung. Wenn mit geraden (nicht bombirten) Blechen gedeckt wird — also mit Stuhl — ist es zweckmässig, die

Fig. 594.

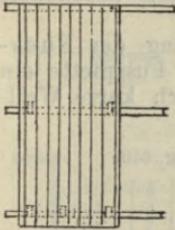


Fig. 595.

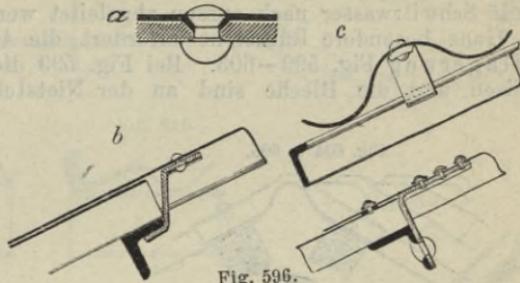


Fig. 598.

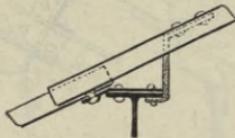


Fig. 596.

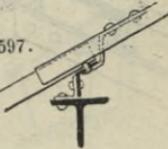


Fig. 599.

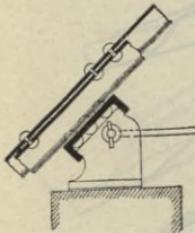


Fig. 600.

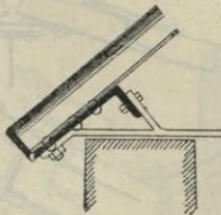


Fig. 602.

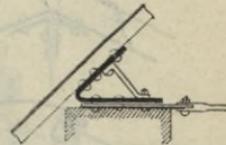


Fig. 601.

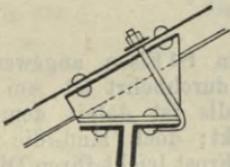
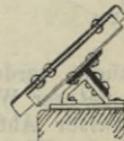
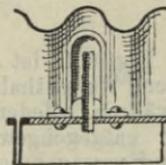


Fig. 603.



Bleche in der Mitte und an beiden Enden zu stützen. Die Nietung im schwebenden Stoss gewährt geringere Dichte und ist schwer ausführbar. Die Bleche erhalten dann stets 5 Haften, und zwar am unteren Rande 3, in der Mitte 2, Fig. 594.

Auch die Haften werden stets (mit seltenen Ausnahmen z. B. an Firsten) im Wellenberge genietet und erhalten die Form Fig. 595 a—c. Die Nietung wird am zweckmässigsten so ausgeführt, wie

Fig. 595a zeigt, indem die dem Blech zugewendete Seite der Haftenlochung ausgefräst und nunmehr mit dem Körner das Nietloch durch das Blech geschlagen wird, so dass der entstehende Bart mitgenietet wird. Diese Nietung ist durchaus dicht und bricht nicht aus. Die Haften werden zuweilen mehrfach angenietet, Fig. 596—598, und wenn der Wind unter das Dach greift, auch an die Pfette angenietet. Die Befestigung des oberen Stosses nach Fig. 598, wobei der untere Niet bloß das Unterblech fasst, verfolgt den besonderen Zweck, den unteren Stoss des oberen Bleches von dem Unterblech abzuheben, damit Schwitzwasser nach aussen abgeleitet werde.

Ganz besondere Rücksicht erfordert die Ausbildung der Fussauflagerung Fig. 599—603. Bei Fig. 599 dient als Fusspfette ein \square Eisen und die Bleche sind an der Nietstelle durch kurze Well-

Fig. 604 u. 605.

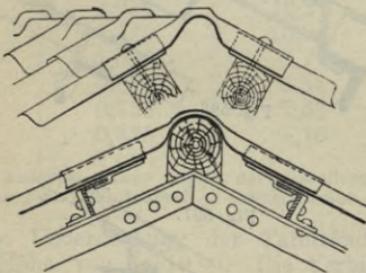


Fig. 610.

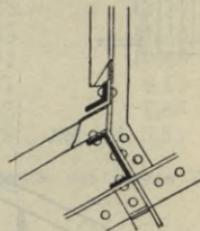
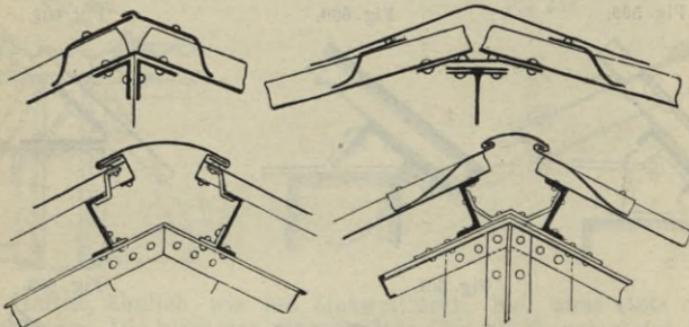


Fig. 606—609.



blechstücke verdoppelt. In Fig. 600 ist ein \mathcal{N} Eisen angewendet, dessen unterer Winkel in jedem Wellenthale durchbohrt ist, um dem Regenwasser Abfluss zu gewähren. Jedentalls ist damit dem Abscheren der Niete am besten entgegengewirkt; doch sind die Bohrungen schwer herzustellen und versagen bei Frost leicht ihren Dienst.

Fig. 601 stellt die niederländische Art der Befestigung dar, bei welcher sattelförmig gebogene Blechstücke und Hakenbolzen Verwendung finden. Bei Fig. 602 besteht das Auflager aus einem gebogenen Blechstreifen mit zwischengelegten, aus \mathcal{Z} Eisen gebogenen Stühlchen und bei Fig. 603 aus \mathcal{T} Eisen mit Wellblechstücken an den Nietstellen. Bei Fig. 619 ist eine Fusspfette aus \mathcal{L} Eisen angewandt.

Die Firste, Fig. 604—609, werden ganz ähnlich behandelt wie bei Zink-Wellblech, bei Fig. 604 u. 605 mittels besonderer Kappen-

bleche, bei Fig. 606 und 607 mittels Zungenbleche, bei Fig. 608 mittels an den Stirnen angenieteteter Falzbleche, bei Fig. 609 mittels Ablaufbleche. Fig. 610 zeigt den First-Anschluss

Fig. 611.

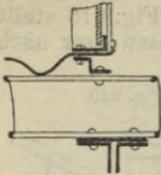


Fig. 612.

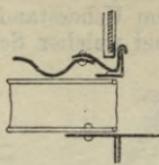


Fig. 615 u. 616.

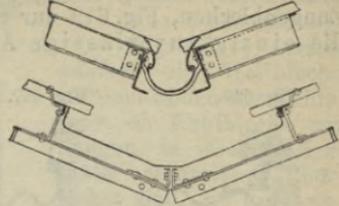


Fig. 613.

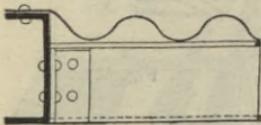


Fig. 614.

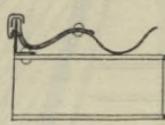


Fig. 619.

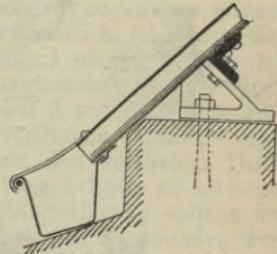


Fig. 617.

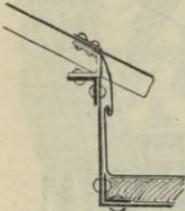


Fig. 618.

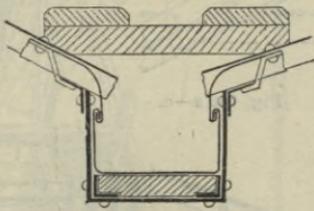


Fig. 620.

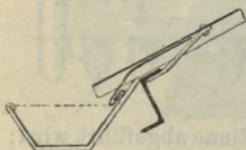


Fig. 621.

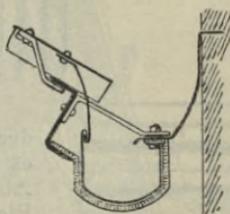


Fig. 622.

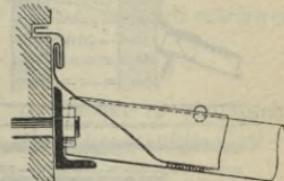


Fig. 623.

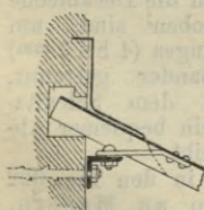


Fig. 624.

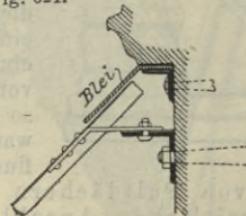
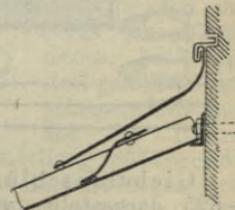


Fig. 625.



an eine senkrechte Laterne, Fig. 611 u. 612 zeigen den seitlichen Anschluss an senkrechte Blech- bzw. Glaswände.

In Fig. 613 und 614 sind die Anschlüsse an frei vortretende Giebel dargestellt.

Die Fig. 615 und 616 zeigen die Anordnung von Kehlen im Dach. Bei Fig. 615 ist eine Abdichtung mit untergelötheten Zungenblechen erfolgt; bei Fig. 616 hat man sich mit angemessenem Ueberstand der Bleche begnügt.

In Fig. 617—621 sind einige der häufigst auftretenden Rinnen-Anschlüsse dargestellt: Fig. 617, 620, 621 mit untergelötheten Zungenblechen, Fig. 619 nur mit breitem Ueberstande. Fig. 618 stellt die einzig zuverlässige Art dar, bei welcher Schwitzwasser nach

Fig. 626.



Fig. 627.



Fig. 628.

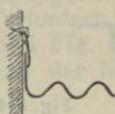


Fig. 630.

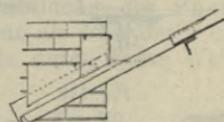


Fig. 629.

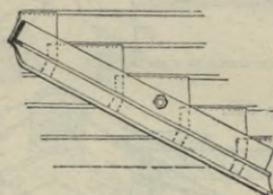
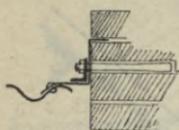


Fig. 631.

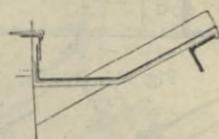
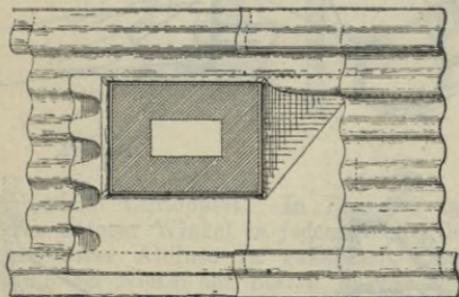
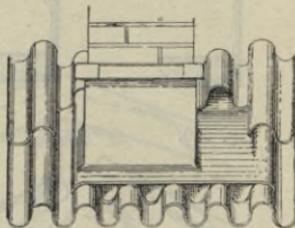
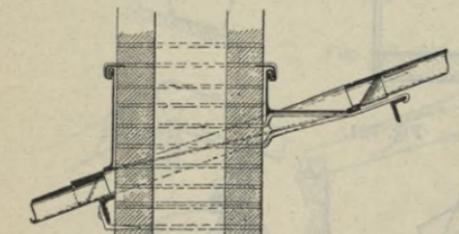


Fig. 632 a—c.



der Rinne abgeführt wird; es sind die untergelegten Ablaufbleche durch kleine Blechstücke, welche an den Nietstellen zwischen diese und die Deckbleche eingeschoben sind, um ein Geringes (4 bis 5 mm) von einander getrennt, so dass dem Schwitzwasser ein bequemer Abfluss bleibt.

Giebelanschlüsse von Pultdächern sind in den Fig. 622—625 dargestellt; von seitlichen Anschlüssen an Mauern, geben die Fig. 626—629 die üblichen Ausführungsweisen an.

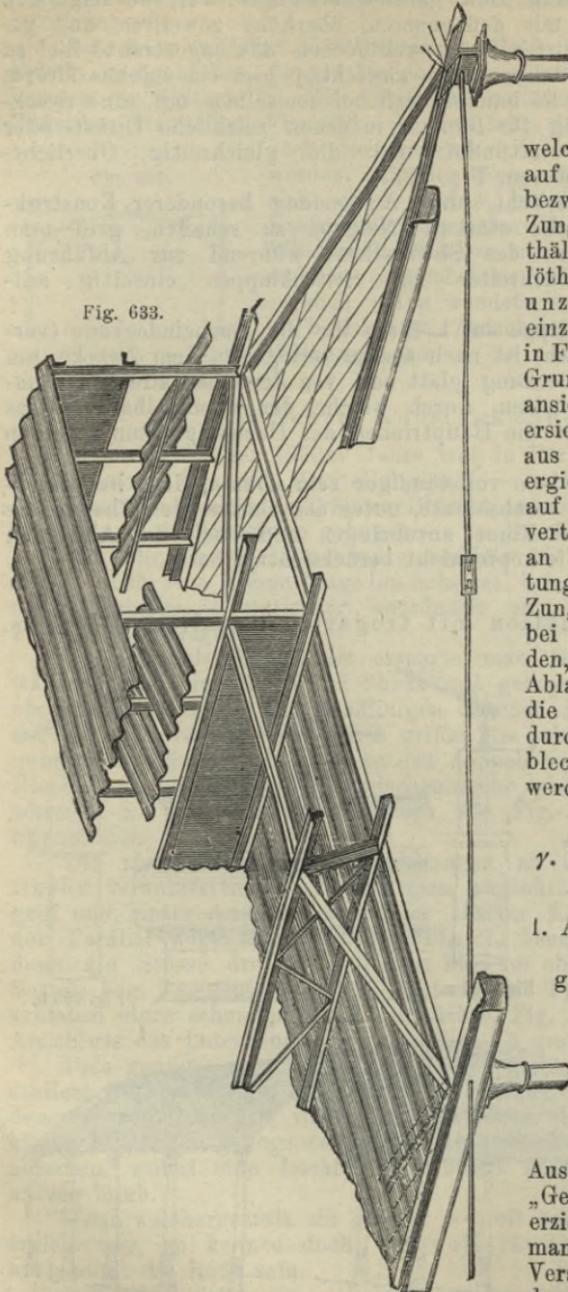
Die grösste Umsicht ist bei Anschlüssen an Mauerecken zu beobachten, gegen welche das Gefälle gerichtet ist, welche also eine Kehle bedingen, wie z. B. Schornsteine. Die Fig. 630 und 631 geben dazu das Schema an. Die Eisen, welche die

Kehle tragen, müssen derart lose befestigt werden, dass Bewegungen des Daches weder gehemmt werden, noch durch Gegenstemmen

der Bleche die Standfähigkeit des Mauerwerkes bedroht werden kann. Die Anordnung, Fig. 631, nach

welcher die Wellbleche auf dem Boden der Kehle, bzw. die Kehlbleche mit Zungen in die Wellenthäler eingreifend überlöhthet sind, ist durchaus unzuverlässig. Die einzig richtige Lösung ist in Fig. 632 a—c in Schnitt, Grundriss und Vorderansicht angegeben, woraus ersichtlich ist, dass das aus 4 oberen Wellen sich ergießende Wasser noch auf 3 untere Wellen sich vertheilen kann, ohne an den seitlichen Dichtungen Stau zu erleiden. Zungenbleche sollten dabei nie angewendet werden, sondern immer nur Ablaufbleche, wenn auch die Anschlüsse an die durchschliessenden Seitenbleche dadurch erschwert werden.

Fig. 633.



γ. Dächer in Wellblechkonstruktion.

1. Aeltere Konstruktion mit flach gewelltem Blech.

Schon vor den mit etwas unvollkommenen, hoch und steil gewellten und gebogenen Blechen, auf der Pariser Ausstellung 1867 durch die „Gesellschaft Montataire“ erzielten Erfolgen, hatte man in Deutschland den Versuch gemacht, mittels der damaligen flach gewellten verzinkten Eisenbleche, Fabrikdächer ohne Schalung herzustellen, welche dem lästigen Abtropfen des inneren Beschlagwassers

wellten verzinkten Eisenbleche, Fabrikdächer ohne Schalung herzustellen, welche dem lästigen Abtropfen des inneren Beschlagwassers

vorbeugen sollten und wählte dazu das einzige zum Zwecke führende Mittel: das leichte Konstruktionsgerüst nach aussen zu verlegen. Wenn damals der Erfolg kein ganz vollständiger war, so zeigt sich heute das Bestreben mit den neueren, überhöht gewellten und gebogenen, sogen. bombirten Trägerwellblechen das angestrebte Ziel zu erreichen und es ist daher nicht unwichtig, hier ein solches älteres Beispiel anzuführen. Es handelt sich bei demselben um eine zweckmässige Ueberdachung für Räume, in denen reichliche Dunst- oder Dampf-Entwicklung stattfindet und die gleichzeitig Oberlicht-Beleuchtung haben müssen, Fig. 633.

Um für das Oberlicht, ohne Anwendung besonderer Konstruktionen die erforderliche stärkere Neigung zu schaffen, griff man zu der flachen Form des Sheddaches, während zur Abführung der Dünste ein Dachreiter mit Seitenklappen einseitig aufgesetzt ward.

Das tragende Gerippe aus L Eisen für die Dacheindeckung (verzinktes Eisen-Wellblech) ist nach aussen verlegt, zu dem Zwecke, um die Unterfläche der Deckung glatt und von derselben alle Konstruktiontheile fern zu halten, durch welche der unmittelbare Abfluss des Schwitzwassers in die Haupttrinnen des Daches gehemmt werden könnte.

Dass der Erfolg kein vollständiger sein konnte, liegt hauptsächlich daran, dass man verabsäumte, unter den senkrechten Theilen des Dachreiters eine kleine Rinne anzubringen und auch das Abtropfen der flach liegenden Nietköpfe nicht berücksichtigt hatte.

2. Aeltere Konstruktion mit trogartig gewellten Blechen.

Die Gesellschaft Montataire trat Mitte der 1850er Jahre mit ihren trogartigen Wellblechen auf, Fig. 634, und zwar auch mit — in der Wellenaxe — kreisförmig gebogenen (bombirten), mit welchen die Maschinenhalle der Pariser Ausstellung 1867 gedeckt war. Sie stellte damit einige offene Hallen in Spannweiten von 11—20 m auf fest verankerten eisernen Säulen her und zwar ohne jegliche Zwischenkonstruktion, selbst

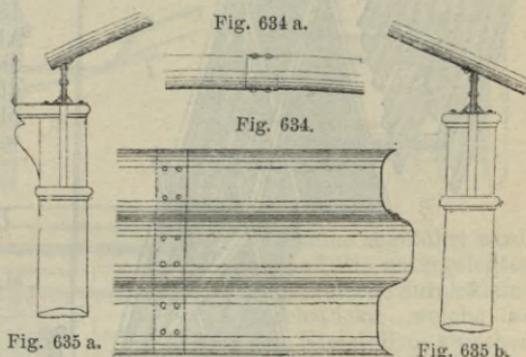
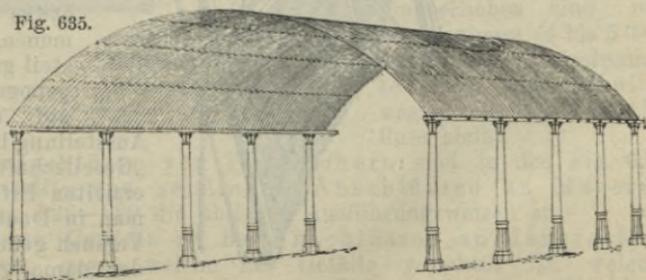


Fig. 635.

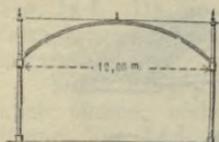


ohne Zugstange, Fig. 635. Die Fussanschlüsse waren nach den

Fig. 635 a und b erfolgt, die Nietungen nach Fig. 634, bzw. 635 a. Wegen heftiger Stürme war man gezwungen, später eine Zugstange anzubringen.

Bei einer weiteren Konstruktion, welche seitdem in Frankreich Schule gemacht hat, (grundsätzlich bei vorbenannter Maschinenhalle) wurden die Stützen bis über Firsthöhe verlängert und durch einen Zuganker verbunden, Fig. 636. An den betr. Stützen konnten sodann auch die tragenden Zwischenrinnen aufgehängt werden. In der Folge sah man jedoch, dass sich damit keine besonders weiten Stützen-Entfernungen erzielen liessen, weil die durch Winddruck, Schnee und Eigenlast hervorgerufene Seitendrücke zu grosse Verbiegungen ergaben. Man wendete nun einfach Zugstangen in bestimmten Zwischenweiten am Fusse der Wölbungen an.

Fig. 636.



3. Neuere Konstruktionen.

In der Mitte der 1870er Jahre trat in Berlin die Firma Hein, Lehmann & Co. mit Herstellung der — nach Wesenberg's Patent gebogenen — überhöhten Trägerwellbleche auf und verwendete dasselbe ebenfalls — in Kreisform gebogen — zu Dächern ohne Stuhl.

Bei sehr geringer Spannweite wendete sie ausser einer Spannweite noch eine Hängestange im Scheitel, bei grösseren Spannweiten mehre solcher in parischer Anordnung an, wie Tafel XVI, Fig. 1—3, 7 u. 8 zeigen.

Für schmale Pultdächer ersparte man die Zugstange, Fig. 4, während man eine solche bei Sheds mit gebogenen Dächern, Fig. 5, als Sehne anwendete, bei geradlinigen dagegen, Fig. 6, eine Zugstange zwischen den Rinnen. Natürlich griffen die schief oder senkrecht angebrachten (Hänge-) Stangen an den doppelt vernieteten Stössen des Bleches an, welche durch Zwischenbleche gleicher Form verstärkt waren. So ging man bei Dächern wie Fig. 3 und 7 bis auf 25 m Spannweite.

Die sich steigernden Anforderungen an Sicherheit gegen Abtropfen veranlassten dann, dass man zunächst zu längeren Platten griff und, unter Anwendung minder starker Krümmungen, zu einer der Parabel angenäherten Form, Fig. 7, überging. Dabei wurden denn die Stösse dreifach und zwar blos im oberen Wellenkamm (im Sattel) Fig. 7a, genietet. Die Nietung im Fuss ward durch Einschieben eines schmalen Wellblechstückes, Fig. 7c, verstärkt und der Anschluss des Laternendaches nach Fig. 7b gestaltet.

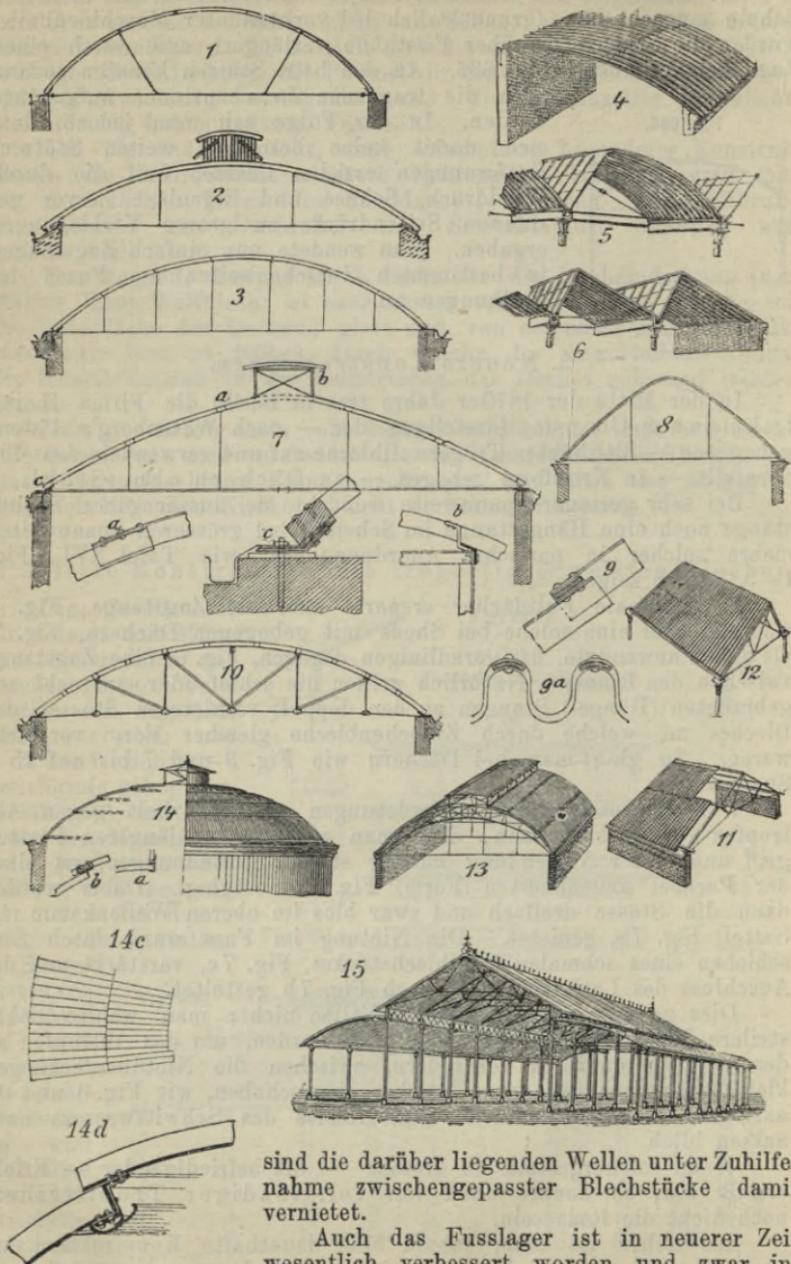
Dies genügte jedoch in vielen Fällen nicht; man wählte daher steilere Parabelformen, Fig. 8, und es wurden, um das Abtropfen an den Stössen ganz zu verhindern, zwischen die Nietüberdeckungen kleine Stückchen gebogenen Bleches eingeschoben, wie Fig. 9 und 9a anzeigen, wobei eine Lücke zum Abfluss des Schwitzwassers nach aussen blieb.

Wenn solchergestalt ein grosser — oft befriedigender — Erfolg erzielt war, so konnte doch von vollständiger Tropffreiheit noch nicht die Rede sein.

Inzwischen ist man, sobald eine dauerhafte Konstruktion angestrebt wird, von der Erfahrung belehrt, wieder zur Anwendung von Stühlen, freilich leichtester Form, zurück gekehrt, wie Fig. 10 bis 13 zeigen.

Um die Obergurtung des in Fig. 10 dargestellten, auf eine Spannweite von 35 m berechneten Binders möglichst leicht zu gestalten

Tafel XVI. Dächer in Wellblechkonstruktion.



sind die darüber liegenden Wellen unter Zuhilfenahme zwischengepasster Blechstücke damit vernietet.

Auch das Fusslager ist in neuerer Zeit wesentlich verbessert worden und zwar indem man dasselbe als \square Eisen ausbildete, welches das Fussende umfasst; um Beschlagwasser abzuleiten,

musste aber der Steg des \square Eisen in jeder Welle durchbohrt werden usw.

Einige jetzt allgemein gewordene Auflagerungsarten sind vorstehend in Fig. 599—603 und 619 dargestellt.

Auch Kuppeldächer, Fig. 14, Tafel XVI, von bedeutender Spannweite (bis zu 25 m) sind aus Trägerwellblech ohne weitere tragende Zwischen-Konstruktion gebaut worden, indem man das Blech an dem oberen Stoss raffte (zusammenquetschte), Fig. 14c, und es also wie Gewölbstücke zwischen Ringe von T- oder \sqsubset -Form einspannte, Fig. 14d. Da die Z Eisen sich nicht leicht in die konische Ringform biegen liessen, wurden dieselben aus zwei vernieteten \sqsubset Eisen hergestellt.

Diese Ringformen waren jedoch der Ableitung des Schwitzwassers nach aussen, nicht günstig und man ordnete deshalb eine kleine Rinne, Fig. 14d, an, von welcher ausgehend, kleine Stichröhrchen das Schwitzwasser an die äussere Dachfläche abgeben.

Fig. 15 zeigt eine häufigere Anordnung, wobei eine grössere Mittelhalle von Polonceau-Bindern mit geraden Trägerwellblechen, die Nebenschiffe mit gebogenen Blechen — ohne Stuhl — überdeckt sind.

Als selbstverständlich dürfte anzusehen sein, dass die früher mitgetheilten Verbindungs- und Anschlussweisen auch für Dächer der vorliegenden Art Giltigkeit haben.

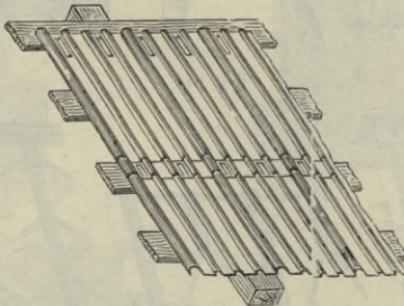
d. Deckung mit verzinkten Formblechen.

Die Wellblech-Deckung eignet sich weniger für kleinere Dächer, weil im architektonischen Sinne das Schema zu gross wird und auch

Fig. 638 a u. b.



Fig. 637 a u. b.



oft, weil gewöhnliche Dachdecker und Klempner nicht stets die richtigen Anschlüsse herzustellen wissen.

In solchen Fällen eignen sich besser die von Buderus in Neuwied, Hilgers in Rheinbrohl, Schwarz in München usw. gefertigten sogen. Blechschiefer und Pfannen bezw. Pfannenbleche. Die bisher meist gebräuchliche Form, Fig. 637, wird in zwei Abmessungen gefertigt: 21×41 cm und 31×55 cm. Zu Anschlüssen an First und Traufe sind besondere Bleche, Fig. 638 a, b, bestimmt, welche übrigens durch Schiefschnitt zu Anschlüssen an Grate dienen können und alsdann mit den Kappblechen Fig. 639 zu decken sind. Diese Kappbleche dienen umgekehrt auch als Kehlen.

Die Deckung erfolgt mittels mitgelieferter Haften und mit Nagelung, unter Zuhilfenahme untergelegter Bleiplättchen. Bei Firsten werden Nägel durch Holzschrauben ersetzt. Bei kleineren Formaten ist Lattung nur für die Enden, bei grösseren auch einfache Zwischenlattung erforderlich. Das Gewicht wechselt zwischen 6,5 und 9 kg auf 1 qm Dachfläche.

Fig. 639.

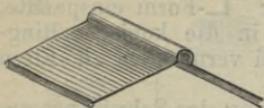


Fig. 640.

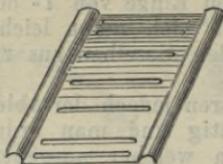


Fig. 641.

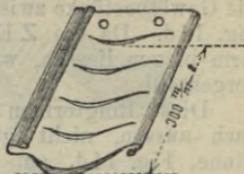


Fig. 642.

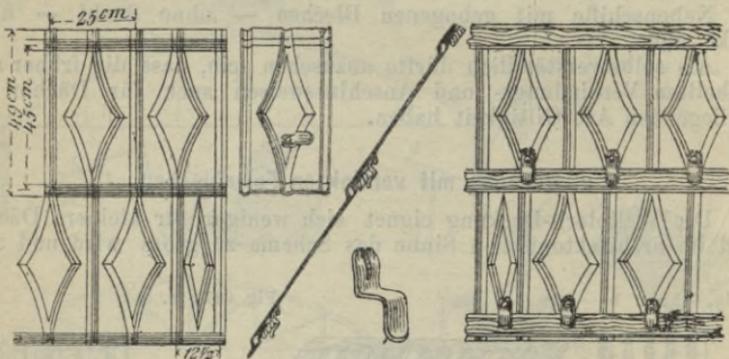
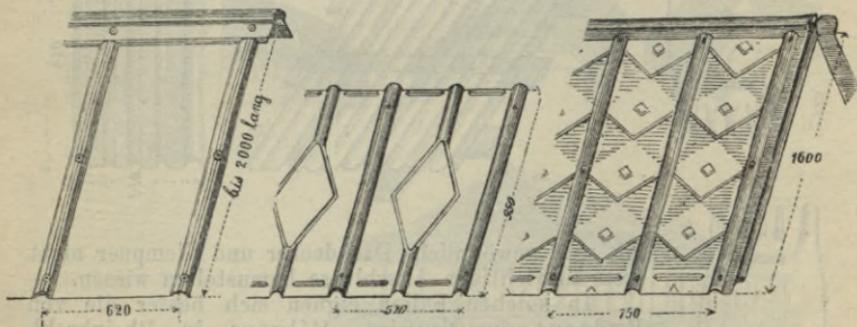


Fig. 643.

Fig. 644.

Fig. 645.

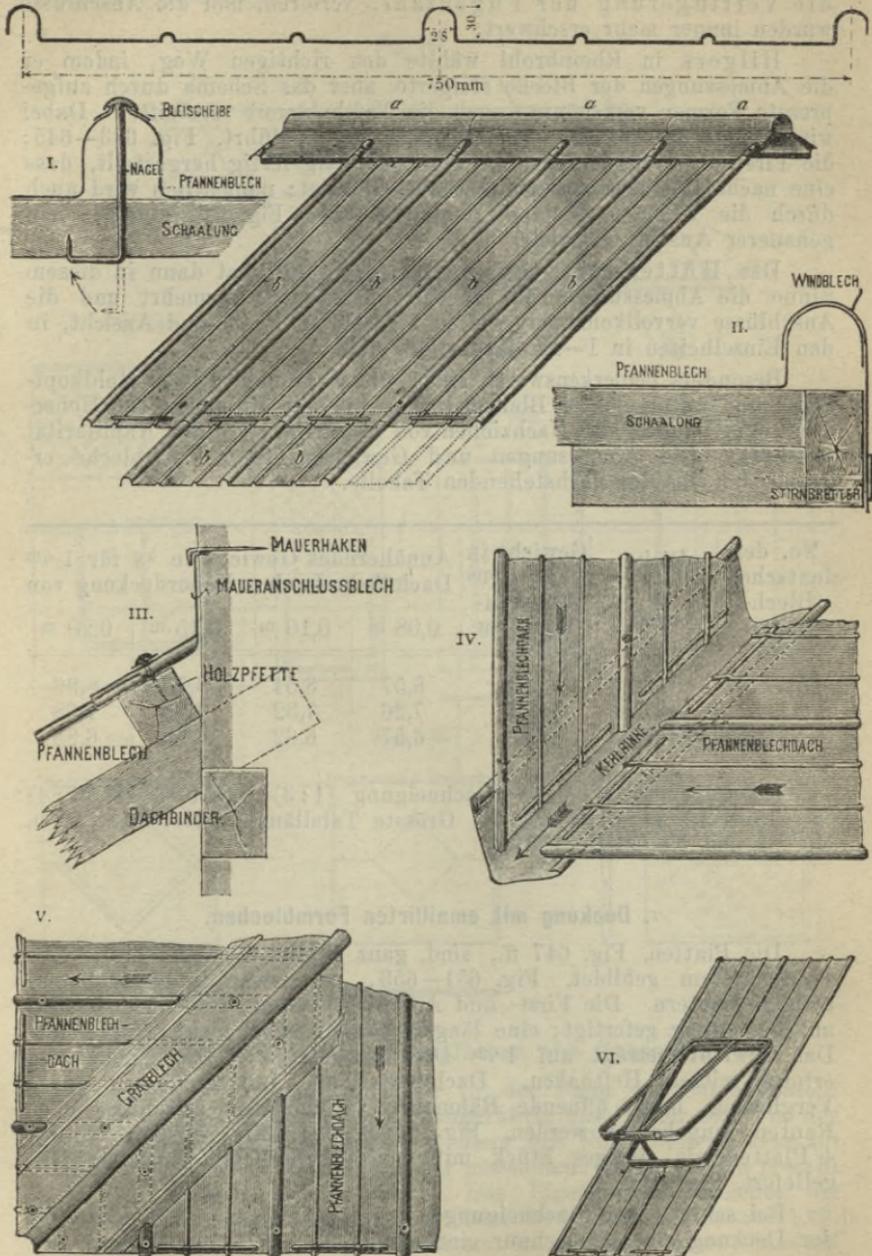


Für die Einfügung von Dachfenstern und Luken werden besondere Bleche von doppelter Breite geliefert, ebenso wie die zugehörigen Dachfenster und Luken selbst.

Die Deckung mittels Haften war aber immer noch zu umständlich und auch das Schema befriedigte nicht in allen Fällen. Deshalb bildete man später die gewöhnlichen Dachpfannen nach (Buderus in Neuwied) Fig. 641 oder (Hilgers) nach Fig. 640.

Aehnlich sind die Blech-Falzziegel von Klehe, Baden, welche den Falzziegeln nachgebildet sind.

Fig. 646.



Die Fabrik von Bellino, Göppingen, ging dann einen Schritt weiter und stellte Blech-Falzziegel her, welche auf Lattung mit

untergestecktem, an einem Stift angreifenden Knebel, an die Lattung angepresst werden, Fig. 642.

In dieser Weise gingen aber der Hauptvorteil der Metalldeckung: die Verringerung der Fugenzahl, verloren, und die Anschlüsse wurden immer mehr erschwert.

Hilgers in Rheinbrohl wählte den richtigen Weg, indem er die Abmessungen der Bleche steigerte, aber das Schema durch aufgepresste Formen verschönte, auch die Tafeln damit versteifte. Dabei wird Nagelung auf dem Wellenkamm durchgeführt, Fig. 643—645: die Firstbleche werden in der Fabrik derartig fertig hergestellt, dass eine nachträgliche Bearbeitung entbehrlich ist; namentlich wird auch durch die Kimmen an den Ueberdeckungen Fig. 644 und 645 ein genauere Anschluss erzielt.

Das Hüttenwerk Geisweid, Siegerland, hat dann in diesem Sinne die Abmessungen der Bleche noch weiter vermehrt und die Anschlüsse vervollkommenet, wie in Fig. 646 in Profil und Ansicht, in den Einzelheiten in I—IV dargestellt sind.

Besonders bemerkenswerth sind: die Nagelung mittels Hohlkopfnägeln und untergelegter Bleischeibe, sowie die Rillen an den Ueberdeckungen, welche das Nachziehen von Feuchtigkeit durch Kapillarität verhüten. Die Abmessungen und Gewichte dieser Deckbleche ergeben sich aus der nachstehenden Tabelle.

| No. der deutschen Blechlehre | Dicke in mm | Gewicht in kg für 1 qm Pfannenblech kg | Annäherndes Gewicht in kg für 1 qm Dachfläche b. einer Ueberdeckung von | | | |
|------------------------------|-------------|--|---|--------|--------|--------|
| | | | 0,08 m | 0,10 m | 0,15 m | 0,20 m |
| 20 | 0,88 | 7,75 | 8,57 | 8,51 | 8,75 | 8,96 |
| 21 | 0,75 | 6,73 | 7,26 | 7,32 | 7,50 | 7,68 |
| 21½ | 0,69 | 6,41 | 6,57 | 6,62 | 6,83 | 6,98 |

Ueberdeckungen bei 18° Dachneigung (1:3) = 0,10 m, 15° (1:4) = 0,15 m, 10° (1:6) = 0,20 m. Grösste Tafellängen: No. 20: 3,10 m, No. 21 und No. 21½: 2,50 m.

ε. Deckung mit emaillirten Formblechen.

Die Platten, Fig. 647 ff., sind, ganz ähnlich den aus Zink, nach Rautensystem gebildet, Fig. 651—653, und zwar in verschiedenartigen Mustern. Die First- und Anschlussplatten, Fig. 650, werden auf Bestellung gefertigt; eine längere Bestellzeit ist nicht erforderlich. Das Gewicht beträgt auf 1 qm Deckung rd. 9 kg. Die Eindeckung erfolgt mittels Hefthaken. Dachlichter und Luken können durch Verglasung, bezw. öffnende Rähmchen in einzelnen durchbrochenen Rauten, angebracht werden, Fig. 648a, 651; für grössere werden 4 Platten als einziges Stück mit dem erforderlichen Einsatzrahmen geliefert, Fig. 648.

Bei sehr flachen Dachneigungen ist anzurathen, in die Falze vor der Deckung eine Hanfschnur einzulegen.

Die Platten werden vom Schwelmer Emaillirwerk geliefert, können aber auch von jedem dergleichen Werk und nach den verschiedensten Mustern gefertigt werden.

Die Färbung kann nach Belieben hergestellt werden und zwar ebensowohl in glänzenden als stumpfen (matten) Tönen. Im letzteren Falle sind die Dächer nicht schwerer zu begehen als bei Schiefer- und Ziegel-Deckung.

Fig. 647.

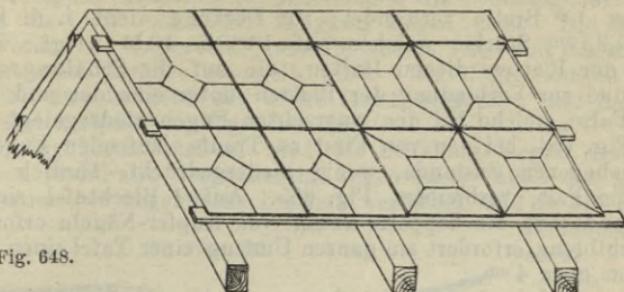


Fig. 648.

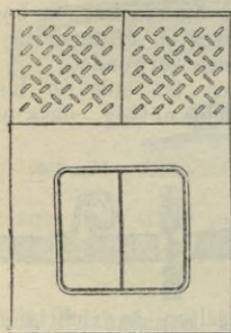


Fig. 648 a.

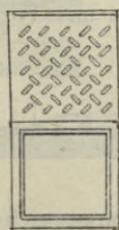


Fig. 649.

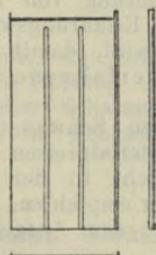


Fig. 650.

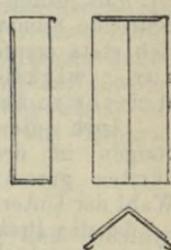


Fig. 651.

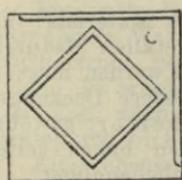


Fig. 652.

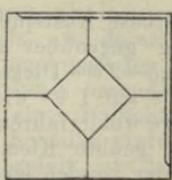
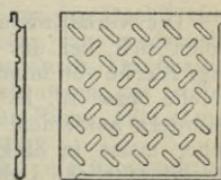


Fig. 653.



f. Deckungen mit Falzplatten aus Gusseisen.

Die Platten werden entweder in der Form von Schiefertafeln hergestellt (Eisenwerke Gröditz, Tangerhütte usw.) oder mehr in der Form gewöhnlicher Dachziegel und dann mit Nuth, bezw. Leiste am Umfange versehen. Die Platten der genannten Werke werden sowohl emallirt als auch roh geliefert. Das Eigengewicht, welches die Deckungen derartiger Dächer erreichen, beträgt 24—32 kg auf 1 qm. Die Grösse der Platten liegt im allgem. in solchen Grenzen, dass auf 1 qm Dachfläche 16—24 Stück Platten erforderlich sind. —

Naturgemäss tropfen diese Dächer stark ab und sind verhältnissmässig schwer.

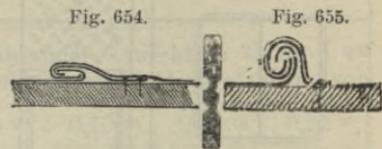
g. Kupfer-Deckung.

Dieselbe ist wegen der grossen Unempfindlichkeit des Kupfers gegen Witterungs-Einflüsse überall anwendbar, voraus gesetzt, dass so viel Gefälle vorhanden ist, dass das Wasser nicht durch die Falzung der Tafeln an die Schalung tritt, welche bei dieser Deckung immer nothwendig ist. Die Tafeln werden in Grössen von 0,8—3 qm bei höchstens 1 m Breite verwendet; zur Deckung dient i. d. R. Blech von 1—1,35 mm Stärke, welches auf 1 qm 8—10 kg wiegt. Zum Bestimmen der Platten dienen Haften, die auf die Schalung genagelt werden und zur Verbindung der Platten unter einander und mit den Haften Falze, welche bei den wagrechten Fugen niedergelegt werden, wie in Fig. 654, bei den von First zu Traufe laufenden Fugen aber im aufgebogenen Zustande, wenig niedergedrückt, ähnlich wie bei stehendem Falz, verbleiben, Fig. 655. Auf 1 Blechtafel sind 6—8 Haften und etwa die doppelte Anzahl von Kupfer-Nägeln erforderlich. Die Falzbildung erfordert am ganzen Umfang einer Tafel einen Breitenstreif von etwa 4 cm.

Es wird übrigens auch häufiger nach den für Zinkdeckungen beschriebenen Systemen gearbeitet; bei reicher bewegten Formen (Gesimsen usw.) wird anstelle des Kupfers öfter Bronze verwendet.

Zur guten Ausführung von Kupfer-Deckungen ist eine so bedeutende Summe von Erfahrungswissen und Vorsicht nöthig, dass es sich stets empfehlen wird, damit nur wirklich erfahrene Meister zu betrauen.

Auch die grossen Schwankungen in den Materialpreisen dürften grosse Vorsicht in der Wahl der Unternehmer empfehlen, — da die Preise auf dem Ausgebotswege sich selten in richtigem Maasse regeln lassen.



h. Bleideckung.

Die verhältnissmässig grosse Kostspieligkeit des Materials vermehrt sich bei der Deckung gegenüber anderen Metallen dadurch, dass Bleche von mindestens 1,5—2 mm Dicke verwendet werden müssen, welche bezw. rd. 18 und 25 kg auf 1 qm wiegen. Grössere Deckungen erfordern ausserdem besondere wohlerfahrene Bleiarbeiter; gewöhnliche, meist in Zinkarbeiten geübte Klempnergehilfen haben selten die erforderliche Übung in der vorsichtigen Materialbehandlung.

Die Tafeln sind im Handel in der Regel in Rollen von rd. 0,80 bei 1 m Breite und 10—15 m Länge vorrätig.

Die Deckung erfordert sehr sorgfältige Schalung bezw. Unterbettung. Zur regelrechten Falzdeckung werden u. a. bis rd. 1,3 m Blei auf 1 qm Dachfläche nöthig.

Zu steileren Deckungen als 1:3,5 ist das Bleiblech nicht verwendbar¹⁾, weil infolge der Eigenschwere dasselbe nach Ausdehnung durch Wärme nicht ganz in die alte Lage zurückkehrt, sondern in der angenommenen Form verharrt, Falten bildet und alsdann abreisst. Selbst bei flachen Dächern wird das Blei faltig wenn nicht für sehr glatte Unterbettung (durch Unterlage von Oelpapier) Abtreppungen usw. gesorgt ist.

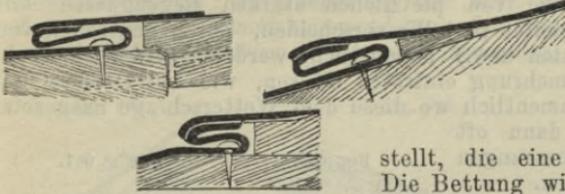
¹⁾ Das steile Dach des Kölner Domes ist zwar auch mit Blei gedeckt; jedoch liegen über Ausführungsweise und Bewahrung keine ausreichenden Angaben vor.

Bei Herstellung von Kehlen und kleineren windschiefen Flächen, sowie zu Deckungen in der Nähe der See, ist Blei fast unentbehrlich; es kann mit verzinnnten oder verbleiten Nägeln befestigt werden, welche jedoch überlötet werden müssen. Falze müssen mit dem Holzhammer dicht zusammen getrieben werden.

Nicht begehbare Flächen werden mit doppelten Umfaltungen in der Dachneigung hergestellt, wobei jedoch die Schalung bei flacheren Dächern als 1:3,5 nach der Neigung liegen muss. Die liegenden Fugen werden so hergestellt, dass die untere Tafel mit einem Streifen überdeckt und darüber genagelt wird. Die Nägel werden alsdann überlötet und es wird der obere Rand umgefaltet und hierauf die obere Tafel aufgelötet, Fig. 656—658.

Bei begehbaren Dächern wird die Schalung wegen des starken Auftragens der Falze treppenartig angeordnet. Auch die geneigten Falze werden bei begehbaren Dächern verlötet und in die Schalung rinnenmässig versenkt.

Fig. 656—658.



In Frankreich, Spanien und Italien werden solchergestalt grosse begehbare Terrassen hergestellt, die eine lange Dauer haben.

Die Bettung wird dort auf gewöhnlicher Schalung mittels eines Auftrages von Gips in die richtige Form gebracht und mit Oelpapier abgedeckt.

abgedeckt.

XV. Dachrinnen aus Metall, einschl. Abfallrohre und Gesimsabdeckungen.

a. Allgemeines.

Eine gute Rinnenkonstruktion muss das von den Dachflächen abtropfende Wasser sammeln und derartig ableiten, dass weder die Gebäudefront noch die Umgebung des Gebäudes durch Traufwasser leiden. Es werden daher häufig besondere Vorkehrungen zu treffen sein, dass auch im Falle einer Undichtigkeit der Rinne oder deren Verstopfung nicht grössere Schäden eintreten können.

Eine ebenso grosse Sorgfalt ist dazu nötig, die Konstruktion so einzurichten, dass weder der Einfluss heftiger Temperaturwechsel, noch die Gewalt des Windes, Verstopfungen durch abrutschenden Schnee, Beschädigungen der Dachdeckung oder Unvorsichtigkeiten der Dacharbeiter Beschädigungen der Rinne herbeiführen.

Diesen vielseitigen Rücksichtnahmen zu entsprechen, führt oft zu den verwickeltsten Konstruktionen, welche nur von den allerzuverlässigsten Handwerkern ausführbar sind; dadurch werden aber die Schwierigkeiten der Beaufsichtigung und vor allem die einer zuverlässigen Ausbesserung vermehrt, wenn eine solche nothwendig ist. Die Beaufsichtigung aber ist an sich — (wie in vielen Fällen schon die Ausführung) — mit körperlichen Gefahren verbunden; sie kann nur demjenigen zugemuthet werden, der eine handwerksmässige Uebung darin erlangt hat; sie entzieht sich daher fast ausnahmslos der persönlichen Ausübung durch den Architekten.

Das sollte in allen Fällen billige Berücksichtigung finden!

1. Material: Zinkblech der Nummern 13—15 (erstere nur für ganz leichte Rinnen), Kupferblech für Kupferdächer, verzinktes Eisenblech für frei hängende bezw. nicht gebettete Rinnen, Bleiblech als Hilfsmaterial oder zu „gebetteten“ Rinnen. Mit Oelfarbe gestrichenes Eisenblech wird wohl zu Rinnkasten verwandt, bedarf aber sehr sorgfältiger Unterhaltung, wenn es ohne eine besonders darin eingehängte Zink- bezw. eingebettete Bleirinne bleiben soll. Zur Bettung wird in der Regel — kreosotfrei — getheertes Holz verwendet, für Bleirinnen auch Gips; in diesem Fall muss jedoch (wie auch bei Holz zu empfehlen) geöltes Papier als Zwischenlage benutzt werden.

2. Grösse der Rinnen. In Nord- und Mittelddeutschland rechnet man gewöhnlich¹⁾ 0,8—1^{cm} Rinnenquerschnitt auf 1^{cm} Dachgrundfläche und bei aufstehenden (Holzzement) Dächern etwa 10% weniger als hiernach erforderlich.

An Orten, welche von plötzlichen starken Regengüssen mit heftigen Winden begleitet (bei Wasserscheiden, Zusammentreffen von Flussthälern, an Küsten usw.) heimgesucht werden, wird ebensowohl eine Querschnittsvermehrung eintreten müssen, wie bei Dächern mit grösseren Kehlen, namentlich wo diese dem Wetterschlage ausgesetzt sind und es werden dann oft doppelt so grosse Abmessungen wie vor kaum genügen.

3. Die Breite der Rinnen soll (mit Ausnahme von solchen für unbedeutende Flächen) 15—25^{cm} und ihre Höhe an der Vorderkante mindestens 7^{cm} betragen.

4. Gefälle. Gewöhnlich wird ein Gefälle des Rinnenbodens von 0,8—1^{cm} auf 1^{cm}

freie Länge angewendet. Streng genommen ist dies nicht nöthig, aber es wird damit bezweckt, dass auch bei leichten Niederschlägen die Rinne sicher auf trocken und Vogetkremente usw., welche durch ihre ätzende Wirkung die Rinne beschädigen, leichter abfliessen, was namentlich bei frei hängenden Rinnen, deren Boden sich nach unten durchbiegen kann, von Bedeutung ist.

5. Formgebung. Die Querschnittsformen der Rinnen sind von so vielen Rücksichten abhängig, dass sich dafür keine festen Vorschriften ziehen lassen. Den geringsten Materialaufwand für dieselbe Querschnittsfläche erfordert die Halbkreisform, Fig. 659, welche gleichzeitig am leichtesten herzustellen und auch die widerstandsfähigste (angenäherter Parabelscheitel) ist. Fehlt die nöthige Höhe, so muss zu flachen Formen, Fig. 660, gegriffen werden, wobei jedoch scharfe Kanten am Boden zu vermeiden sind. Ist eine grössere Höhe möglich so wird damit am wirksamsten dem Ueberstürzen entgegen gewirkt und — bei verhältnissmässiger Enge — dem Betreten wie den Schneeverstopfungen.

Um das Zurücktreten des Wassers aus der Rinne nach der Dachseite zu verhüten muss der Vorderrand derselben tiefer liegen als der Traufrand des Daches, bezw. die dachseitige Oberkante der Deckung,

Fig. 659.

Fig. 661.

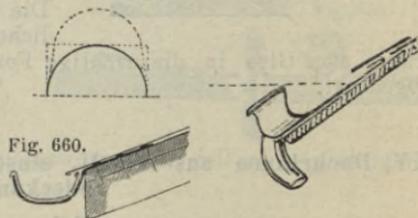


Fig. 660.

¹⁾ Vorschriften der Preuss. Bau-Verwaltung vom 31. März 1887.

Fig. 661. Beschädigungen durch abrutschenden Schnee werden (wo nicht besondere Vorkehrungen (Schneefänge) angeordnet sind) am leichtesten verhütet wenn die Vorderkante der Rinne etwas tiefer bleibt als die verlängerte Dachneigung, Fig. 662. Die in Fig. 661 dargestellte Form ist nicht allein die aufwändigste im Material, sondern auch sehr empfindlich und flach wehende, einfallende Winde treiben das Wasser der Rinne unter die höher liegende Deckung, wenn nicht ein bedeutender Ueberschuss an Breite gegeben wird. Ausserdem wird bei steileren Dachneigungen die Geschwindigkeit des Zuflusses auf Uebersteigen wirken; auch in dieser Hinsicht sind die Formen Fig. 660, 662 und 663 die zweckmässigeren.

Vielfach soll die Rinne in die Architektur hinein gezogen werden, indem sie als Gesims oder als Attika wirken soll. Oder auch, sie wird in ein Gesims gebettet, Fig. 663, bzw. hinter einer Attika verdeckt angeordnet. Es sind dann architektonische Rücksichten maassgebend, welche zu ganz besonderen Maassnahmen zwingen, die sich nur an bezüglichen Beispielen erläutern lassen, namentlich da es sich dabei gleichzeitig um Abdeckung der betr. Gesimse usw. handelt, oft auch mehrere Rinnen angewendet werden müssen.

Bei vielen Dachformen ist es nothwendig, dass die Rinne von

Fig. 662.

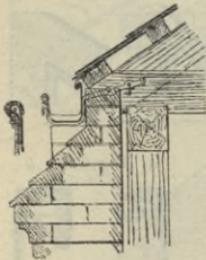
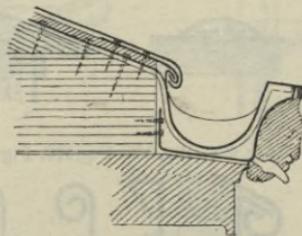


Fig. 663.



Dacharbeitern begangen werde, da eine andere gesicherte Gangfläche nicht zu beschaffen ist.

Eine besondere Art der Rinne ist die: zwischen zwei Satteldächern oder in den Kehlen von Sheddächern sich bildende.

b. Rinnen aus Blech.

Aus Rücksicht auf Verminderung der Zahl der Abfallrohre, sucht man die Rinnenläufe so lang als möglich herzustellen. Mit gewöhnlichen Zinkrinnen wird man erwiesenermaassen grössere Längen als 15^m (vom betr. Abfallrohr aus gerechnet), also für doppelläufige, welche in ein gemeinsames, mittleres Abfallrohr münden, 30^m nicht überschreiten können, weil durch die Temperaturänderungen schliesslich so bedeutende Längenverschiebungen entstehen, dass die Materialstärke den aus der Gewichtszunahme sich ergebenden bedeutenden Reibungswiderständen gegenüber ungenügend sein, wenn nicht (wie bei Shedbedachung) diese aussergewöhnlich gesteigert würde. Nur bei Anwendung besonderer verschieblicher Zwischenverbindungen (Bleifalze) können zweckmässig längere Stücke, jedoch nur bei genügender Höhe ausgeführt werden.

Bei der unmittelbar einwirkenden Sonnenbestrahlung und der freien Strahlung gegen den Himmelsraum, welchen die Rinnen ausgesetzt sind, sind nicht die Lufttemperaturen, sondern die Strahlungstemperaturen zugrunde zu legen und die grössten Unterschiede dieser für Nord- und Mitteldeutschland zu mindestens + 50° und - 25° C. anzunehmen, wobei auf 1^m Länge der Rinnen

eine Verschiebung von im ganzen bis rd. 2,3 mm, also bei 15 m eine solche von rd. 23,5 mm eintreten wird.

Bei allen Längenverbindungen bezw. Befestigungen der Rinne wird diesem Verhältniss durch Verbindungen Rechnung zu tragen sein, welche die unbehinderte Längenänderung der Rinne gewährleisten.

Die Befestigung der seitlichen Rinnenränder geschieht daher nur durch Einhängen mittels schmaler befestigter Haften aus Blechstreifen. Die Ränder der letzteren sollen stets abgereift, gerundet sein, namentlich wenn dazu verzinktes Eisenblech bei Zink- oder gar Bleirinnen zur Verwendung kommt. Und zwar ist dies nöthig, um ein allmähliges Einschneiden der Haften in das Deckmaterial zu verhüten.

Die Vordeckstreifen des Daches, in welche die Rinnen eingehakt werden, müssen, wenn verlöthet, ebenfalls in ganzer Länge verschieblich sein. Werden sie an dem Dache genagelt, so darf dies nicht in längeren Stücken geschehen als etwa 1 m. Oder sie müssen mit länglichen Nagellöchern versehen sein, welche mit Uberschiebe-Plättchen überdeckt werden — und diese mit Löthkappen, falls die Ueberdeckung sie nicht deckt, Fig. 664 (Siehe Bemerkungen zu Fig. 683—686).

Die Vorkantung der Vordeckstreifen ist früher oft durch scharfe Einkantung und Abkantung bewerkstelligt worden, Fig. 665. Dies hat sich nur bewährt wenn dieselbe nach Fig. 666 sehr steil war, also der untere Schenkel nicht ausweichen

konnte; aber diese Verbindung hat sich als unhaltbar gezeigt, wenn sie nach Fig. 667 gebildet war — wie ja überhaupt nicht anders zu erwarten ist.

Zweckmässiger und zuverlässiger ist die Scharfeinkantung mit Wulst, Fig. 668.

Auch ist bei frei stehenden Rinnen die äussere Säumung oft in ähnlicher Weise durch scharfe und rechteckige Abkantung, Fig. 669, hergestellt worden; natürlich konnte ein solcher Rinnenrand bei Sturm nicht widerstehen. Man wendet deshalb auch dafür stets den Wulst nach Fig. 670 an; oder man legt einen dünnen Eisenrundstab, Fig. 671, ein, wenn es nicht erforderlich wird, ein L-Eisen zu benutzen, Fig. 672 a, b.

Wo zwei Rinnenläufe mit ihrem Scheitel zusammen stehen, sind dieselben mit einem „Kamm“ zu versehen, Fig. 673, welcher den nöthigen Spielraum für die beiderseitige gesammte Längenänderung belässt. Das wird oft auch nöthig, wenn lange Läufe am Abfallrohr zusammen stossen, Fig. 674.

Damit das Traufwasser in Breite dieses Kamms (bei langen Rinnen oft einschliesslich der Falze etwa 10 cm) nicht überschiesse, wird zuweilen ein Rücken darauf gelöthet, welcher das Wasser nach der Rinne leitet.

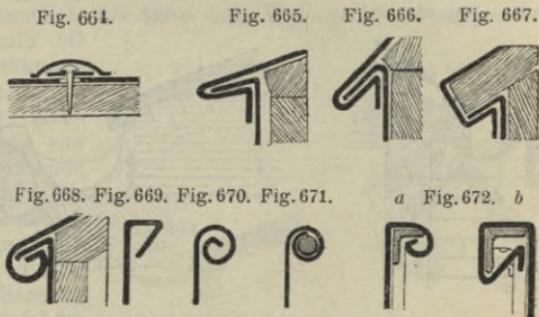


Fig. 668. Fig. 669. Fig. 670. Fig. 671.

a Fig. 672. b

Die vorangeführte bewegliche Bleifalz-Verbindung ist in Fig. 675 im Längenschnitt der Rinne dargestellt; daraus ist zu ersehen, dass eine sorgfältige Bettung nöthig ist. Auch ist erforderlich, dass der Boden des oberen Rinnenstückes über den Bleifalz überschiesse, um Beschädigungen bei ungeschickter Ausführung von Schneeräumungsarbeiten zu verhüten. Um dies ausführen zu können, kann der Falz nur allmählich in die hier gezeichnete Lage niedergedrückt werden.

Wird es nöthig, eine Rinne hinter gemauertem oder hölzernem oder einem sonstigen Gesims vertieft anzulegen, so muss der vordere Rinnenrand nach aussen umgefalzt werden, wie Fig. 702 a (S. 697) zeigt, wenn es nicht möglich ist den äusseren Deckstreifen mit der Rinne aus einem Stück herzustellen. Sollte dies unausführbar sein und so bei einem Uebertreten der Rinne, Wasser durch den Aussenfalz in den Rinnkasten Eintritt gewinnen können, so erübrigt es nur, den Rinnenboden zu verdoppeln und durch genügend weite Abflussöffnungen das eingedrungene Wasser rasch wieder nach aussen abzuleiten, Fig. 663, 677, 681, 697, 698 usw.

Fig. 673.

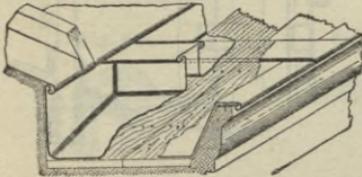


Fig. 674.

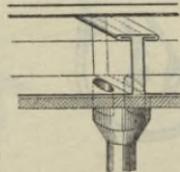


Fig. 675.

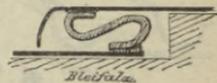


Fig. 676.

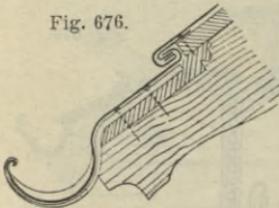
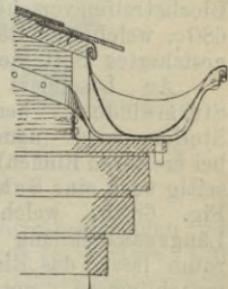


Fig. 678.



Fig. 677.



Bei Kehlrinnen wird dem Uebertreten durch grosse Abmessungen und Nothauslässe am Kopfende (Wasserspeier) entgegen gewirkt. —

Lagerung und Befestigung. Sogen. flache Rinnen von Halbkreis- bis Trogform, werden in kleineren Abmessungen durch einfache Rinneisen befestigt. Liegen dieselben „auf Dach“ nach Fig. 661, so fallen sie aus unserer Betrachtung aus, da sie zur Dachdeckerarbeit gehören.

Vorgehängte flache Rinnen oder Rinnen in Kastenform, Fig. 676, 677, 679 usw., werden bei vortretenden Dächern, oder wenn ein stützendes Gesims nicht vorhanden ist, oder nicht benutzt werden soll, lediglich in Rinneisen verlegt. Das sind Flacheisen von 8—10 mm Stärke und 2—2,5 cm Breite, welche auf die Schalung, bezw. bei Lattendeckung auf Aufschieblinge und durch diese in die Sparren eingreifend verschraubt werden. Bei empfindlicher Deckung sind dieselben in die Schalung usw. einzulassen und die Schraubköpfe zu versenken. Das äussere Ende wird bei diesen um den mit Innenwulst

gebildeten Rinnenrand umgebogen, während der Traufrand an der Vordeckung eingehängt wird, Fig. 677. Anstatt des Aufschraubens kann unter Umständen, wie Fig. 677 darstellt, das Rinneisen seitlich an den Sparren geschraubt werden.

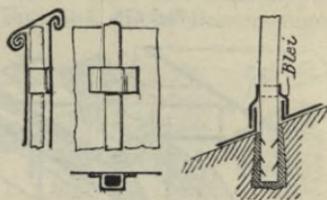
Solche Rinneisen sind wenigstens auf jedem Sparren anzubringen und sollen, wenn die Theilungsweite der letzteren 80 cm übersteigt, auch im Zwischenraum auf hinreichend kräftigen Langaufschieblingen von mindestens 6 cm Stärke befestigt werden, niemals aber auf Hirnholz noch auf Stirnbrettern, welche auf den Sparrenenden befestigt sind, es müssten diese denn etwa aus besonders festem Holz und ihre eigne Befestigung bestimmt sein.

Falls eine Vordeckung der Dachfläche fehlt und auch, um mittels derselben Rinneisen (also ohne Wechsel der Grundform) das Rinnengefälle herzustellen, werden solche mit „Federn“ versehen: angenieteten Blechstreifen, nach Fig. 680—680 d, welche also Haften bilden. Oder es werden die Rinneisen mit durchgehend eingelötheten starken

Fig. 680.



Fig. 681 a, b, c.



Blechstreifen versehen, Fig. 680c, welche der Rinne ein gesichertes Bett bieten.

An besonders durch Sturmwinde bedrohten Stellen wird (namentlich bei breiteren Rinnen) unterseitig noch eine Schlaufe, Fig. 681 b, welche der Längenausdehnung Spielraum lässt, das Rinneisen umschlingend, unter die Rinne gelöthet.

Zweckmäßiger als diese Rinneisen, erscheint eine anderweite Form, wie sie zuerst wohl in den 1840er Jahren von einer rheinisch-westfälischen Eisenwaarenfabrik mittels Schmiede-Pressen gefertigt worden, unter dem damals bestehenden Verbot der Verwendung von Eisenwerk zu Dacharbeiten, welches nicht „handgeschmiedet“ war, bei uns sich deshalb nicht einbürgern konnte; in jüngster Zeit findet diese Form in Nordamerika in verschiedenster Ausführung fast allgemein Verwendung. Fig. 682 a zeigt das Rinneisen mit Schraubchen e an einem Haltereisen befestigt, dessen obere drehbare Flügel am Fussrahm des Daches angeschraubt werden; b ist ein anderer Halter, dessen oberste Spitze umgekrümmt (wie Dachhaken) in die Oberfläche des Sparrens eingeschlagen wird, während die untere Spitze in den Sparrenkopf selbst eindringt. Die nach c und d geformten Halter werden auf, bezw. seitlich an den Sparren geschraubt.

Freihängende Rinnen sollen zwar nicht betreten werden; doch wird bei steileren Dächern es dem Dacharbeiter kaum möglich sein, dies zu

Fig. 682.

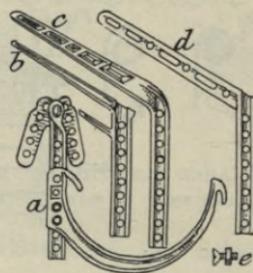


Fig. 679.



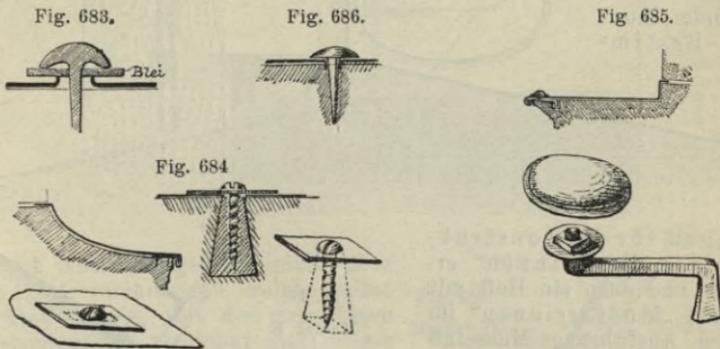
vermeiden, um einen gewissen Noth-Stützpunkt zu finden. Dem Rechnung tragend werden Zwischenweiten für die Rinneisen unter 60 cm nicht zulässig erachtet und es möchte auch im Interesse der baulichen Sicherheit dieses Maass nicht zu überschreiten sein wenn nicht besonders grosse Blechstärken gewählt werden.

Werden solche Rinnen sehr breit, so bedürfen sie entweder einer äusseren Stütze, oder es wird der äussere Rand mit einem Bügel an das Dach angehängt (s. Fig. 687).

Die äussere Stütze wird dann aber sich von selbst bieten, wenn frei vorhängende Rinnen eine äussere Zier- und Schutzverkleidung mit geraden oder gewellten Blechen erhalten. Fig. 681a und b geben die zweckmässigste Art der Befestigung solcher Stützen, wobei die kragenartigen Ueberkröpfungen aus Blei aufgelöthet sind; die Steifstellung und Verschieblichkeit der Bleche ist durch die zwischengelötheten Schlaufen hergestellt.

Bei Rinnen, welche über gemauerten Gesimsen oder solchen aus natürlichem Stein aufgehängt werden, tritt die Abdeckung des Gesimses in unmittelbare Beziehung zu diesen.

Es ist ganz natürlich, dass für diese die gleiche Verschieblichkeit zu wahren ist wie für jene und dass, wenn behufs Befestigung die



Abdeckung durchbrochen werden muss, die Durchbrechungen und deren Spielräume durch übergelöthete Kappen zu sichern sind, namentlich, soweit sie durch Schlagregen oder infolge von Undichtigkeiten der Rinnen zum Eindringen von Feuchtigkeit Gelegenheit bieten.

Besonderes Augenmerk verdienen dabei die Befestigungen der Abdeckung auf Stein; Fig. 683 zeigt eine solche. Der Abdeckungsstreifen hat in der Verschiebungsrichtung ein vorher, von unten gestanztes längliches Loch und ist mit einem Bleiplättchen überdeckt, durch welches ein Nagel mit Hohlkopf in einen, in den Stein eingelassenen Holzdübel eingetrieben ist.

Die (geringfügige) Oxydation des Bleiplättchens verhindert Untertreten von Feuchtigkeit, während die Dehnbarkeit des Bleies der Beweglichkeit des Zinkbleches Spielraum gewährt. Diese Befestigung kann jedoch nur dann angewendet werden, wenn es sich um sehr geringe Beweglichkeit handelt. Aehnlich ist die Befestigung in Fig. 684; die Schraube verlangt aber eine Löthkappe, Fig. 685.

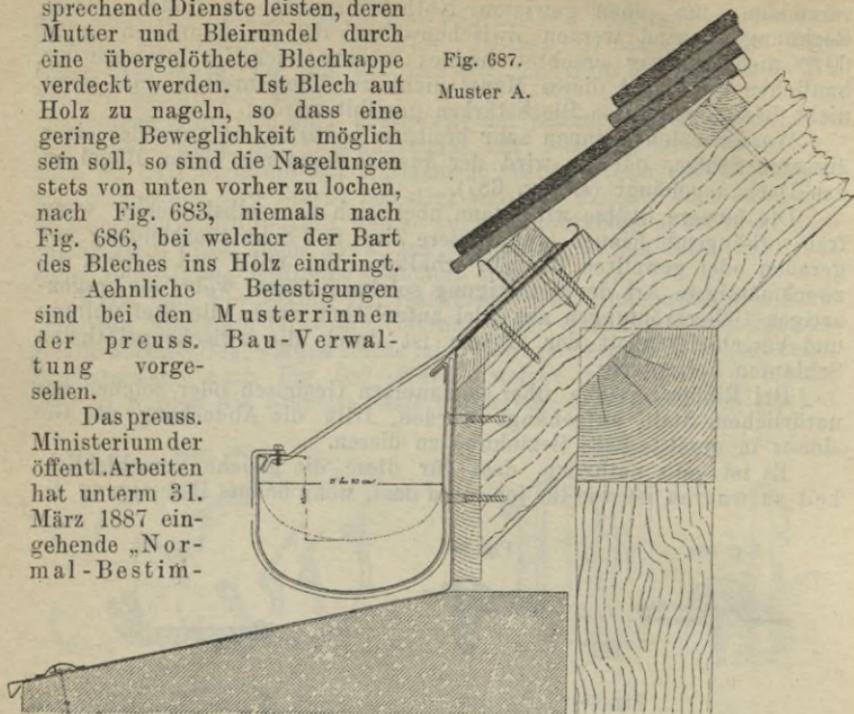
Ist es nicht möglich mit dem Dübel so nahe an die Vorderkante des Steins heran zu gehen, wie es zur Sicherung des Bleches erforderlich ist, so werden verkröpfte Steinschrauben, Fig. 685, ent-

sprechende Dienste leisten, deren Mutter und Bleirundel durch eine übergelöthete Blechkappe verdeckt werden. Ist Blech auf Holz zu nageln, so dass eine geringe Beweglichkeit möglich sein soll, so sind die Nagelungen stets von unten vorher zu lochen, nach Fig. 683, niemals nach Fig. 686, bei welcher der Bart des Bleches ins Holz eindringt.

Aehnliche Befestigungen sind bei den Musterrinnen der preuss. Bau-Verwaltung vorge-
sehen.

Das preuss. Ministerium der öffentl. Arbeiten hat unterm 31. März 1887 eingehende „Normal-Bestim-

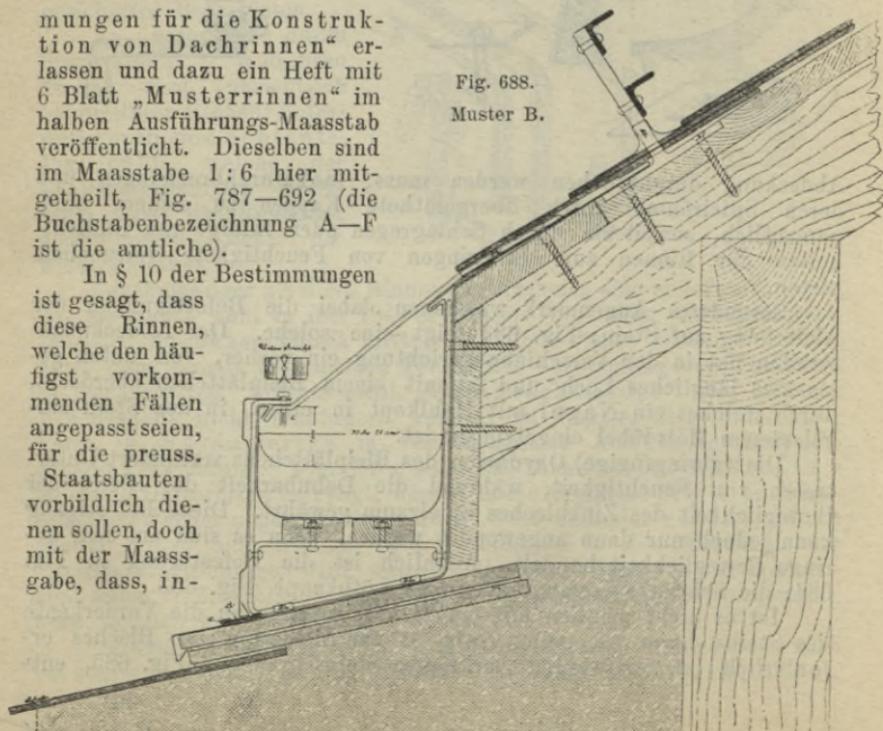
Fig. 687.
Muster A.



mungen für die Konstruktion von Dachrinnen“ erlassen und dazu ein Heft mit 6 Blatt „Musterrinnen“ im halben Ausführungs-Maasstab veröffentlicht. Dieselben sind im Maasstabe 1:6 hier mitgetheilt, Fig. 787—692 (die Buchstabenbezeichnung A—F ist die amtliche).

In § 10 der Bestimmungen ist gesagt, dass diese Rinnen, welche den häufigst vorkommenden Fällen angepasst seien, für die preuss. Staatsbauten vorbildlich dienen sollen, doch mit der Maassgabe, dass, in-

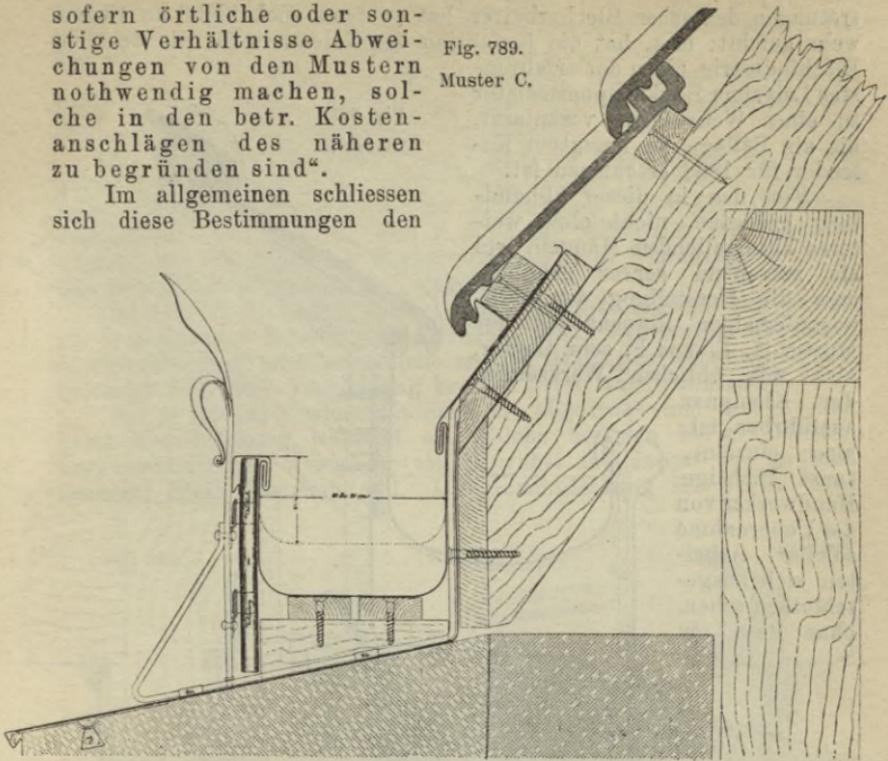
Fig. 688.
Muster B.



sofern örtliche oder sonstige Verhältnisse Abweichungen von den Mustern notwendig machen, solche in den betr. Kostenschlägen des näheren zu begründen sind“.

Im allgemeinen schliessen sich diese Bestimmungen den

Fig. 789.
Muster C.

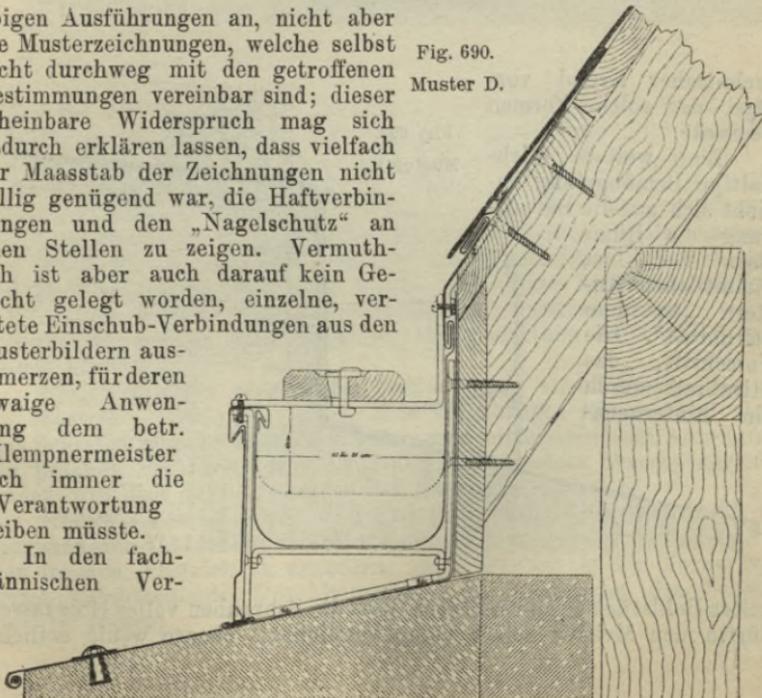


obigen Ausführungen an, nicht aber die Musterzeichnungen, welche selbst nicht durchweg mit den getroffenen Bestimmungen vereinbar sind; dieser scheinbare Widerspruch mag sich dadurch erklären lassen, dass vielfach der Maasstab der Zeichnungen nicht völlig genügend war, die Haftverbindungen und den „Nagelschutz“ an allen Stellen zu zeigen. Vermuthlich ist aber auch darauf kein Gewicht gelegt worden, einzelne, veraltete Einschub-Verbindungen aus den Musterbildern ausmerzen, für deren etwaige Anwendung dem betr.

Klempnermeister doch immer die Verantwortung bleiben müsste.

In den fachmännischen Ver-

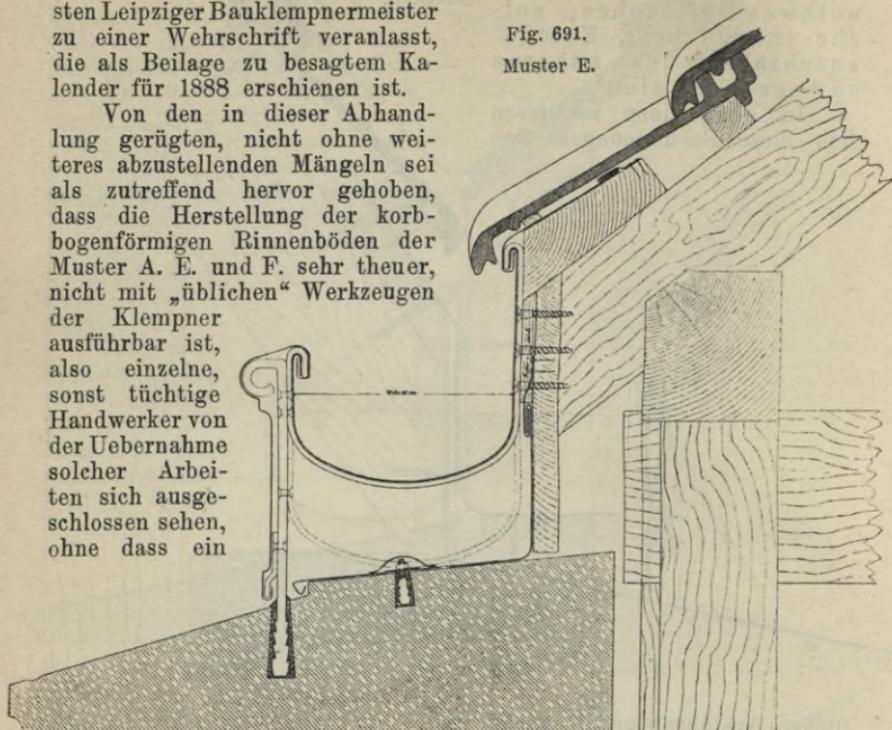
Fig. 690.
Muster D.



tretungen deutscher Blecharbeiter hat es denn auch nicht an Gegenwehr gefehlt; u. A. hat die Redaktion des Kalenders für die deutsche Blechindustrie einen der erfahrensten Leipziger Bauklempnermeister zu einer Wehrschrift veranlasst, die als Beilage zu besagtem Kalender für 1888 erschienen ist.

Von den in dieser Abhandlung gerügten, nicht ohne weiteres abzustellenden Mängeln sei als zutreffend hervor gehoben, dass die Herstellung der korb-bogenförmigen Rinnenböden der Muster A. E. und F. sehr teuer, nicht mit „üblichen“ Werkzeugen der Klempner ausführbar ist, also einzelne, sonst tüchtige Handwerker von der Uebernahme solcher Arbeiten sich ausgeschlossen sehen, ohne dass ein

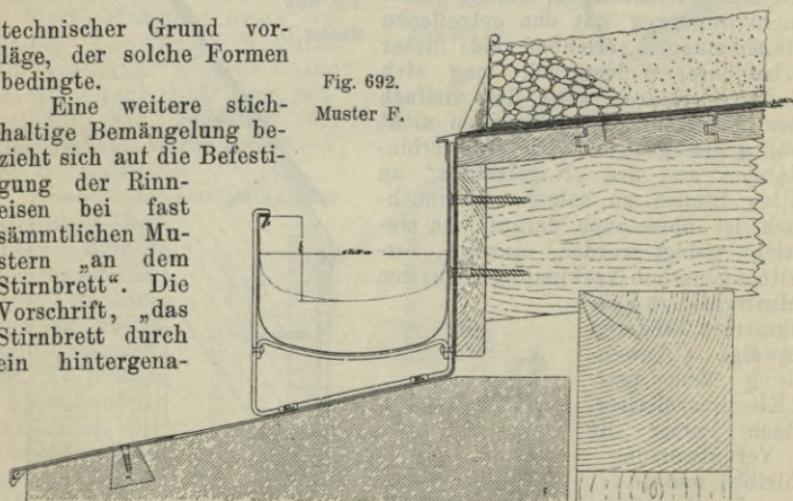
Fig. 691.
Muster E.



technischer Grund vorläge, der solche Formen bedingte.

Eine weitere stichhaltige Bemängelung bezieht sich auf die Befestigung der Rineisen bei fast sämtlichen Mustern „an dem Stirnbrett“. Die Vorschrift, „das Stirnbrett durch ein hintergena-

Fig. 692.
Muster F.



geltes Bohlstück so zu verstärken, dass die Schrauben volles Holz fassen“, dürfte den Meister seiner Verantwortlichkeit ebenso wenig entheben,

wie seiner zivilrechtlichen Haftbarkeit, wenn er den geschriebenen Bestimmungen zum Trotz „zeichnungsgemäss“ das Deckblech mit den Rinneisen fest an das Stirnbrett schrauben wollte.

Es wird also auch bei Zugrundelegung der Normalentwürfe anheim zu geben sein, den Entwurf den örtlichen Erfordernissen und den „wörtlichen Bestimmungen“ anzupassen.

Bei den Mustern B und C ist hervor zu heben, dass der Rinnenboden begehbar sein soll, daher Blech Nr. 15 erforderlich ist. Bei D ist ein mit Klammern auf dem Halterbügel befestigtes Gangbrett angebracht. Bei B, C, D und F sind die Stützeisen mit Blei umwickelt, um das Spiel der Deckstreifen nicht zu behindern; bei E ist das Stützeisen in dem Stein „eingeleit“.

Muster B—E haben sowohl aus architektonischen Rücksichten als zum besseren Schutz gegen Abheben durch Sturmwind eine Stirnblechverkleidung erhalten, welche an den Stützeisen mittels Schlaufen befestigt ist; diese Verkleidung besteht bei C aus Wellblech.

Bei B ist das Gesims mit Schiefer abgedeckt und hat deshalb keine Metalldeckung, während eine solche bei den übrigen Mustern angewandt ist, mit Ausnahme von E, wobei das Gesims aus undurchlässigem Stein bestehen soll. Die Gesimsdeckung ist bei A durch

Fig. 693.

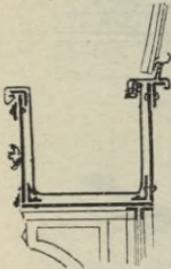


Fig. 694.

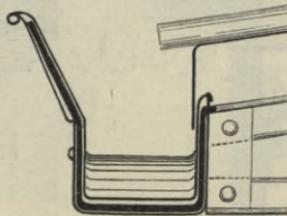
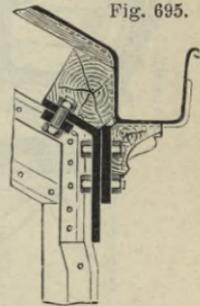


Fig. 695.



einen (in das Backsteingesims) eingemauerten Nagel mit Knebel und übergelötheter Deckkappe, bei C mittels eines Hafts niedergehalten, der im Stein durch Bleidübel befestigt ist. Bei D und E sind zu gleichem Zweck Steinkloben mit Kappe, bei F eine in Holzdübel greifende Schraube mit Haften verwendet. Bei D ist das Deckblech an der Vorderkante durch einen in den Wulst eingelassenen Draht verstärkt.

Noch ist zu bemerken, dass bei der Konstruktion D, auch wenn ein Halbkreisbogen angewandt würde, das untere Rinneisen vortheilhaft durch untergelöthete (wellenförmige) Streifen ersetzt werden könnte; die grossen Schwierigkeiten bei Abrichtung des Gefälles fielen damit hinweg.

Einige häufiger ausgeführte Rinnenformen sind folgende:

Fig. 662 (Seite 687) zeigt eine vorgehängte Rinne über einem mit Schiefer abgedeckten Backsteingesims mittelalterlicher Anordnung, bei welcher die Rinne ihre Lagerung auf einzelnen Mauerpfelern findet, wie dies dem Charakter des Bauwerks entspricht.

Hieran schliesst sich, Fig. 693, eine Rinne aus Eisenblech mit eingehängter Zinkrinne; dieselbe lässt sich im ganzen ausheben, um den inneren Anstrich zu erneuern; ausserdem ist an der Vorderkante durch entsprechende Durchbohrungen für Abführung des Schwitzwassers gesorgt.

Fig. 694 stellt die Rinne eines frei vorhängenden Vordaches (einer Eisenbahnhalle) dar, welche mit Wellblech gedeckt ist; ein unter letzteres gelöthetes Schutzblech verhindert das Eintreiben von Schnee und Traufwasser. Die Verdoppelung der Rinne ist im ornamentalen Interesse geschehen; doch ist damit die Untersuchung bzw. der Unterhalt durch Anstrich der Rinneisen sehr erschwert, wie auch bei Ueberfüllung der Rinne der Rücktritt des Wassers nach der Halle unvermeidlich.

Fig. 695 soll ein Bild geben, wie auf Holzaufschieblingen Rinnen an Eisenbauten zu befestigen sind. Dekorativ ist das Untergesims aus gestanztem Zink auf die hölzerne Kehle aufgelegt, während die Rinne in einem gewöhnlichen Rinneisen aufgehängt ist.

Rinnen in überstehenden Holzdächern. Fig. 696 zeigt eine solche als Gesims gebildet auf geschaltem Sparrendach mit Stirnbrett. Die eigentliche Bettung bildet hier jedoch das Rinneisen.

Fig. 698.

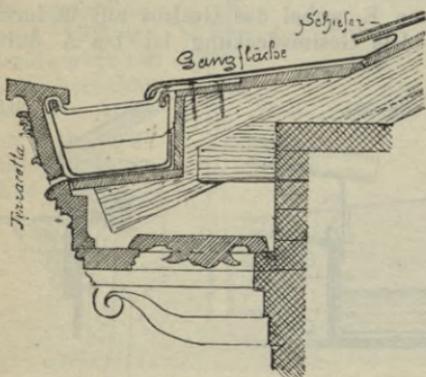


Fig. 696.

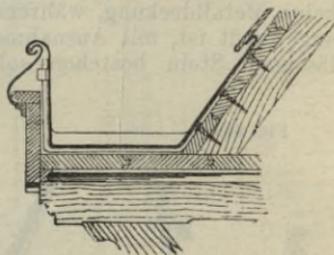
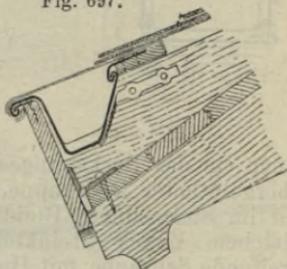


Fig. 697.



Die Ueberfaltung der Vorderkante ist sehr zweckmässig angeordnet, um Zurücktreten des Wassers zu verhüten.

Fig. 697 zeigt die Rinne eines sogen. englischen Daches. Das Rinnbrett wird hier durch den aufgebolzten Aufschiebling und das Stirnbrett gebildet, welches noch durch seitlich an den Sparren geschraubte Rinneisen und ein L-Eisen gesichert ist; eine weitere Bettung ist hier nicht angewendet. Etwa nach innen übertretendes Wasser findet leichten Abfluss in den Bohrungen des L-Eisens und der Dachschalung.

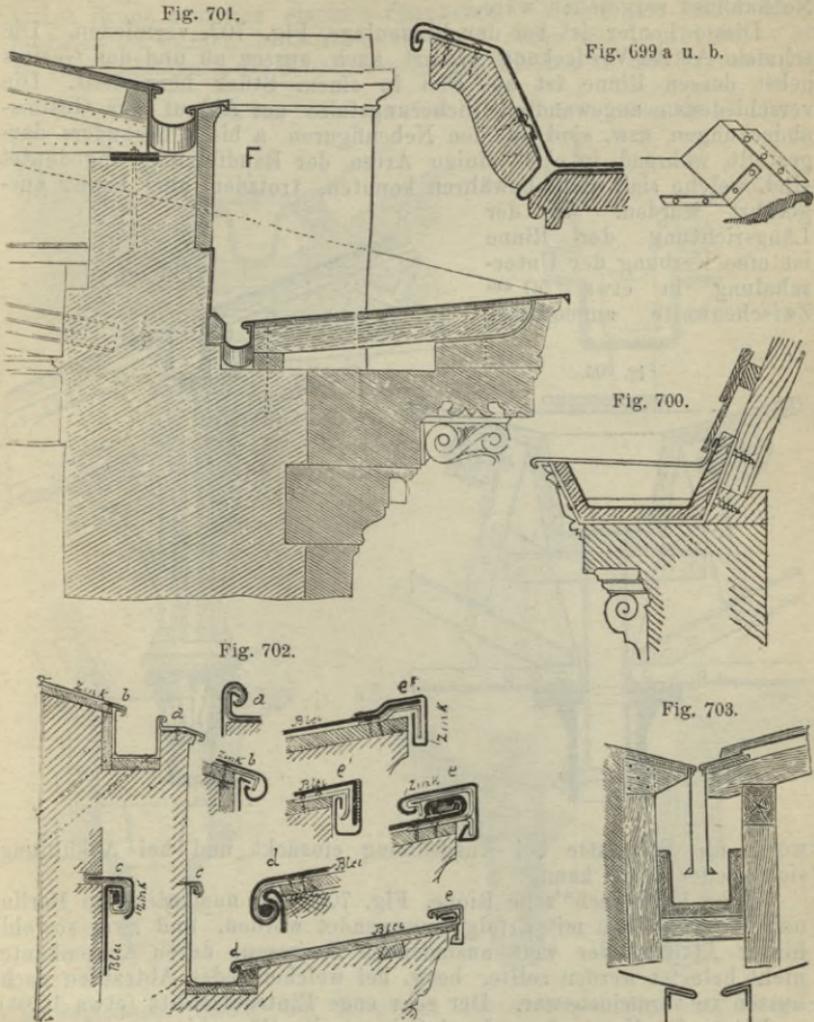
Ähnlich ist die Rinne, Fig. 698, gestaltet, welche sich hinter einem Terrakotta-Gesims birgt.

Um genügende Höhe zu gewinnen und gleichzeitig „den Schuss“ von Wasser und Schnee zu brechen, auch dem Arbeiter einen geeigneten Gang zu bieten, ist der überschaltete, mit Zink eingedeckte Aufschiebling angeordnet.

Die Holzbettung ist mit Zink verdoppelt, um zwischen Zink und Terrakotta etwa eindringendes Wasser am unteren Rande unschädlich abfließen zu lassen.

Fig. 699, a und b, stellen die Befestigung der Sima und der Vordeckung in einem aus Holz gebildeten Gesims dar, der Winkel

zur Befestigung der Sima ist eingelassen. Fig. 700 zeigt eine Rinne in Holzbettung mit Zinkverkleidung. Bei letzterer ist zur Sicherung der Bettung, ein Rinneisen unter dieselbe verlegt. (Zu beachten ist, dass die über der Rinne gezeichnete Doppellinie den Kamm zwischen zwei Rinnenläufen darstellt und nicht ein Einhänge-Eisen.)

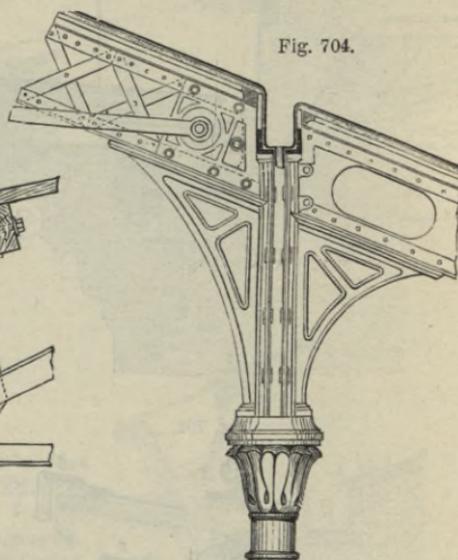
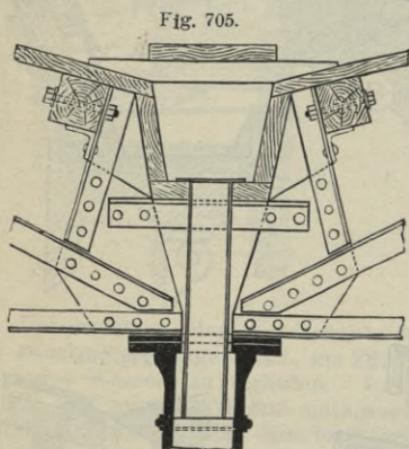


Rinnen auf Attiken. Bei Monumentalbauten höherer Ordnung mit Attiken ist es nicht angängig, die Attika durch eine vorgehängte Rinne zu verdecken, noch zu einer blechernen Scheinarchitektur zu greifen, wie es auch vermieden werden muss, Traufwasser auf das Gesims fallen zu lassen. Es muss deshalb die Rinne entweder in die Attika gebettet werden, Fig. 701 und 702, oder sie muss ganz dahinter geborgen sein, Fig. 703.

In den ersteren Fällen ist das breite Gesims nach rückwärts in eine besondere Rinne entwässernd abzudecken.

Fig. 701 zeigt das Gesims der National-Gallerie in Berlin. Die Verbindungen der rückwärts ablaufenden Abdeckungen der Attika, ebenso wie die Einhängung an der Gesimsdeckung gelten beim heutigen Stande der Technik als fehlerhaft, indem sie beim Ueberreten der Rinnen das Einsickern von Wasser gestatten, ohne dass ein Nothabfluss vorgesehen wäre.

Dieser Fehler ist bei der Rinnenlage, Fig. 702, vermieden. Die schmale Attika-Vordeckung wässert nach aussen ab und das Gesims nebst dessen Rinne ist aus Blei in einem Stück hergestellt. Die verschiedenen angewandten Sicherungsfalze am Ablauf der Gesimsabdeckungen usw. sind in den Nebenfiguren a bis e besonders dargestellt, während in e' e'' einige Arten der Randfaltung angedeutet sind, welche sich nicht bewähren konnten, trotzdem aber häufig ausgeführt wurden. In der Längsrichtung der Rinne ist eine Kerbung der Unterschulung in etwa 50 cm Zwischenweite angeordnet,



worin die Bleiplatte bei Ausdehnung einsackt und bei Abkühlung sich wieder heben kann.

Die „Knoblauch“-siche Rinne, Fig. 703, ist namentlich in Berlin und Wien vielfach mit Erfolg angewendet worden, und zwar sowohl hinter Attiken oder weit ausladenden Gesimsen, deren Aussenkante nicht belastet werden sollte, bezw. bei welchen jedes Abtraufen nach aussen zu vermeiden war. Der sehr enge Eintraufschlitz (etwa 10 cm) verhütet eine Verstopfung durch Schnee; die Hängebleche sichern das Eintropfen. Die Rinne darf jedoch nur in „frostfreie Dachböden“ eingelegt werden und muss sorgfältig gegen zufällige innere Verstopfungen gewahrt werden, was am leichtesten durch abnehmbare Innenverschalung und öfteres Nachsehen geschieht.

Bei sehr breiten Dachflächen, namentlich bei Hallen mit weit vortretendem Dach, wird häufig eine Hauptrinne auf die Frontstützen verlegt, wobei die Stützen die Abfallrohre aufnehmen, während für den vortretenden Theil des Daches eine besondere kleine Rinne anzu-

bringen ist, die sich durch Wasserspeier oder ähnliche Anordnungen entleert, Fig. 704.

Muldenrinnen, wie sie zwischen zwei Satteldächern nothwendig sind, können nur in sehr grossen Abmessungen sicher hergestellt werden und erhalten deshalb für gewöhnlich kein Gefälle, da eine öftere Untersuchung nothwendig und auch ohne Gefahr zu bewerkstelligen ist. Fig. 705 zeigt die Bettung aus Holz für eine derartige Rinne zwischen eisernen Gespärren. Obwohl die Rinne nicht betreten zu werden braucht — es dient dafür die Laufbohle — ist es zweckmässiger, die Flanschen der Abfallrohre in den Rinnenboden

Fig. 706.

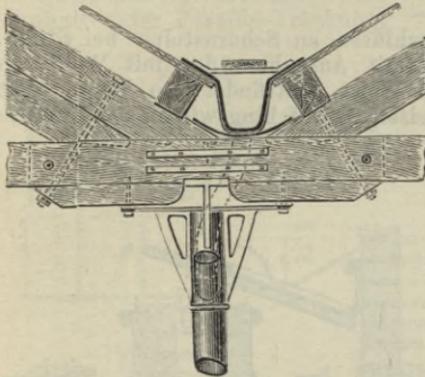


Fig. 708.

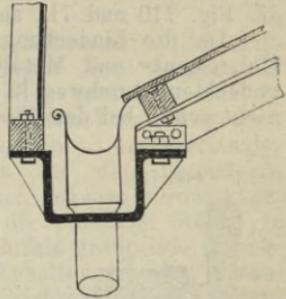


Fig. 709.

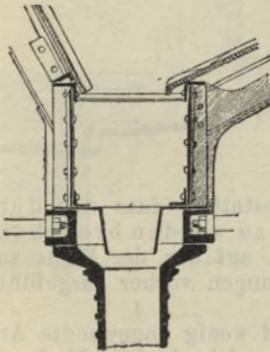
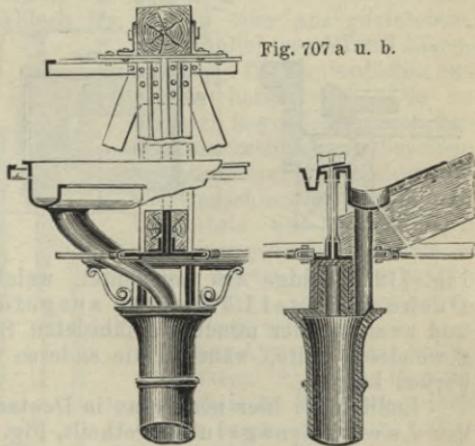


Fig. 707 a u. b.



zu versenken, damit bei etwaigem Durchsacken der eingehängten Zinkrinne, diese nicht Schaden leide.

Fig. 706 zeigt eine ähnliche Anordnung bei welcher ein Unterblech die Sicherung bei etwaiger Undichtheit bildet.

Eine Rinne für ein Shed-Dach ist in Fig. 707 a und b dargestellt; es ist dabei auf zwei Fehler aufmerksam zu machen. Erstlich müsste die innere (Schwitzwasser) Rinne (b) höher liegen als die Hauptrinne, um richtig in die letztere abwassern zu können und alsdann ist die Einleitung mittels eines gebogenen trichterförmig verengten, an der Mündung breitgequetschten Rohrstützens in die

als Abfallrohr dienende Säule, die allergünstigste um Verstopfungen herbei zu führen.

Eine etwas veraltete Anordnung ist in Fig. 708 dargestellt, bei welcher die Konstruktions-Rinne aus Gusseisen gebildet ist, in die eine Zinkrinne mit Gefälle eingehängt ist. Der Stutzen greift in die stützende Hohlsäule ein, welche auch das Schwitzwasser aufnimmt.

Sehr viel besser und geradezu mustergiltig ist die Anordnung Fig. 709 aus einer Tuchfabrik in Sedan. Die Wangen der eisernen Rinne, wie die Unterflächen des Sheddaches sind geputzt; die Einhängung einer Blechrinne ward für entbehrlich gehalten.

Als Rinnen werden zuweilen auch die Anschluss-Abdeckungen der Zier-Stirnbretter am Giebel von vortretenden Dächern ausgebildet, wie die Fig. 710 und 711 angeben. —

Da die Eindeckung der Anschlüsse an Schornsteine bei Stein-, Holzzement- und Metaldächern (mit Ausnahme der mit Wellblech gedeckten) durchweg in derselben Weise stattfindet, so ist so weit nicht schon bei den Einzeldeckweisen darauf hingewiesen ist, hier in

Fig. 710.

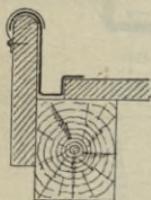


Fig. 711

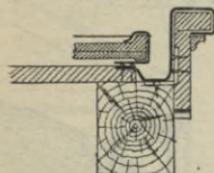


Fig. 712.

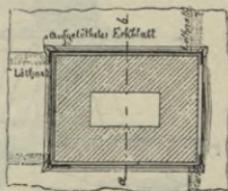
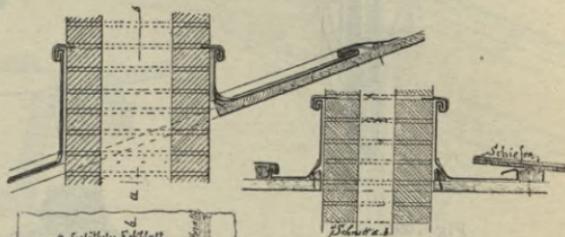


Fig. 713.

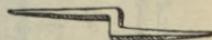


Fig. 712 diejenige Art angedeutet, welche gestattet, dass auf dem Dache nur zwei Lötfnäthe ausgeführt zu werden brauchen, und zwar auf der mindest gefährdeten Stelle, auf der der Rinne zugewendeten Seite, während die anderen Lötungen vorher ausgeführt werden können.

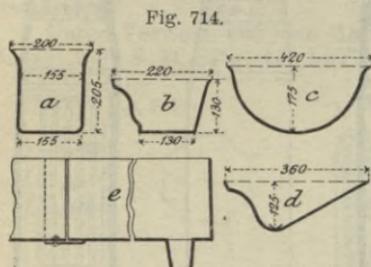
Endlich sei hier noch eine in Deutschland wenig angewandte Art von Zweispitznägeln mitgetheilt, Fig. 713, welche in verschiedenen Grössen aus Eisenblech geschnitten werden, und welche ausserordentlich bequeme Hilfen bieten, bei Befestigung der Rinnbettungen, wie der Rinnen selbst und der Ueberdeckstreifen von Maueranschlüssen usw. Näher hierauf einzugehen verbietet der Raum; es wären dazu doch vielfache zeichnerische Darstellungen nöthig, um die unendliche Zahl zweckmässiger Anwendungen zu zeigen, welche ein tüchtiger Klempner ohne weiteres herausbilden wird.

Eine grössere Anzahl von Rinnen findet sich auch unter den verschiedenen „Decksystemen“, namentlich für Wellblech- und für Glasdächer mitgetheilt, wobei die Anschlüsse besondere Beachtung gefunden haben.

c. Rinnen aus Gusseisen.

In einzelnen Industrie-Gegenden werden seit langer Zeit mit bestem Erfolg Rinnen aus asphaltirtem Gusseisen mit nur 3—5 mm Wandstärke verwendet. Es ist festgestellt, dass solche über 25 Jahre lang ohne irgend welche Unterhaltung (auch ohne Neuanstrich) sich bewährt haben; in den Fig. 714 ist: a eine solche für Shed-Dächer, b desgl. als Gesimsrinne, c als Muldenrinne zwischen Satteldächern und d für überhängende Dächer ausgebildet dargestellt, wie sie in Stärke von 5 mm von der Giesserei von Calow & Co. in Bielefeld seit langen Jahren als Handelswaare geliefert werden.

Die Verbindung erfolgt mittels Schraube in Langloch und mit Bleiplättchen-Zwischenlage, oder Dichtlappen von Segeltuch mit Asphalt- oder Paraffin-Tränkung.

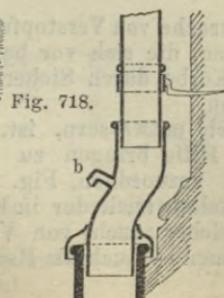
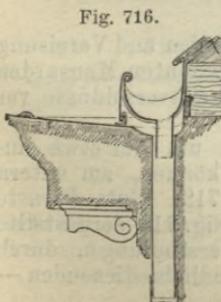
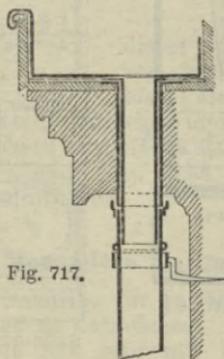
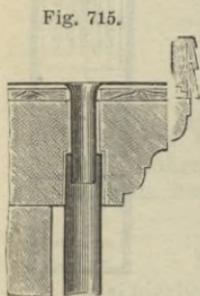


Es ist selbstverständlich, dass mit geringen Aenderungen der Profile, ohne grösseren Kostenaufwand, diesen Rinnen ein allen Anforderungen entsprechender Anschluss an die besonderen Deckweisen gegeben werden kann.

Da die einzelnen Stücke in dem Dichtfalz genügende Beweglichkeit behalten ist eine besondere Rücksichtnahme auf Längenausdehnung kaum vonnöthen.

d. Abfallrohre

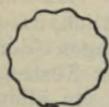
werden in der Regel aus Zinkblech No. 13—15 oder aus genietetem, nachträglich verzinktem Eisenblech und für Kupferdächer aus Kupfer hergestellt. Die an Strassen liegenden unteren Enden, namentlich wenn dieselben an unterirdische Entwässerungsröhre anschliessen, werden aber fast stets aus asphaltirtem Gusseisen gefertigt. Ausnahmsweise werden bei Zierbauten auch Rohre aus emailirtem Eisenblech verwendet.



Die Abmessungen sollen mindestens $\frac{3}{4}$ des Rinnenquerschnittes betragen; doch ist es unzweckmässig Rohre unter 12 cm Weite zu verwenden, weil diese leicht einfrieren. Die Befestigung geschieht mittels verzinkter bzw. verkupferter Schelleisen, Fig. 717, 718, auf welche ein an das Rohr gelötheter Wulst sich stützt. Die Abstände der Schelleisen wechseln bei Zinkblech in der Regel zwischen 2 bis 3,25 m

Grössere unverbundene Stücke sollen keine Verwendung finden um die leichte Verschieblichkeit aufrecht zu erhalten. Für guten breiten Uebergriff am Einlaufstutzen ist Sorge zu tragen, daher Anordnungen nach Fig. 715 zu vermeiden sind. Auch Anordnungen nach Fig. 716 sind gefährlich, da die Dichtheit am Anschluss der Abdeckungen des Abfallrohrs nicht geprüft werden kann; es müsste der Anschlussstutzen mindestens mit Abdeckung abgehoben werden können, also ein Ueberrohr angeordnet sein, wie bei Fig. 717. Querschnitts-Verengungen sind unzulässig, Krümmungen, besonders scharfe, ganz zu vermeiden. Stossen zwei lange Rinnenläufe gegen

Fig. 720.



einander, so dass ein Verschiebungskamm nach Fig. 674 anzuordnen ist, so muss die in dieser Figur gezeigte Einrichtung eines Falltrichters angewandt werden.

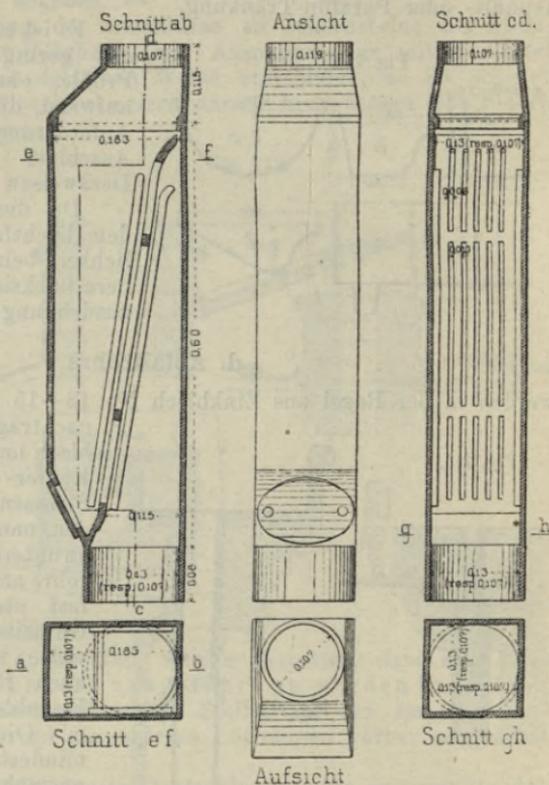
Ueber dem oberen Mündungsstutzen ist es rätlich, wenn Verstopfungen

(durch Laub usw.) zu befürchten sind, oder wo Ratten nisten, Verschlusskörbe aus starkem verzinktem Messing oder Eisendraht, bzw. Kupfer anzubringen, welche auch das Hineinfallen oder -Schwimmen von Eisstückchen, Schneebällen usw. verhüten

wird, damit die gewöhnlichste Ursache von Verstopfungen und Vereisung der Röhren usw. Bei Dachrinnen, die sich vor bewohnten Mansarden hinziehen, ist es rätlich, die Körbe durch Sicherheitsverschlüsse vor unbefugtem Oeffnen zu bewahren.

Bei Rinnen, die unterirdisch entwässern, ist, um bei etwa eintretenden Verstopfungen leicht Hilfe bringen zu können, am untern Ende ein Reinigungskasten anzuordnen, Fig. 719. Gute Dienste kann an wohl beaufsichtigten Stellen auch der in Fig. 718 dargestellte „Ueberschieber“ leisten, welcher auch von Verstopfungen durch Ausfluss aus dem kleinen gebogenen — auch als Handhabe dienenden — Röhren b Kenntniss giebt.

Fig. 719.



Natürlich werden solche Ueberschieber am zweckmässigsten da angebracht, wo etwa die Rinne über ein Sockelgesims verkröpft werden muss, sind also an Stelle der „Krümmer“ zu verwenden. Ist Einfrieren der Abfallrohre zu befürchten, so werden solche am besten aus flach gewelltem Blech nach Fig. 720 ausgeführt, welche zweckmässiger und billiger als solche „mit Bleifalz“ sind.

Die in Fig. 721 nach amerikanischen Vorbildern dargestellten, werden seit mehreren Jahren auch in Deutschland gefertigt.

Während in Deutschland bislang noch an der Bestigung der Abfallrohre mittels Schellen, auf welchen entsprechende auf den Röhren aufgelöthete Wulste aufsitzen (Fig. 717, 718) festgehalten worden ist, welche vielfach Ursache zu Reparaturen geben, gewinnt in der Neuzeit die zweckmässigere amerikanische Befestigungsart Eingang, von welchen Fig. 721 d und e die eine ältere, Fig. 722 die neuere darstellen.

Unter Verweis auf den Aufsatz „Luftabscheider“ in No. 31, Jahrg. 1894 d. D. Bztg. sei hier kurz angeführt, dass alle Abfallröhren

Fig. 721.

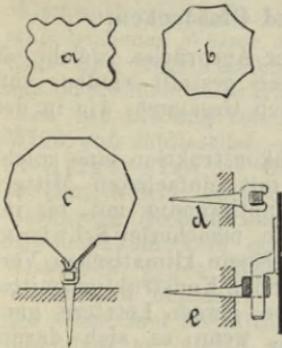
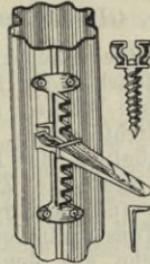


Fig. 722.



bedeutende Mengen von Luft mitreissen, so dass bei engen langen Röhren die Menge der mitgeführten Luft oft die des Wassers weit übertrifft und häufig Unterbrechungen des Abflusses sich ergeben.

Bei kanellirten (gewellten) Röhren zeigt sich dieser Uebelstand in so verschwindendem Maasse, dass Stauwirkungen nicht zu fürchten sind. Tritt

dieser Uebelstand bei älteren Röhren von kreisförmigem Querschnitt ein, so bietet die Einsenkung von Röhrcchen, bezw.

Blechzungen, ein recht einfaches und zuverlässiges Abhilfsmittel, wie in obbesagtem Aufsatz ausgeführt ist. Zu vermerken ist, dass auch sehr enge Röhrcchen nach Fig. 721 a eingeputzt werden können, ohne Frostschaden herbeizuführen.

e. Besondere Gesims-Abdeckungen.

Alles hierher Gehörige für gewöhnliche Blechabdeckungen ist aus dem Vorangeführten zu entnehmen.

In neuerer Zeit hat man mit bestem Vortheil verzinktes oder

Fig. 723.

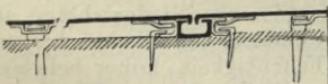


Fig. 724.

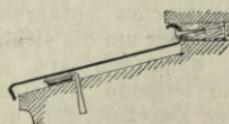
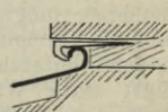


Fig. 725.



emaillirtes Eisenblech verwendet, wobei man ununterbrochene Längen, bei ersterem von 4 m, bei letzterem wohl kaum über 2 m anwenden kann.

Die Stossfugen werden wie Fig. 723 zeigt angeordnet. (Längenschnitt der Bleche.)

Die Unterfalze werden aus verzinktem Blech hergestellt, welches in einer der eben geschilderten Arten auf dem Gesims befestigt wird. In Abständen von rd. 70—80 cm haben sodann die Deckbleche kleine, vor der Verzinnung oder Emaillirung angenietetete Schlaufen, welche in Haftwinkel, die im Gesims befestigt sind, eingeschoben werden, Fig. 723, 724.

Die obere Befestigung geschieht in üblicher Art durch Nägel oder kleine Haken, Fig. 724, 725.

Solche Deckbleche sind weit steifer als Zinkblech, erfordern eine geringere Zahl der Befestigungen und es können auch Kropfstücke in den bezw. Werkstätten gefertigt werden, wobei die einspringenden Winkel als Kehlen auszuführen sind.

Da diese Bleche sich minder stark erhitzen als Zink usw., so leidet auch das Steinmaterial der Gesimse darunter weniger als bei diesem; namentlich wird aber eine so unangenehme Wärmeeinspeicherung vermieden, wie sie die Abdeckung von breiten von den Sonnenstrahlen getroffenen Fensterbänken mit Schieferplatten vor Wohn-, Arbeits- und Versammlungsräumen so häufig zu ernstlichen Klagen Anlass giebt.

XVI. Oberlichter, Glasdächer und Glasdecken.

Den sehr grossen Verschiedenheiten der Ansprüche, welche an die, mittels Oberlicht zu beleuchtenden Räume gestellt werden, entsprechen nicht minder grosse Wechsel in den Gesamt- wie in den Einzelanordnungen der Oberlichte selbst.

In Einzelfällen ist es möglich, der Dachkonstruktion eine solche Form zu geben, dass das gesteckte Ziel mit einfachsten Mitteln unmittelbar erreicht wird; in anderen wird es nothwendig, mit, bis ins kleinlichste durchdachten Konstruktionen die mancherlei Schwierigkeiten zu überwinden, welche aus den allgemein klimatischen Verhältnissen, wie aus der Natur der anzuwendenden Konstruktionsmittel erwachsen. Und in jedem Einzelfalle werden gerade Letztere ganz besonderer Erwägung bedürfen, namentlich, wenn es sich darum handelt, ein an anderen Orten, unter besonderen Verhältnissen erprobtes „System“ neu anzuwenden. Es wird damit also nothwendig, dass auch alle zur Ausführung berufenen gewerklichen Kräfte der gestellten Aufgabe in allen Einzelpunkten durchaus kundig sind und unter Leitung eines in allen bezüglichen Zweigen der Technik durchaus erfahrenen, zu gemeinsamer Leistung vereinigt wirken und dass dieser bei schwierigeren Anlagen schon bei Entwurfs-Bearbeitung in allen Theilen davon Kenntniss erhalte — um Misserfolgen in technischer wie in finanzieller Beziehung zu beugen.

a. Grundbedingungen.

Bei allen Oberlichtanordnungen handelt es sich sowohl um ein sicheres, möglichst rasches Abführen der äusseren Niederschläge als um die Vermeidung, oder um die sichere Ableitung von Niederschlägen, welche entstehen, wenn wärmere, mit Feuchtigkeit höher beladene Luft stark Wärme leitende Konstruktionstheile an der Unterseite trifft; neben beiden Zwecken darf der der Beleuchtung nicht leiden. Letztere Bedingung ist oft noch erschwert durch die geforderte Vermeidung von Halb- oder Schlagschatten und der Trübung der im architektonischen Interesse gebotenen Form.

Die somit gegebene Einschränkung in den Breitenabmessungen der tragenden Glieder, in Verbindung mit der Zerbrechlichkeit des Glases,

erschwert dann wiederum die Rücksichtnahme auf Dauerhaftigkeit der allen zerstörenden meteorischen Einflüssen preisgegebenen Konstruktionen. In dieser Beziehung spielen die verschiedenen Ausdehnungs-Verhältnisse der anzuwendenden Materialien die bedeutendste Rolle, ebenso die leichte Zerstorbarkeit unter dem Einflusse grosser Temperatur-Schwankungen und der Verunreinigungen der Luft durch Abzugsgase der Schornsteine usw.

Verhältnissmässig leicht noch lassen sich die äusseren Niederschläge abführen und dauerhafte Dichtungen dafür herstellen, während bezüglich des inneren Schwitzwassers, bezw. der Verhütung oder Ableitung desselben die grössten Erschwerungen obwalten.

Die Ursachen der Undichtigkeit lassen sich zurückführen auf: Elastizität der Dachstühle, Erschütterungen derselben durch äussere Ursachen, Abheben der Glasplatten durch inneren Winddruck (also auch durch Zuschlagen von Thüren), sowie wechselnde Wärmeinflüsse und Unbeständigkeit (Verderb) der Dichtungsmittel. Es ist hierbei noch von gewaltsamem Bruch der Glastafeln oder von Zerspringen derselben beim Gefrieren des etwa in die Fugen eingedrungenen Wassers abgesehen. Dagegen sind als Ursachen des inneren Beschlagens und Abtropfens anzusehen: nicht allein durch Winddruck oder Adhäsion bei sehr flacher Lage der Tafeln von aussen eingetriebenes Wasser oder Schnee, sondern die an den abgekühlten Glas- und Metalltheilen (selbst an Holz) erfolgenden Niederschläge aus zuströmender wärmerer, daher höher gesättigter Luft, sondern auch die Bildung von Schnee im Innern bei eingetriebenem kaltem Wind und schliesslich — was in den seltensten Fällen berücksichtigt wird — die fortgesetzte Strahlungswirkung von Metalltheilen, welche entweder unmittelbar mit der kalten Aussenluft in Berührung stehen, oder für welche gegen Abstrahlung in den freien Himmelsraum kein genügendes Hinderniss besteht, da die dünnen Glastafeln gegen Wärmestrahlungen nur einen äusserst geringen Widerstand besitzen! Finden sich Unebenheiten an den Unterflächen der Glas- oder Metalltheile, so bilden diese „Strahlungsspitzen“; besonders an diesen treten zuerst Ansammlungen von Feuchtigkeit auf, welche durch weiteren Zufluss zu grösseren Tropfen verstärkt werden und alsdann bei ungenügender Neigung nicht weiter fliessen, sondern herabfallen.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, dass eine möglichst grosse Neigung, der möglichste Ausschluss von wagrechten (namentlich stärkeren metallischen) Verbindungen in der Dachfläche, der Abschluss von wärmerer feuchter Luft von den Innenflächen die sichere Wirkung der Konstruktionen wesentlich begünstigen.

Während genügende Neigung durch eine entsprechende Konstruktion des Dachgerüsts oder besondere Zwischenkonstruktionen erzielt wird, müssen bei abtropffreien Dächern die Pfetten entweder aussen angeordnet (das Oberlicht also aufgehängt) oder mit hängenden Rinnen umgeben sein. Oder, man entfernt die Pfetten durch Stelzeinrichtungen von der Dachfläche, während — sofern dies sonst zulässig ist, der Zutritt feuchtwarmer Luft durch Verdoppelung der Glasflächen, bezw. Anordnung innerer und äusserer Oberlichte über den betr. Räumen verhindert wird. Doch kann auch für die inneren Oberlichte (Glasdecken) besondere Vorsicht oft sehr nothwendig werden, wie ja andererseits auch Fälle vorkommen, in denen auf Abführung des Schwitzwassers nur geringe Rücksicht genommen zu werden braucht.

Zwar hängt die Stärkebestimmung der zu verwendenden Glasarten, neben Rücksicht auf Hagelschlag, wesentlich von der den

Tafeln zu gebenden Neigung ab, gleichzeitig aber auch von ihrer Breite und Länge. Dicke und Flächenabmessung beeinflussen aber den Preis derselben eben so sehr, wie die Art des Glases als „geblasenes“, „gegossenes“, „Hartglas“ usw. Es lassen sich daher keine festen Regeln aufstellen; doch wird für gewöhnliche Fälle die Angabe dienlich sein, dass in Nord- und Mittelddeutschland durchschnittlich bei geringster Dachneigung von 1:3 als vortheilhaft sich herausgestellt hat: eine Sprossenweite von rd. 0,50 bei einer Tafellänge von rd. 1 m, bei höchsten Weiten von rd. bis 0,65 m eine Länge von rd. 0,78 m, und zwar für geblasenes Glas von 4,5—5 mm oder geripptes Gussglas von 7—12 mm Stärke.

Natürlich kann die Stärke bei grösserer Neigung etwas abgemindert werden, während es vortheilhaft sein wird, die Flächenabmessungen, welche oben angegeben sind, beizubehalten.

Bei flachen Neigungen müssen entweder stärkere Tafeln angewendet werden, oder die Sprossenlage muss enger sein; es werden sogar kleine Querrinnen in den Stössen erforderlich. Dicke Rohglasplatten haben aber nicht allein eine grosse Tragfähigkeit, sondern sie werden in grossen Flächen hergestellt und diese haben eine sehr ebene Unterfläche, welche um so weniger zum Abtropfen Veranlassung bietet, als die schlechte Wärme-Leitung des Glases raschem Temperaturwechsel vorbeugt.

Rauhes und geripptes Rohglas — dessen unebene Flächen stets nach der Oberseite zu legen sind — giebt eine sehr starke Lichtzerstreuung. Wenn dasselbe sehr flach verlegt wird, ist öftere Reinigung erforderlich, weil es dabei durch Russ und Staub bald dunkelt. Schnee gleitet nicht leicht davon ab.

Nächst der Wahl des Glases wird die Hauptaufmerksamkeit hinsichtlich der Herstellung von Sparrenprofilen erforderlich, welche leichte Dichtung — auch ohne Kitt — und sichere Abführung etwa eingedrungenen Regenwassers gestatten, sowie der Befestigung der Glasplatten auf diesen und der Sicherung gegen Abgleiten derselben. Im weiteren erfordert, je flacher das Dach, die Ueberdeckung der Glastafeln in der wagrechten Richtung, bezw. Dichtung und Verhütung von Abtropfen an diesen Stellen, erhöhte Augenmerk. Schliesslich ist bei den Oberlichtern noch der Anlage von Rinnen bezw. dem Anschluss an solche, sowie an die übrige Deckung und an Wände oder Umrahmungen, ebenso grosse Sorgfalt wie der zweckmässigen Verbindung von Sprossen und Pfetten zuzuwenden.

b. Oberlichte mit senkrechter oder nahezu senkrechter Lage.

Am einfachsten gestaltet sich die Herstellung der Glasflächen bei Sheddächern, Fig. 726—737. Diese Ausführung kann im allgemeinen nur unter vollständiger Verkenning ihrer Bestimmung anders behandelt werden als die Verglasung gewöhnlicher Fenster. Selten ist es nöthig, Oberlichte in Sheddächern zur Lüftung beweglich herzustellen, da in der Regel die Dachflächen sich besser dazu eignen. Das senkrechte Sprossenwerk wird am zweckmässigsten aus \perp Sprossen nach den Profilen 35—37 Tafel I (S. 501) gebildet, wobei die Unterschneidungen der Flanschen zur Haftung des Kittes benutzt werden. Selten wird es nöthig sein, die Scheiben eines Sprossenfeldes der Höhe nach zu theilen, — es müsste denn die Höhe 1 m weit überschreiten. Denn die Kosten einscheibiger Anordnung werden i. d. R. geringer sein als der mit Ueberdeckung und Zwischenkonstruktion hergestellten. Bei grossen

Fig. 726.

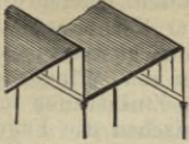


Fig. 727.

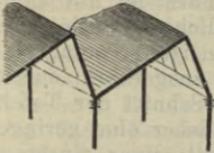


Fig. 728-730.

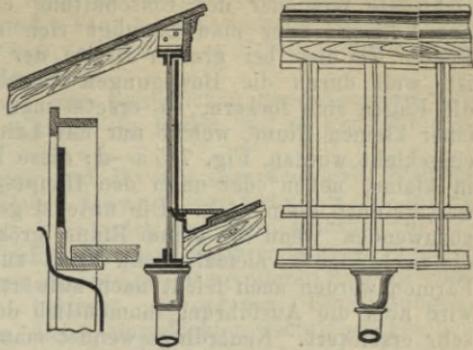


Fig. 732.

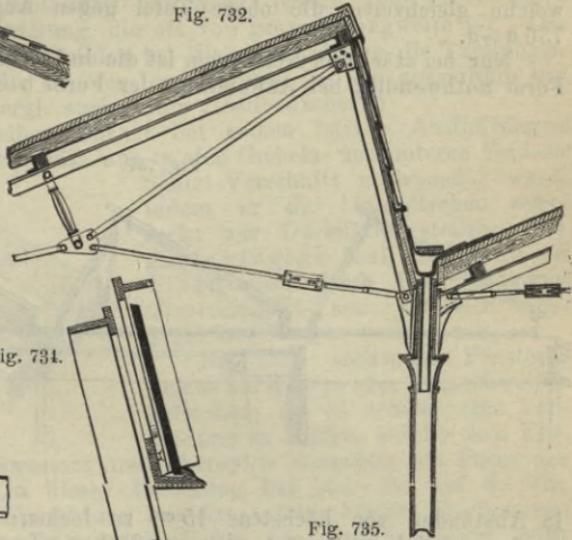


Fig. 731.

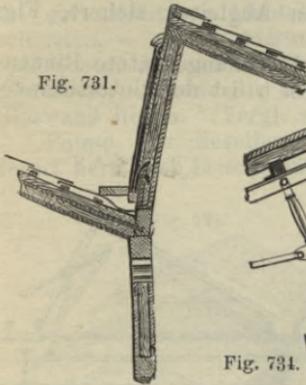


Fig. 734.

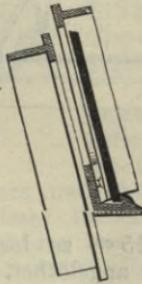


Fig. 733.

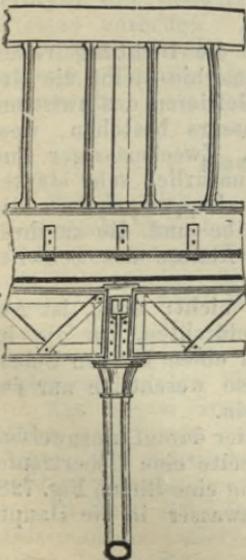


Fig. 735.

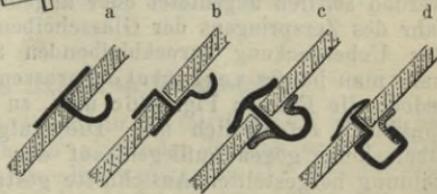
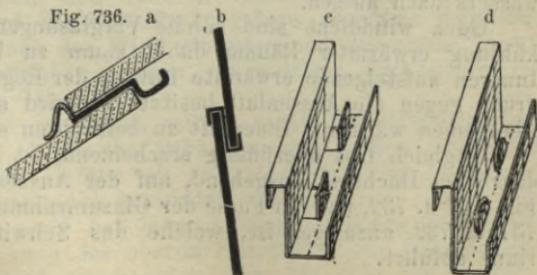


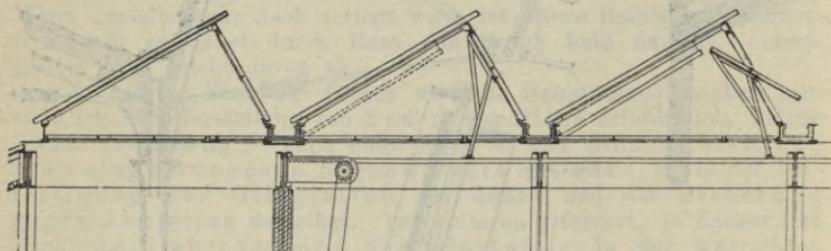
Fig. 736.



Höhen ist (bei Annahme der üblichen Verstiftung) der einfachste und richtigste Weg der der Einschaltung einer verkitteten Quersprosse aus \perp Eisen; oder man begnügt sich mit einfacher Verbleiung der Fuge. Da dies bei grosser Breite der Scheiben nicht zweckmässig ist, weil durch die Bewegungen derselben infolge von Winddruck die Fugen sich lockern, so ersetzt man jene durch Zinkstreifen mit einer kleinen Rinne, welche nur mit Leinölfirniss zwischen die Fugen eingeklebt werden, Fig. 735 a—d; diese Rinnen können dann seitlich in kleine, neben oder unter den Hauptsprossen angeordnete Schwitzwasserrinnen einmünden. Die unter d gezeichnete Form ist nur dann anzuwenden wenn die kleine Rinne grösseres seitliches Gefälle hat, die nach Fig. b, niemals wenn Frost zu befürchten ist. Sämmtliche Formen werden auch leicht nach aufwärts gebogen ausgeführt; damit wird aber die Ausführung, namentlich der richtige Schnitt der Tafel, sehr erschwert. Neuerdings wendet man deshalb lieber eine geringe Ueberdeckung der Glastafeln an und dichtet mit einer Sprosse, welche gleichzeitig die obere Tafel gegen Abgleiten sichert, Fig. 736 a—d.

Nur bei stärkeren Neigungen ist die in Fig. a angedeutete Rinnen-Form nothwendig; bei Anwendung der Form b ist der Unterschenkel

Fig. 737.



in Abständen von höchstens 15 cm zu lochen; die Dichtungstreiten werden seitlich angenietet oder angelöthet. Immerhin bleibt die Gefahr des Zerspringens der Glasscheiben durch Gefrieren des zwischen der Ueberdeckung zurückbleibenden Schwitzwassers bestehen, weshalb man häufig verkittete Sprossen vorzieht. Zweckmässiger sind jedoch die Formen Fig. 736 c u. d, zu welchen natürlich sehr starkes Zinkblech erforderlich ist. Die aufgebogenen Lappen sichern die Oberscheibe gegen Aufliegen auf der Unterscheibe und die zu ihrer Bildung hergestellten Ausschnitte gestatten den Abfluss des Schwitzwassers nach aussen.

Ganz winddicht sind solche Verglasungen nicht; doch ist Abkühlung erwärmter Räume dabei kaum zu befürchten, da die im Inneren aufsteigende erwärmte Luft in der Regel einen kleinen Ueberdruck gegen die Aussenluft besitzt; es wird also wesentlich nur das Abströmen wärmerer Innenluft zu befürchten sein.

Ogleich fast überflüssig erscheinend, ist hier darauf hinzuweisen, dass vom Dachfirst ausgehend, auf der Aussenseite eine Uebertraufe, Fig. 731 u. 732, und am Fusse der Glasumrahmung eine Rinne, Fig. 728, 731 u. 732, anzulegen ist, welche das Schwitzwasser in die Hauptrinne abführt.

Selbstverständlich ist es, dass die Hauptsprossen mit Ober- und Unterrahmen so verbunden werden können, dass dadurch ein Fachwerk gebildet wird, welches die Rinne von Stütze zu Stütze tragen kann, wie in Fig. 728 u. 729 angedeutet ist.

Eine sehr bewährte Anlage mit beweglichen Shed-Fenstern vom Kinderkrankenhaus der Kgl. Charité in Berlin ist in Fig. 737 dargestellt.

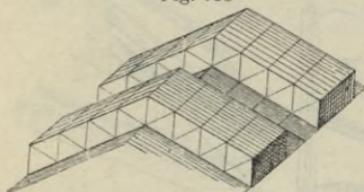
Aehnlich den Shed-Anlagen sind die von dem deutschen Gartenkünstler (ursprünglich Ingenieur) Poppe vor mehr als 50 Jahren in Russland, Norddeutschland, Frankreich und Nord-Amerika zur Erhaltung von Tropenpflanzen (Orchideen) zuerst angewendeten, in jüngster Zeit in Deutschland allgemeiner unter dem klangvolleren französischen Namen „Boileau“-Dächer bekannt gewordenen Einrichtungen, Fig. 738. Es sind über den dicht eingedeckten Satteldach-Flächen Dachreiter angelegt, deren Seitenflächen verglast sind. Dadurch ist ein allseitiger Lichteinfall gewonnen, jedoch Zenithlicht abgeschnitten, — eine Forderung, die oft von grosser Tragweite ist. Die senkrechten Druckstreben bilden bei dieser Anordnung die Theilungen (Sprossen), während die schiefen Druckstreben in- und ausserhalb der Glaswand liegen. (Vergl. auch unter „Hallendächer“.)

Poppe hat dieselben Dächer bei seinen letzten Ausführungen derart herstellen lassen, dass nur in den Giebeln- und unteren Feldern Schiet-Verschnitt nothwendig ward, indem er die Druckstreben senkrecht zur Dackfläche stellte; der geringfügige Mehraufwand an Eisen ward durch den geringeren Glasverschnitt usw. reichlich ausgeglichen.

Bei steil stehenden Fenstern, welche auf Mauern oder Steinschwellen aufstehen, ist es schwer eine Verbindung zu treffen, welche dem Eindringen des Schwitzwassers und Abtropfen desselben am Fusse der Pfosten vorbeugt.

In dieser Beziehung hat sich die auf S. 506, Fig. 16 dargestellte Einrichtung bewährt; kleine Löcher im äusseren unteren Flansch der H-Schwelle leiten das Beschlagwasser nach aussen ab.

Fig. 738



c. Oberlichte in flacheren Neigungen.

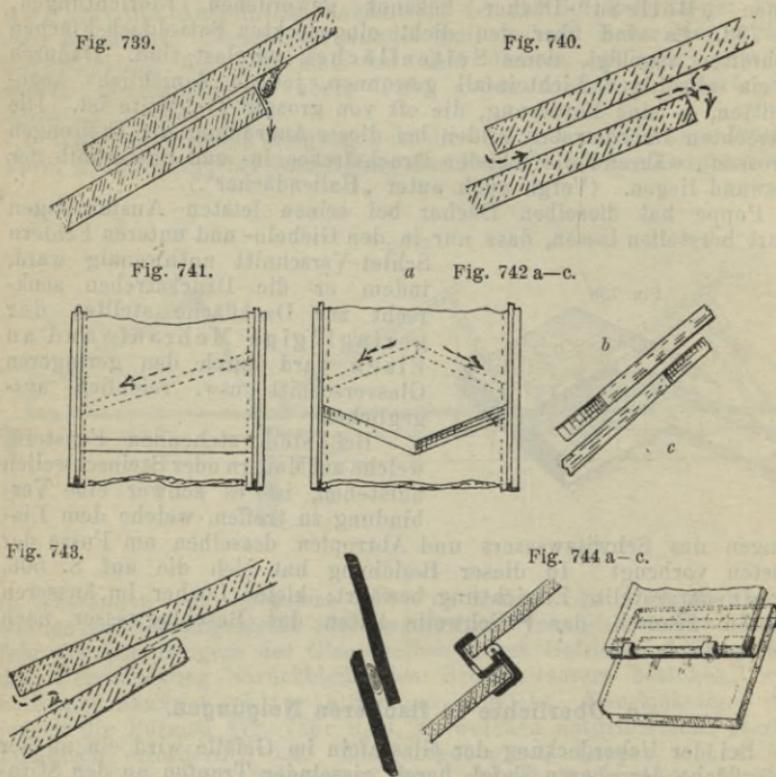
Bei der Ueberdeckung der Glastafeln im Gefälle wird ein an der Unterfläche der oberen Tafel herab rieselnder Tropfen an der Stirnfläche der unteren Tafel, wenn dieselbe weniger als 45° Neigung hat, plötzlich rascher fliessen und dadurch leicht zum Abtropfen gebracht, Fig. 739. Wird die Ueberdeckungsfuge aber mit Zwischenraum hergestellt, so kann der Wind eintreten und ausserdem Traufwasser nach innen getrieben werden, in welchem Fall sicher ein Abtropfen erfolgt, Fig. 740.

Aus diesem Grunde wird man selten, sobald das Oberlicht der Höhe nach mehr als 1 Scheibe erhalten muss, ohne zwingende Gründe ein schwächeres Gefälle als 1:1 (45°) anwenden, wenn besondere Zwischenkonstruktionen vermieden werden sollen.

Es lässt sich nun zwar bei einer geringeren Neigung dadurch, dass man die Ueberdeckung der oberen Stirnfläche (der untergeschobenen Tafel) etwas schief abschneidet, Fig. 741, 742, das Gefälle

etwas günstiger gestalten, indem der Tropfen alsdann seitlich nach den Sparren zu abgelenkt wird; es bleibt aber auch dann stets die Gefahr, dass Wasser in der Ueberdeckungsfuge gefriert und die Tafeln sprengt. Bei einer geringen Durchbiegung der Sparren, wobei eine um etwa 5° klaffende Fuge entsteht, vermindert sich aber die Kapillarität der Fuge erfahrungsmässig so bedeutend, dass Frost nicht schädlich wirkt und auch durchgetriebenes Wasser im Innern nicht abtropft, Fig. 743. Daher sind flach gebogene Dächer für Räume, in denen ein geringer Zufluss von Kaltluft nicht schädlich ist, sehr zweckmässig.

Bei Tafeln von grosser Dicke können gleichwohl durch unregel-



mässigen Schnitt des Glases sich Tropfenhäufungen und Abtropfungen bilden, denen durch Brechen der Kante, Fig. 744 a, zu steuern ist. Es ist dies aber ein theures Mittel und daher zweckmässiger, die Scheiben nicht unmittelbar auf einander ruhen zu lassen. Wenn es sich aber um luftdichten Schluss handelt, so muss ein Kittstreifen eingelegt werden; oder es wird, da dieser nicht haltbar ist, ein Wulst aus Zinn- oder Bleipapier eingelegt, der in der Mitte etwas nach unten gebogen und durchlocht ist, um das Schwitzwasser durchsickern zu lassen, Fig. 744 a. Haben aber die Sparren kleine Seitenrinnen, so wird der Dichtungstreifen in der Mitte nach oben gebogen verlegt, um das Schwitzwasser in erstere überzuleiten; auf diese Weise können wirklich luftdichte Fugen hergestellt werden.

Ist keine vollständige Luftdichte erforderlich, so genügen schmale Zinkstreifen nach Art der in Fig. 736 dargestellten. Eine höchst zweckmässige Form, die in solchen Fällen sich bewährt hat, ist in Fig. 744b dargestellt; die obere innere Eintrittsöffnung ist dabei nur durch kleine Stege unterbrochen, während an der unteren, äusseren Seite nur kleine Löcher verbleiben, welche den oberen Stegen gegenüber stehen.

Auch die in Fig. 744c dargestellte Form findet häufiger Anwendung; jedoch ist dabei ein Einfrieren des Schwitzwassers zwischen beiden Tafeln leicht zu befürchten wenn der Abstand der Scheiben weniger als 4 mm beträgt.

Fig. 745.

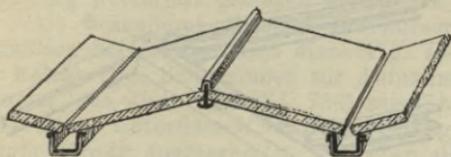


Fig. 746.

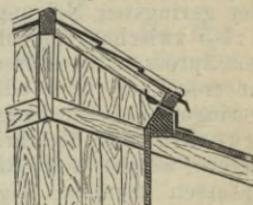


Fig. 747.

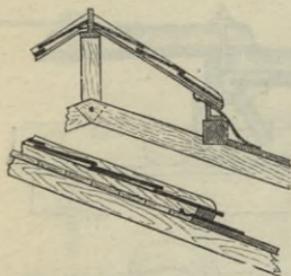


Fig. 749.

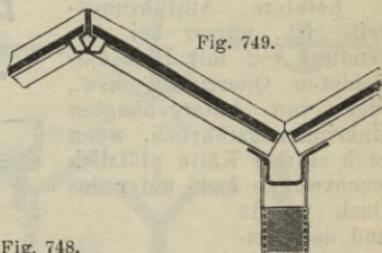
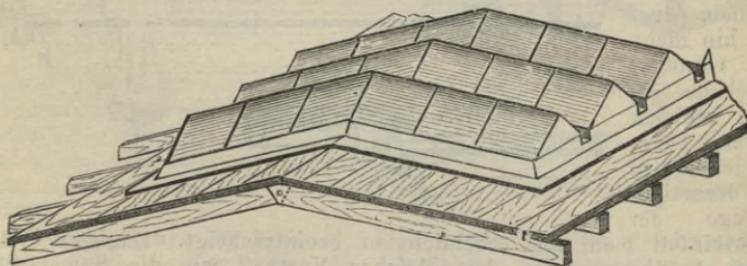


Fig. 748.



Häufig wird nun noch, auch bei geringeren Neigungen, besonders aber dann, wenn sehr dünnes Glas zur Verwendung kommt, auch das untere Scheibenende wie oben angedeutet, schief oder rund (Scheitel in der Mitte) beschnitten, Fig. 742 b, um gegenüber einer etwa eintretenden Durchbiegung eine grössere Ueberdeckung zu gewinnen.

Bei sehr hohen Dachflächen vermeidet man es gern, das gesammte Niederschlagwasser über die ganze Dachfläche zu leiten, auch wenn sie steil angelegt ist, damit beim Bruch oder kleineren Undichtigkeiten grössere Gefahren für die überdeckten Räume vermieden werden. Es werden dann die Tafeln quer zur Dachneigung, leicht sattelförmig

angeordnet und wird für jeden zweiten Sparren ein stark rinnenförmiges Profil angewendet, Fig. 745.

Ist die Dachneigung sehr gering, so werden die Oberlichte zwischen Wangen aus der Fläche so weit heraus gehoben, dass dadurch ein genügendes Gefälle erzeugt wird, Fig. 746, 747. Oder man theilt die gesammte Fläche in einzelne, quer zur Dachneigung sehende Satteldächer (Sägedächer genannt) von der Höhe der Scheiben und ordnet dazwischen kleine, im Gefälle des Daches liegende Rinnen an. Fig. 748, 749, welche ein geringeres Gefälle als 1:1, recht wohl 1:3 (und noch flacher) erhalten können.

Sind diese Mittel nicht anwendbar, so muss zu treppenförmigen Anlagen gegriffen werden, wobei die Tafeln mit der geringsten Neigung von 1:3,5 zwischen rinnenförmigen Sprossen am oberen und unteren Ende, ohne oder mit geringer Ueberdeckung, auf Querrinnen (Pfettenrinnen) lagern, welche in die Rinnensprossen münden, Fig. 750 bis 753.

Letztere Ausführungsweise ist, ausser bei Anwendung von mit Holz umkleideten Querrinnen usw., oder von untergehängten Zinkrinnen gefährlich, wenn nach starker Kälte plötzlich feuchtwarme Luft unter das Dach tritt

und den Rinnen nach den

Rinnensparren hin nicht das vorangegebene Gefälle gegeben werden kann. Zugleich wird bei derartiger Anlage der

Lichteintall wohl am erheblichsten beeinträchtigt. Dagegen bietet diese Ausführungsweise den gleichen Vortheil wie die Sägedächer, nämlich, dass einzelne Scheiben ersetzt werden können, ohne die anderen zu berühren und — bei treppenförmiger Kröpfung der Rinnensparren — die Scheiben auf allen 4 Seiten ein festes Auflager erhalten, wodurch die Festigkeit entschieden gewinnt.

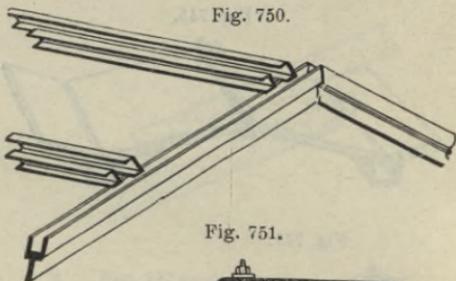


Fig. 750.

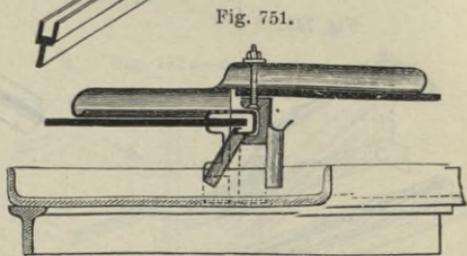


Fig. 751.

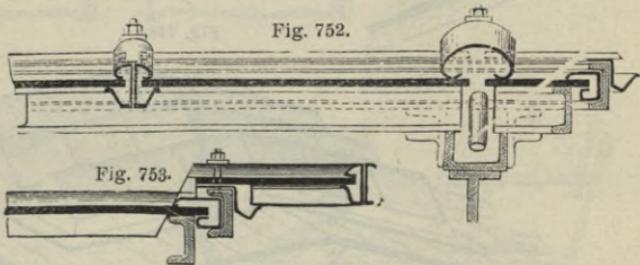


Fig. 752.

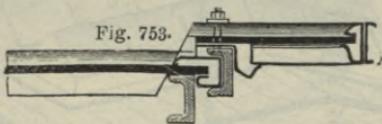


Fig. 753.

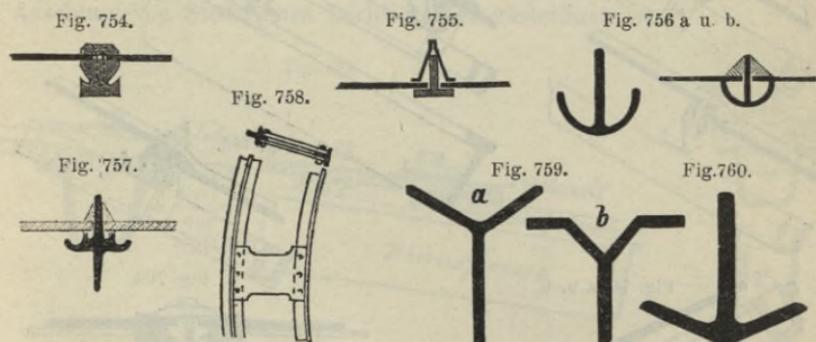
d. Einzelheiten der Konstruktion.

α. Sprossen.

In älteren Zeiten sind durchweg Holzsprossen gebräuchlich gewesen und haben bei sorgfältigster technischer Behandlung stets eine Dauer bewiesen, welche der von minder sorgfältig durchdachten und

durchgeführten Metallkonstruktionen voran steht. Da ausserdem Holz — auch das härteste — ein bedeutend schlechterer Wärmeleiter ist als jedes betr. Metall so hat man neuerdings wieder auf Holzsprossen zurückgegriffen, obgleich dafür grössere Stärken nothwendig sind, neben welchen bedeutendere Lichtverluste hergehen. Sicher würde jeder Techniker der durch Holzkonstruktion gebotenen Bequemlichkeiten halber auf Anwendung von Holzsprossen zu verweisen sein, wenn nicht die Schwierigkeiten der Beschaffung und sorgfältigen Pflege des Materials vollständig der Hand des Bautechnikers entzogen wären — er also mit gebundener Hand dem betr. Spezialisten überantwortet ist. Immerhin wird Holz zu Aufschieblingen bei der Sprossenbildung und auch für Firstverbindungen ein selten vermeidbares Nebenmaterial sein, voraus gesetzt, dass es mittels Paraffintränkung wetterfest gemacht worden ist.

Als besonderes Beispiel für äusserste Vereinfachung der Konstruktion bei Holzsprossen diene Fig. 754. Die eigentliche Sprosse, in welche zwei Seitenrinnen zur Aufnahme des durch Quer- (Fugen-) Rinnen (aus Zink, Fig. 734, 736) zugeführten Traufwassers eingeleitet sind, ist im Unterflansch den Scheibenlängen und Stärken entsprechend treppenförmig ausgearbeitet; eine ebenfalls sägeförmig ausgeschnittene



Deckleiste ist über die vorher verlegten Scheiben geschraubt, wobei gewöhnlicher Firnisskitt in die Fugen eingestrichen ist. Damit ist vollständigste Dichtung und Sicherheit gegen Abgleiten wie gegen Abheben durch Winddruck in einfachster Weise erzielt und auch der Frsatz einzelner Scheiben bei Lösung der Deckleisten zu bewerkstelligen.

⌚ Eisen-Sprossen haben die zweckdienlichste und widerstandsfähigste Form, sowohl wenn die Glastafeln verkittet werden, als auch wenn sie, wie in Fig. 755, eine Dichtkappe aus Zinklech erhalten sollen. Die ⌚ Sprossen mit rinnenartiger Unterschneidung am Stegübergang sollen vornehmlich ein festeres Anhaften des Kittes verbürgen, besonders wenn dieser zum Ausgleich der Schräge bei überdeckenden Scheiben sehr dick aufgetragen werden muss. Als Rinnen, für den Fall der Undichtheit des Kittes sind sie nur benutzbar, wenn sie die in Fig. 756 und 757 angegebenen Formen haben und auch dann nur, wenn die Sprossen nur je 1 Scheibenlänge tragen, oder nach Scheibenlängen treppenförmig verkröpft sind, weil anderenfalls die Scheiben nur auf 4 Punkten, zwei oberen, zwei unteren Ecken Auflager finden. Die ⌚ Sprossen sind besonders werthvoll, wenn sie an einer aussen liegenden Pfette aufgehängt werden können.

Kreuzisen-Sprossen werden hauptsächlich bei inneren Oberlichtern benutzt; ausserdem sind sie besonders vortheilhaft wenn

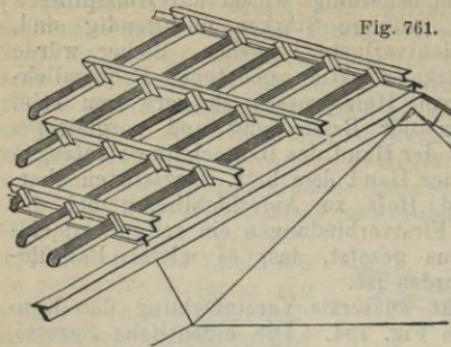


Fig. 761.

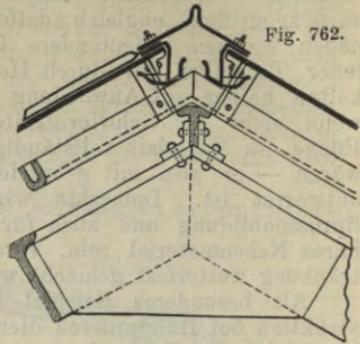


Fig. 762.

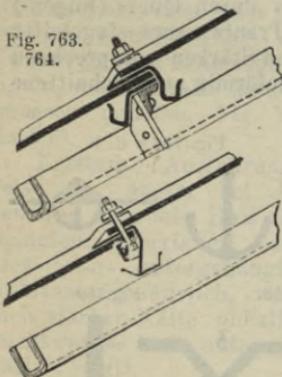


Fig. 763.
764.

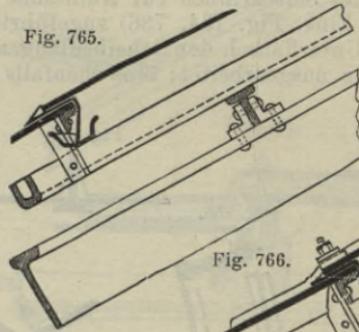


Fig. 765.

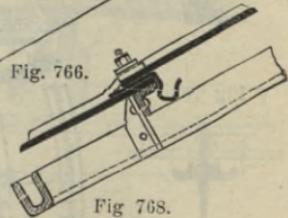


Fig. 766.

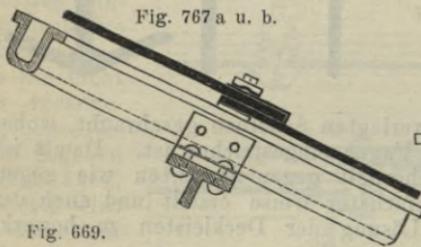


Fig. 767 a u. b.

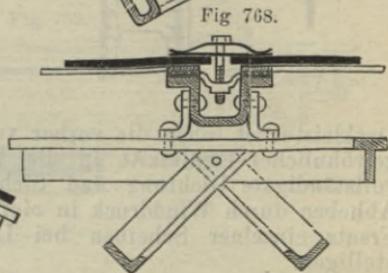


Fig. 768.

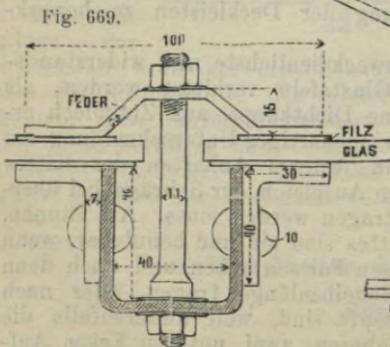


Fig. 669.



Fig. 770.

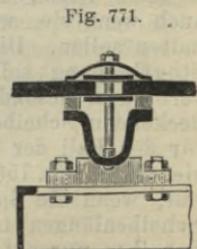


Fig. 771.

Doppelverglasung nothwendig wird, sowie um sie abtrauffrei auf einer tragenden Unterkonstruktion zu befestigen, Fig. 758.

Uebergangsformen. Sofern ein Obersteg nicht durchaus nothwendig erscheint, indem man die Dichtung durch eine aufgesetzte Kappe bewirkt, die zuweilen noch mit Kittausstrich ergänzt wird, benutzt man sogen. Firsteisen in umgekehrter Lage, Fig. 759, die dann eine Sicherheitsrinne bilden und zur Aufnahme des Schwitzwassers aus den Stoss-(Ueberdeckungs-) Rinnen leicht angebohrt werden können; wenn der Obersteg nothwendig ist wendet man ebenfalls umgekehrte Firsteisen an, Fig. 760. Auch die Form Fig. 757 ist als Uebergangsform anzusehen. Bei dieser Art Sprossen ist aber immer eine Auffütterung zur Herstellung des Auflagers für die Glastafeln nothwendig.

Eiserne Rinne sprossen. Es liegt nahe, bei Anwendung starker Glasplatten das Sprossenprofil vollständig als Rinne auszubilden; man verwendete früher dazu gewöhnliche Rinneisen, Prof. 35, Tafel I, wenn nur 1 Tafel in der Dachneigung nothwendig war. Mussten mehre Tafeln angewendet werden, so bot der Steg nicht genügend Auflager für den Zwischenschub, oder die Tafeln konnten nur an 4 Ecken aufliegen. Darum ging man zunächst zu den Formen des Belag- (Zorès) Eisens über, oder zu der der Rinneisen, Profil 34, Taf. I (S. 501).

Es geschieht dies unter der Voraussetzung, dass keine Kittfugen und überhaupt keine seitlichen Auflager hergestellt werden, aber der Anschluss von Stossrinnen leicht zu bewerkstelligen ist.

Fig. 772.

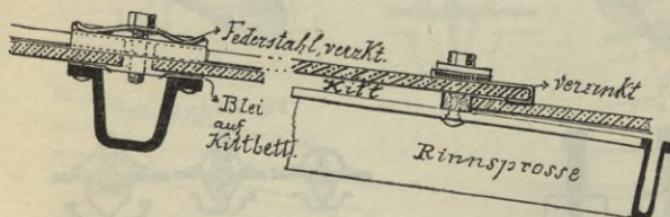
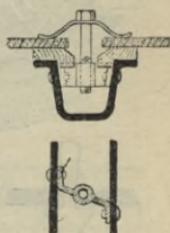


Fig. 773.



Bei den darnach zumeist angewendeten Konstruktionen, wie sie in den Fig. 761—767 und 769 dargestellt sind, hat sich ein so bedeutendes Abtropfen eingestellt, dass man sich zu den, in den Fig. 768 und 770—773 angegebenen Konstruktionsweisen hat entschlossen, oder auch bei geringen Neigungen, ausser den hier angedeuteten Haften, eine durchgehende Windkappe darüber hat anordnen müssen, wie in den Fig. 762, 768, 771 angegeben ist.

Um den keilförmigen Zwischenschub zur fortlaufenden Unterstützung der Glasplatten zu umgehen, hat man bei verschiedenen Bahnhofsbauten usw. durch schwierige Kunstschmiede-Arbeit die Rinneisen sägeförmig nach der Lage der Glasplatten verkröpfen lassen. Das ist ein Verfahren, welches dem bei Zinksprossen sachgemäss üblichen nachgeahmt ist, bei Eisen jedoch hohe Kosten bedingt, ausserdem die Tragfähigkeit der Sprossen, wenn sie nicht auf jedem Kropf unterstützt werden, sehr beeinträchtigt, aber durch den Gefällwechsel auch stärkeres Abtropfen hervor ruft.

Nur wenn weder der Kostenpunkt noch die Bedingung der Sicherheit gegen Abtropfen inbetracht kommen, dürfte solche Ausführungsweise sich empfehlen. In allen anderen Fällen ist aber die Anwendung von Einschub- (Lager-) Leisten zu empfehlen (siehe Dichtungen).

Sprossen aus Zinkblech, mit oder ohne tragenden Kern aus Holz oder Eisen. Vor allem um den verderblichen Wirkungen von Strahlungseinflüssen auf massigere Gebilde zu begegnen und die Beweglichkeit zwischen Materialien verschiedener Ausdehnung durch Einfügung geschmeidigeren, raschem Temperatursausgleich folgenden Materials zu gewährleisten, hat man schon vor langen Jahren mit bestem Erfolg Zinkblech, allein oder als Ummantelung von Holz oder Eisenrippenwerk verwendet, dabei auch — jedoch nur nebensächlich — Kittdichtung benutzt. Die Fig. 774—781 stellen einige dieser Gebilde

Fig. 774.

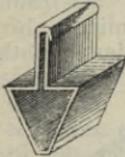


Fig. 776.

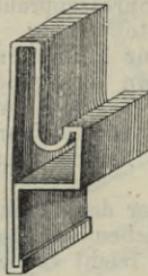


Fig. 777.

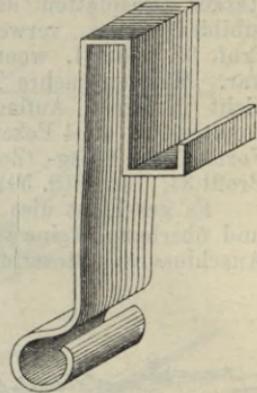


Fig. 775.

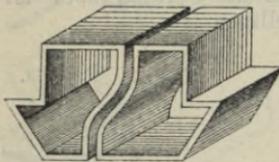


Fig. 778 a—c.

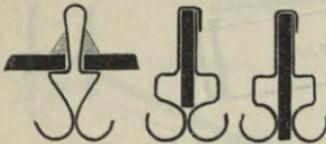


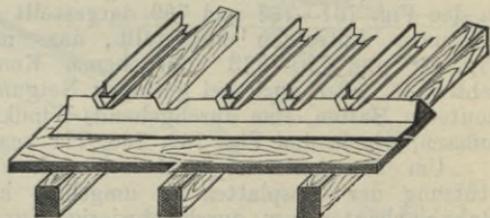
Fig. 779 a—c.



Fig. 780.



Fig. 781.



dar; darunter sind Fig. 774 u. 775 Formen, wie sie zu gewöhnlichen Standfenstern, aber auch zu inneren Oberlichtern, Fig. 776 und 777 solche, welche zu gewöhnlichen kleineren Dachlichtern verwendet werden.

In Fig. 778a ist eine eintheilige Zinksprosse mit doppelter Schwitzwasser-Rinne — ohne Kern — wie sie nur für geringere Längen anwendbar ist, dargestellt, während die zugehörigen Fig. b und c dieselbe, jedoch zweitheilige Sprosse, b mit niedrigem, c mit hohem Kern aus Flacheisen darstellen; diese Form ist für Verkittung bestimmt. Fig. 779 stellt eine zweitheilige Zinksprosse dar, a ohne, b mit Flach-

eisen-, c mit \perp Eisen-Kern. Diese Form, welche gleichzeitig eine Kappe bildet, bedarf der Verkittung nicht, da sie vermöge der Elastizität der Kappe dicht schliesst; sie muss aber seitlich eingeschoben werden, wodurch ihre Anwendung ebenso sehr eingeschränkt ist, als dadurch, dass über die Fuge ein Streifen Blech nachträglich verlöthet und schliesslich der Ersatz zerbrochener Scheiben geradezu unmöglich wird.

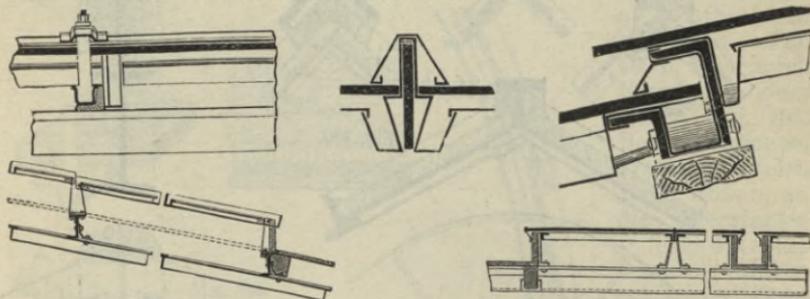
Fig. 780 endlich zeigt eines der jüngsten derartigen Gebilde. Die unteren Theile der Zinksprosse mit doppelter Rinne sind an einen verzinkten Flacheisen-Kern angelöthet, während die — besonders gefertigte — Dichtkappe auf den Kern aufgeschraubt ist. Näheres über diese im Naturhistor. Museum in Berlin angewendete Sprosse folgt weiterhin.

In Fig. 781 ist die Fussauflagerung derartiger Sprossen dargestellt, welche natürlich verlöthet werden muss, um einer Verkantung vorzubeugen.

Die Zinksprossen werden in der Regel fabrikmässig „gezogen“ können aber auch von jedem tüchtigen Klempner angefertigt werden. Einige der besseren Formen sind patentirt; doch ist die

Fig. 782—786.

Von den Oberlichtsäulen im alten Museum Berlin.



Giltigkeit der meisten der bezügl. Patente in Deutschland sehr zweifelhaft.

Pfettensprossen werden nur bei Deckung mit Rohglasplatten benutzt und zwar unter der Rücksicht, leichtere, nur von Pfette zu Pfette reichende Rinnensprossen zwischen den als Rinnen gestalteten Bindersprossen verwenden zu können. Dabei sucht man die — immer weitläufiger herzustellende — Zwischenlagerung auf beiden Wangen der Rinnensprossen entbehrlich zu machen, sei es, dass man ganz auf die seitliche Auflagerung verzichtet, wie in Fig. 761—767 angegeben, oder, nach Fig. 750—753 und 782—786, die Zwischensprossen treppenförmig zwischen den Pfettensprossen anordnet.

Ganz natürlich wird der Ausbildung der Pfettenanordnung zu rinnenförmiger Gestalt erhebliche Aufmerksamkeit zu widmen sein, gleichviel ob, wie in Fig. 761—766, dieselben aus einem \perp Eisen, wie in Fig. 782—786 aus zwei solchen, oder, wie in Fig. 750—753, aus zwei \sqsubset Eisen gebildet ist. So ist z. B. die Rinne Fig. 766 ungenügend und die in Fig. 763 lässt immer noch ein Abtropfen des Schwitzwassers von dem \perp Eisen zu, während die Rinne Fig. 764 und 765 durchaus entsprechend ist.

Derselbe Fehler wie in Fig. 763 ist mit Bezug auf Fig. 753 hervor zu heben. Die sehr umständliche Zwischenlagerung einer

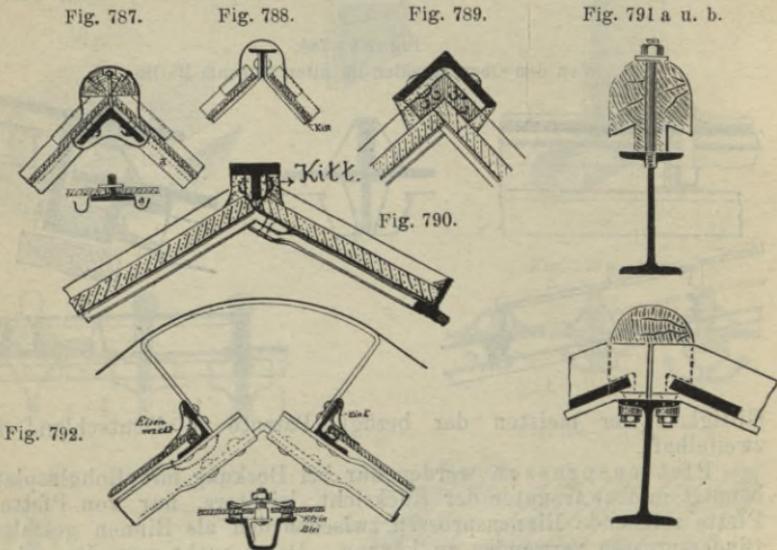
Wulst-Querrinne schützt hier nicht einmal vor unmittelbarer Berührung von Glas und Eisen.

Die sehr grossen Umständlichkeiten und die wenig ermunternden Erfahrungen, welche man bei der Deckung mit Pfettensprossen fast allenthalben gemacht hat, haben dazu geführt, nur im äussersten Nothfalle, und nur wenn die ganze Dachbildung dazu zwingt, sie anzuwenden.

Anmerkung: Es ist zu beachten, dass irrthümlicher Weise rinnenförmige Quersprossen zuweilen auch als Pfettensprossen bezeichnet werden; da solche jedoch nicht wirklich tragende, sondern nur verbindende, abdichtende Glieder des Dachgerippes bilden, so betrachten wir sie unter „Dichtungen“.

β. Firste.

Dass der Firstkonstruktion ganz besondere Sorgfalt zukommt, ist natürlich; sie ist ebenso zu behandeln wie die vorherbeschriebenen



Pfettenkonstruktionen. In Fig. 787—792 sind mehrere Firstanordnungen dargestellt. Bei kleineren Dächern vermeidet man es gerne, die Firstpfette ins Innere vortreten zu lassen, um eine Firstrinne zu ersparen. Die einfachste, oft bewährte Konstruktion ist unter solchen Umständen die in Fig. 789—790 skizzirte.

Dass die übrigen Anordnungen einer Firstrinne bedürfen ist ersichtlich; in Fig. 787 ist dieselbe gezeichnet, in Fig. 792 auf der linken Seite punktirt angedeutet.

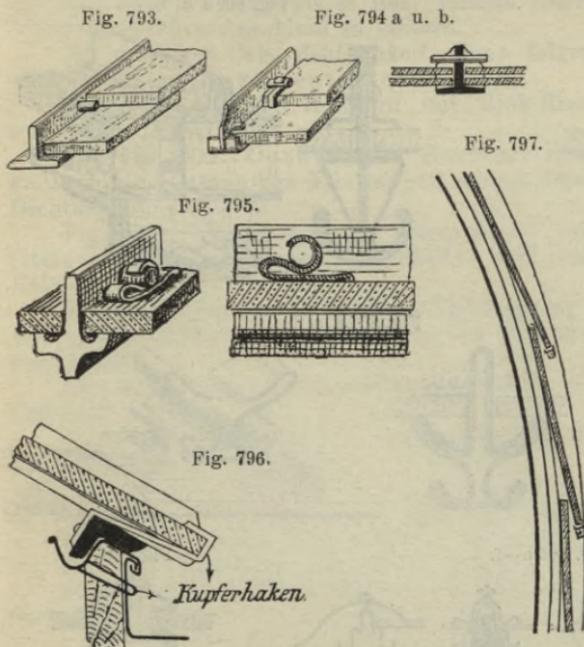
Bei Wintergärten usw. würde bei derartiger Konstruktion, namentlich, wenn Kreuzsprossen verwendet werden, die Verbindung nicht ausreichend sein und muss man zur Anwendung von Blechlappen greifen. Eine kleine Rinne, welche dieselben umfasst und in den Untersteg eingeschlitzt oder daran gelöthet ist, genügt, um das Abtropfen der Lappenverbindung zu verhüten, wenn nur das

Schwitzwasser an der — mit genügendem Gefälle angelegten — Sprosse niederrieseln kann. Oft auch wird, wenn hinreichende Höhe vorhanden ist, die Firstverbindung aus spitzbogig ausgeschnittenem Blech hergestellt, an welches die Sparren sich anschmiegen.

Bei sehr grossen Dachflächen ist es angezeigt, den First flach, gangbar einzudecken (wie in Fig. 431, 432 S. 609 angegeben ist), um das Dach untersuchen und leicht reinigen zu können.

γ. Schutzmittel gegen Abgleiten und Abheben.

Bei Dächern ohne Pfetten werden die Oberstege der Sparren wagrecht durchbohrt; quer durchgesteckte Zapfen dienen dazu, stärkere Platten gegen Abgleiten zu schützen, Fig. 793. Die gleiche Anordnung ist zu treffen gegen Abheben durch Wind, falls solcher an



den Vorsprüngen der Tafeln oder an der Unterseite angreifen kann. Man gestaltet diese Sicherung aber gerne elastisch durch kleine Zwischenlagen von Kitt, Fig. 794 b, oder durch Einschub einer Feder, Fig. 795. Bei dünneren Platten werden gegen Abhub, an die Querzapfen — oder wo sonst bequem — Haken aus sehr starkem Zinkblech, oder u. a. besser aus Kupfer, angebracht, Fig. 794 a u. 796. Bei Verwendung von Zinkblech oder verzinkten Sprossen

muss Kupfer verzinkt oder verzinkt sein.

Bei gebogenen Dächern werden anstatt der Bolzen oder Haken oft kleine Winkel an den Obersteg der Sprossen angenietet oder angeschraubt, Fig. 797. Wenn Quersprossen aus Zink, nach den Formen der Fig. 767 a, b und 744 b, c usw. angewendet werden, so sind andere Sicherungen entbehrlich, sofern diese Quersprossen mit den Hauptsprossen fest verbunden sind.

Bei Zinksprossen werden anstatt der Haken am besten kleine Nasen eingelöthet, welche das Abgleiten verhüten. Oft geschieht die Sicherung gegen Abheben auch einfach durch Dichtkappen, welche nachfolgend beschrieben sind; bei Rinnensprossen werden dazu überlegte Federbänder benutzt.

d. Dichtung der Sprossen und Rinnfugen

gegen Wind und Regen erfolgt nur noch in seltenen Fällen mittels Kittung, oder doch nicht mit Kitt allein, letzteres gewöhnlich nur bei kleineren oder steileren Oberlichtern.

Fig. 798.



Fig. 799.

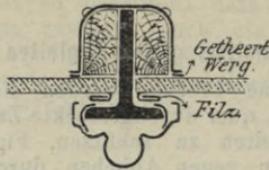


Fig. 800.

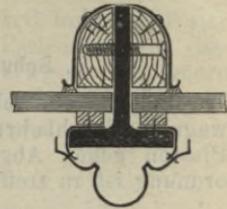


Fig. 801.

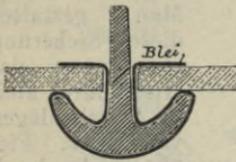


Fig. 802 a u. b.

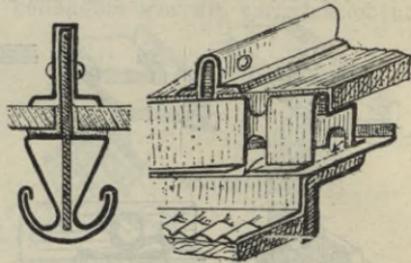


Fig. 803.

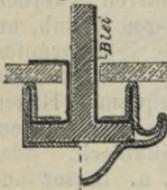


Fig. 804 a u. b.

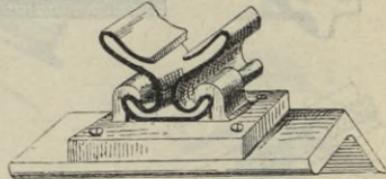
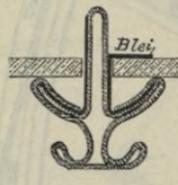


Fig. 805 a—f.

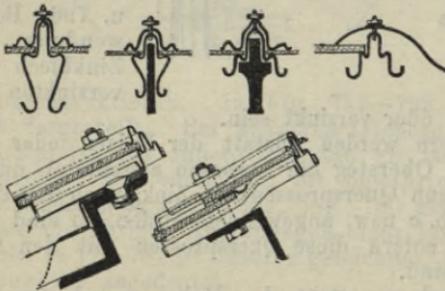


Fig. 806.



Fig. 807.

In vielen Fällen begnügt man sich mit übergelegten Kappen aus Zink- oder Kupferblech; oder man verwendet Holz mit Zink ummantelt, oder auch mit Paraffin getränkte Filzstreifen, oder Handstricke, oder auch Filzstreifen, welche mit dünnem Bleipapier umwickelt sind, oder endlich Streifen von Falzblei. Die verschiedenen Arten sind

aus den Fig. 751—757, 768—773, 778a—787, 782—784, 787—792 und 798—809 zu ersehen.

Bei Anwendung gerader Sprossen wird es nöthig, für die über einander liegenden Scheiben seitliches Auflager zu schaffen. Dies geschieht am einfachsten, wenn Rinnssprossen aus Blech verwendet werden, deren Wangen, der Lage der Tafeln entsprechend, gebogen oder abgetreppet sind. Sehr häufig verwendet man jedoch vortheilhaft guten Kitt, natürlich nur, wenn ein genügend breiter Kittfalz vorhanden ist. Anderenfalls werden Keile aus Eisen, aus Holz oder aus Zinkblech gefalzt, verwendet. Das oft beliebte Kröpfen eiserner Rinnssprossen ist eine recht schwierige Arbeit.

In keinem Falle sollte man Glas auf Eisen unmittelbar — ohne dünnen Kitt-, Filz- oder Bleistreifen — auflagern.

Die Deckkappen über Fugen werden oft gleichzeitig zum Schutz gegen Abheben benutzt. Nicht allein in solchen Fällen, sondern auch in allen anderen empfiehlt es sich, mittels federnder Ueberlegbänder deren elastischen Anschluss zu sichern.

Zu grösserer Uebersichtlichkeit diene folgende gedrängte Darstellung einiger Sprossensysteme:

Fig. 798, Braby: Holzkern mit Zink-Rinnmantel und aufgeschraubter Dichtkappe;

Fig. 799, 800: Ostbahnhof Berlin. Eiserner Sprossen mit keilförmiger Bettung von Filz und mit aufgeschraubten Latten, darüber Dichtkappe;

Fig. 801: Mackenzie. Eisensprosse mit Blei umwickelt, letzteres mit Leinölfirnis aufgeklebt; auf den Auflagern dünnes Kittbett;

Fig. 802: Hayes. b zeigt die Fusslagerung und deren Dichtung. Die inneren Abflussöffnungen stehen den äusseren nicht unmittelbar gegenüber.

Fig. 803: Pennycook. Eisen mit Zink umhüllt und mit Blei-einlage;

Fig. 804: Pennycook. Zweitheilig mit Bleidichtung; b zugehöriges Stühlchen aus Zink;

Fig. 805 a—c: Helliwell. Ohne Zwischen-Dichtung; d Anschluss an Wellblech; e Fussabschluss; f Stossüberdeckungen mit Querrinne;

Fig. 806: Rendle (Unrivalled^o). Ohne Zwischen-Dichtung.

Fig. 807: Shelley („Unique“). Desgl.

Fig. 798, 801—804, 806, 807, ohne Stossüberdeckung, mit Dichtung nach 735 a—d.

ε. Dichtung der Ueberdeckungsfugen.

Bezüglich dieser ist schon bei Besprechung der Pfetten- und Quersprossen, Fig. 735 und 736, 744, 751 und 753, 762—766, 782—784, das Nöthigste vermerkt; die Fig. 808 und 809 geben dazu eine Ergänzung. Bei Fig. 808 vom Naturhistorischen Museum und Fig. 809 vom Zoologischen Museum in Berlin entnommen, ist die Ueberdeckungsfuge durch einen, mittels Wasserglas zwischengekitteten, seitlich geneigten Glasstreifen abgedichtet, Fig. 809 c. Dass durch Russ und Staub auch diese Rinne sich verdunkeln wird, steht ausser Frage, wenn auch die Verdunkelung eine geringere bleibt wie bei Anwendung von Metallstreifen nach Fig. 754 a, welche dazu vorbildlich war.

Bei der Aufsattelung von Pfetten auf den Bindern, bezw. von Sparren auf Pfetten wird bei den meisten Ausführungen eine gewisse Vorsicht vermisst; es sind dies die Punkte, wo häufig, auch

bei den sorgfältigst durchgeführten Konstruktionen sich Abtropfungen zeigen. Diese lassen sich oft vermeiden durch Anwendung von Yförmig, nach den Profilen No. 22—24, Taf. IX, gebildeten Pfetten bzw. Obergurtungen der Binder, oder durch Zwischennieten kleiner Rinnbecken, welche die Tropfen aufnehmen, und in welchen sie später verdunsten.

Während bei den voraufgeführten Dichtungsweisen das Schwer-

Fig. 808 a u. b.

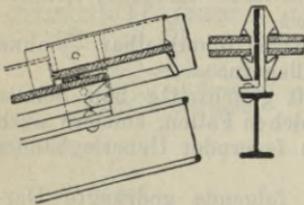
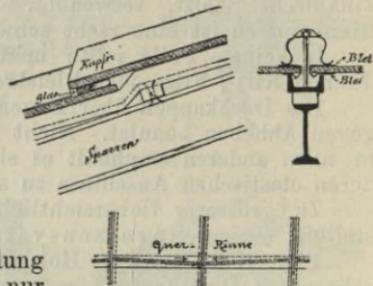


Fig. 809 a—c.



gewicht auf eigenthümliche Ausbildung der Sprossenform gelegt ist, Kitt nur ganz untergeordnet verwendet, oft durch Bleistreifen ersetzt wird, kommen bei einigen Deckweisen Dichtmaterialien verschiedener Art zur Anwendung; unter diesen ist hervor zu heben:

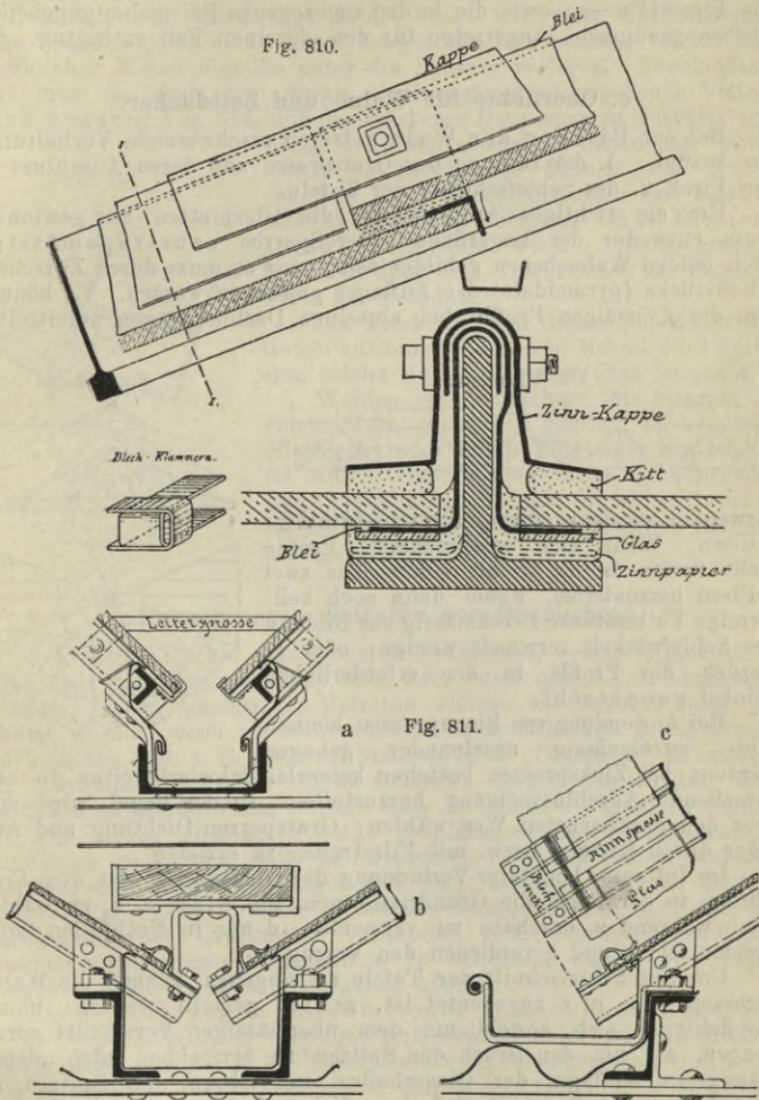
ζ. Die Göller'sche Glasdeckung, Fig. 810.

Es werden dabei die eisernen \perp Sprossen auf dem Lager der Flansche mit weichem Kitt dünn überstrichen und wird darauf eine Lage von einmal zusammengefaltetem Zinnpapier — die Falte nach aussen — gedrückt. Ueber das Zinnpapier wird eine zweite, etwas stärkere und steifere Kittschicht aufgestrichen.

Die Scheiben werden vor dem Verlegen in der Werkstatt folgenderweise zugerichtet: Auf der Unterseite werden in Breite der Sparrenauflager Streifen von 0,5—0,7 mm starkem Walzblei mit Firnis aufklebt. Diese Bleistreifen stehen seitlich so weit vor, dass sie, wie Fig. 810 zeigt, den Steg übergreifend, umgebogen werden können. Die Unterfläche des Bleistreifens wird alsdann mit dünnen Glasstreifen, ebenfalls in Breite des Sparrenauflager und gleichfalls mit Firnis aufklebt und werden alsdann diese Glas- und Bleistreifen mit den Glastafeln durch kleine, aus Zink gebogene Klammern, Fig. 810, zusammen gehalten. Zur Sicherung werden die Klammern mit schnell erhärtendem Kitt aus Schellack-Lösung und Bleiglätte angekittet. So vorbereitet werden die Tafeln mit etwa 4 cm Ueberdeckung auf das noch frische Kittbett verlegt, wobei die Ueberdeckung ebenfalls mit Kitt, doppeltem Zinnpapier und abermaliger Kittlage versehen wird. Nunmehr werden die Bleistreifen — sich nachbarlich überdeckend — umgebogen und die Anschlüsse der Glastafeln mit Kitt ausgestrichen. Zum Schutz gegen Abheben und Abgleiten werden sodann aus Zinn gebogene Dichtkappen mit 4 cm Ueberdeckung aufgeschraubt. Darnach wird die Fuge zwischen Glasplatte und Windkappe seitlich mit steifem Glaserkitt dicht verstrichen. In die Ueberdeckungsfuge wird dann noch ein Zinklech-Winkel eingeschoben, welcher das sofortige Abtropfen des Schwitzwassers in die untergehängte

Rinne sichert. (Dadurch werden natürlich untergehängte Sparrenrinnen mit allen sie begleitenden Uebelständen und Schwierigkeiten unvermeidlich!)

Dass dabei übrigens nur eine mässige Sicherung gegen Abheben und Abschieben gegeben ist, die Keile für Schiefelager keinesweges



vermieden sind, falls die Sparren nicht gekröpft werden, ist ersichtlich. Wegen der hohen Kosten, welche diese Dichtungsweise durch ihre Umständlichkeit hervorruft, eignet sie sich nur für Deckung mit sehr grossen Glastafeln. Die damit gemachten Erfahrungen werden als gute bezeichnet; es wird aber in Zeiträumen von etwa 2 bis 3 Jahren ein Nachsehen und Nachkiten kaum zu vermeiden sein.

7. **Anschlüsse der Glasdächer an die Rinnen,**
an andere Dachdeckungen und an senkrechte Wände
oder Mauern.

Eine grundsätzliche Erörterung kann entbehrt werden mit Rücksicht auf die betr. Angaben im Abschnitt über Klempnerarbeiten. Die Fig. 811 a—c, sowie die in den angezogenen Beispielen gegebenen, dürften genügende Fingerzeige für den einzelnen Fall enthalten.

e. **Oberlichte für Walm- und Zeldächer.**

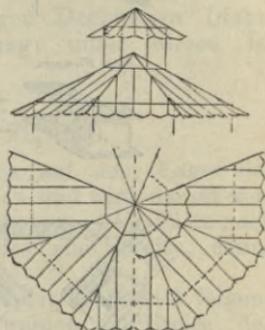
Bei der Bildung der Walme treten erschwerende Verhältnisse ein bezügl.: 1. der Bildung der Gratsprosse und deren Anschluss an den First, 2. des Schiefschnitts der Tafeln.

Um ein richtiges Auflager für die Glasplatten zu gewinnen, muss entweder der Lagerflansch der Sparren „austragsmässig“ nach beiden Walmebenen gebildet sein, oder es muss durch Zwischenschubstücke (pyramidale) das Auflager gewonnen werden. Es können nun die Δ förmigen Profile bei einzelnen Dachneigungen unmittelbar

Fig. 812 a—e.



Fig 813.



verwendet werden, oder auch schiefwinklige \perp Eisen. Wenn sich entsprechende Profile nicht finden ist es leicht, solche aus zwei \perp Eisen herzustellen, wobei dann noch keilförmige Futterstücke zweckmässig zur Bildung des Schiefwinkels verwendet werden; oder es werden die Profile in den erforderlichen Winkel gequetscht.

Bei Anwendung von Rinnspalten können diese zweckmässig auseinander gebogen werden; bei Zinksprossen bestehen keinerlei Schwierigkeiten die entsprechende Anschlussneigung herzustellen. In der Regel wird man aber den praktischsten Weg wählen: Gratsparren-Dichtung und Auflager durch Kittung bezw. mit Filzstreifen zu erzielen.

Im Interesse leichter Verbindung der Gratsparren mit dem First würden in der Regel die Grundrissformen, Fig. 812 b, c, e, zu wählen sein, während a durchaus zu vermeiden, d nur in Nothfällen anzuwenden ist; c und e verdienen den Vorzug.

Um den Schiefschnitt der Tafeln zu umgehen, können die Walm-sprossen, wie in e angedeutet ist, schief gestellt werden; immer empfiehlt es sich, sowohl um dem übermässigen Verschnitt vorzubeugen, als um den Bruch der Spitzen zu vermeiden, also gleichmässigeres Auflager der Glasscheiben zu sichern, die Spitzen als besondere Stückchen (mit einfachem Ueberschub) einzusetzen.

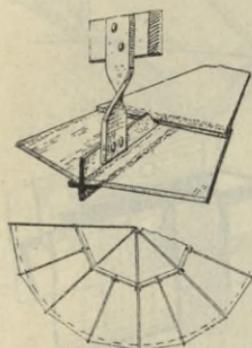
Bei Zeldächern bestehen im allgemeinen gleiche Verhältnisse; wenn, wie es häufig der Fall ist das Dach keine Rinne hat, werden die unteren Scheibenenden spitz oder rund zugeschnitten, Fig. 813.

Um den Anfall der Zwischensparren im First zu vermeiden, werden die mittleren Sprossen in der Regel abgewechselt und man setzt dann eine Laterne auf, Fig. 813.

Bei Zeltdächern über rundem Unterbau wird schon aus tektonischen Rücksichten eine Krümmung der Sparren geboten sein. Die Konstruktion, wie sie für andere Deckweisen in der Regel angewendet wird, würde nie zu genügendem Auflager der Scheiben führen und andere Unzuträglichkeiten im Gefolge haben, wollte man nicht gebogene Scheiben anwenden.

Auch die im Folgenden angedeutete Konstruktion würde sehr umständlich sein, namentlich da die Pfette nach dem, durch sämtliche Sparren gebildeten Vieleck hergestellt sein müsste, wollte man in üblicher Weise dieselbe unter die Sparren verlegen. Zweckmässig legt man sie nach dem durch die Hauptsparren gegebenen Vieleck nach aussen, Fig. 814, auf die stärkeren Hauptsparren gestützt und hängt die Zwischensparren daran auf, wobei durch entsprechenden Schnitt der Unterscheiben ein dichter Anschluss sich erzielen lässt und jegliches Abtraufen ohne Rinnenanlage vermieden wird. (Beobachtungshäuschen über dem Tiefbrunnen der Sonnenwarte bei Potsdam.)

Fig. 814.



Der First wird bei derartigen Konstruktionen aus einer Haube von Metall oder durch eine solche aus geblasenem Glas hergestellt.

Werden bei Zeltdächern die Sparren in einem Stern zusammen geführt, sei es durch Nietbleche oder durch Ring oder Kapsel, so ist durch Unterhängen eines Traufbeckens das Abtropfen zu verhüten; die Ablaufrinnen lassen sich leicht in den tektonischen Rahmen einfügen.

f. Schutz gegen Betreten von Oberlichtern.

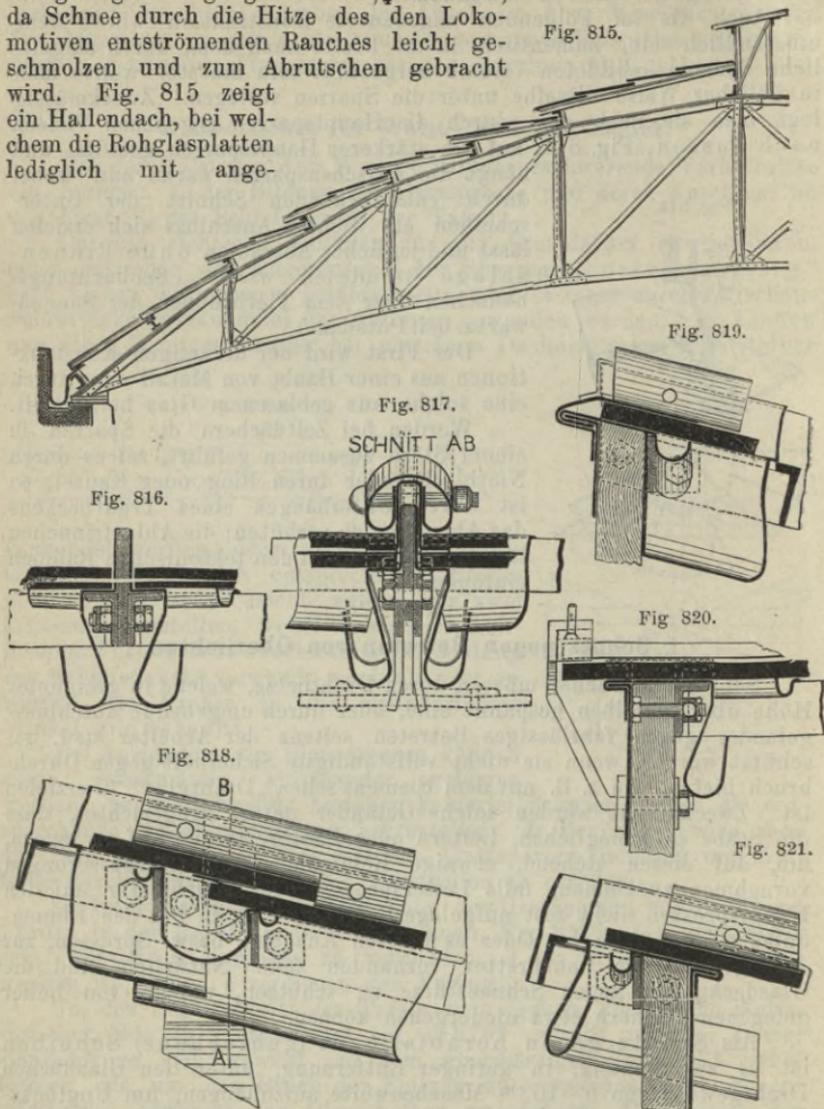
Sehr flache Dächer müssen durch Drahtnetze, welche in geeigneter Höhe über dieselben gespannt sind, oder durch umgebende Abschlussgeländer gegen fahrlässiges Betreten seitens der Arbeiter usw. geschützt werden, wenn sie nicht vollständigste Sicherheit gegen Durchbruch bieten, wie z. B. mit dem Siemens'schen „Drahtglas“ zu erzielen ist. Zweckmässig werden solche Geländer derart eingerichtet, dass die Stäbe es ermöglichen, Leitern oder Laufbretter darauf zu lagern, um, auf diesen stehend, etwaige Reinigungen und Ausbesserungen vornehmen zu können, falls Leitersprossen oder Laufbretter auf den Hauptsprossen nicht fest aufgelagert sind, wie z. B. bei den Rinnenanlagen, Fig. 811 a, b. Oder es müssen Knaggen, bezw. Sprossen, zur Auflagerung der Laufbretter vorhanden sein. Natürlich sind die Glasdeckungen gegen Schneestürze zu schützen, welche von höher gelegenen Dächern etwa niedergehen können.

Als Schutz gegen herabfallende (gebrochene) Scheiben ist es zweckmässig, in geringer Entfernung, unter den Glasflächen Drahtgewebe von 5–10 cm Maschenweite aufzuhängen, um Unglücksfälle zu verhüten, bezw. Schäden an den inneren Oberlichtern möglichst zu beugen.

g. Einige grössere Beispiele von Glasdeckungen.

Die Methoden der Deckung wechseln wesentlich nach den Anforderungen, welche an die betr. Oberlichter gestellt werden.

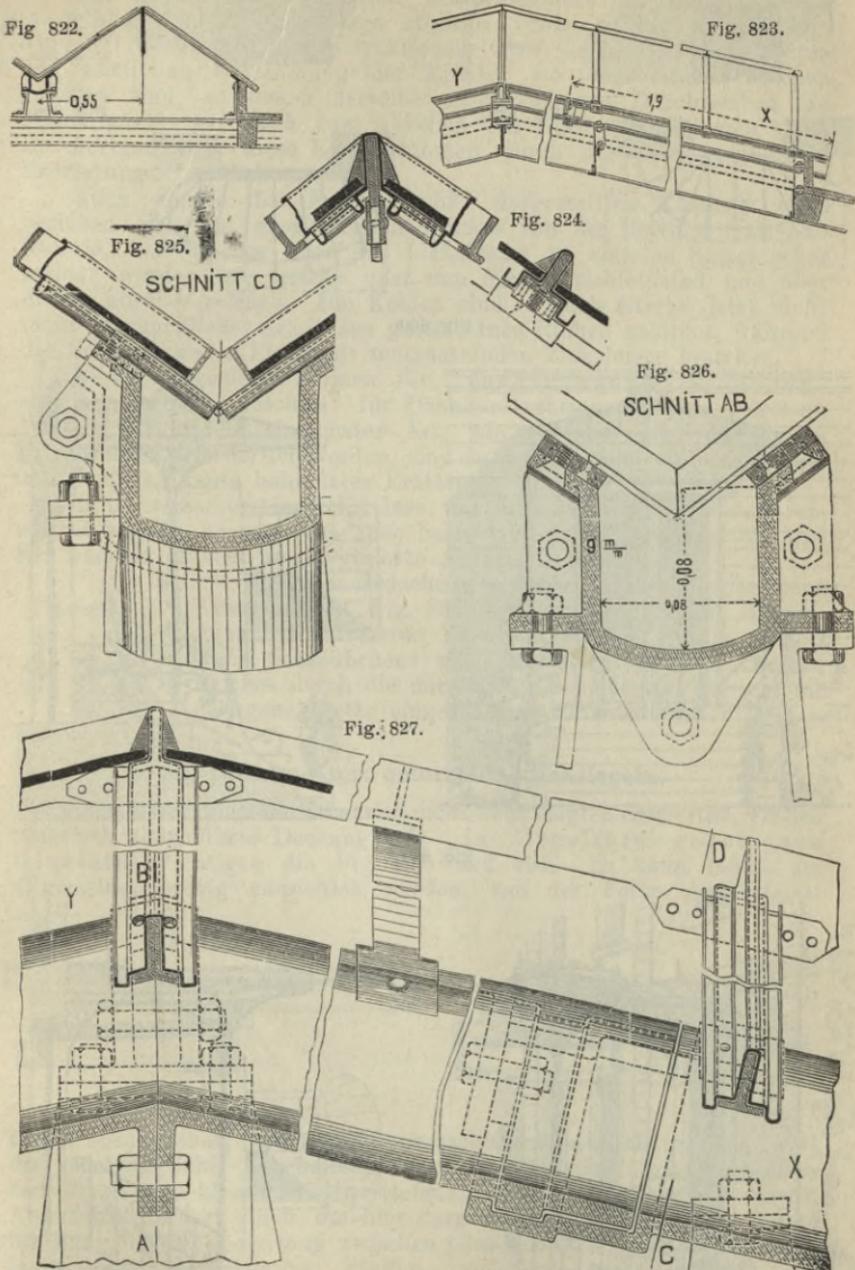
So werden zuweilen an die Dächer von Bahnhofshallen (wenn auch heute nur noch ausnahmsweise) sehr geringe Anforderungen bezügl. der Abtropffreiheit gestellt; man begnügt sich damit, das äussere Niederschlagswasser und einen Theil des Schwitzwassers der Glasunterflächen abzuleiten und geht selbst in einzelnen Theilen zu der geringen Neigung von $1:1\frac{1}{4}$ herunter, da Schnee durch die Hitze des den Lokomotiven entströmenden Rauches leicht geschmolzen und zum Abrutschen gebracht wird. Fig. 815 zeigt ein Hallendach, bei welchem die Rohglasplatten lediglich mit ange-



messener Stossüberdeckung auf den rinnenförmigen Sparren auflagern und mit Haften darauf fest gehalten werden.

Die Sparren ruhen abwechselnd auf dem Ober- und Unterschenkel der Pfetten; die ungedichteten Fugen begünstigen den Abzug von Rauch, leider aber auch das Eintreiben von Schnee und Abtropfen des Schwitzwassers an den Pfetten und Ueberdeckungen!

Die höchsten Ansprüche sind bei Museen usw. zu erfüllen. Die im Innern zu erhaltende Gleichmässigkeit der Temperatur bietet aber



eine Gewähr dafür, dass die Dachräume nicht übermässige Abkühlung erleiden — und der Zutritt von feucht-warmer Luft in dieselben kann

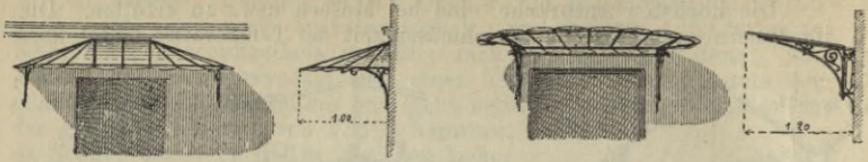


Fig. 828.

Fig. 829.

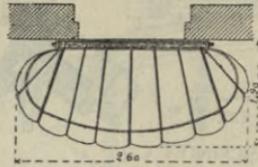
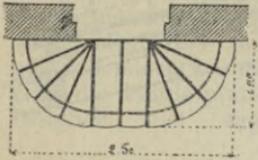


Fig. 830.

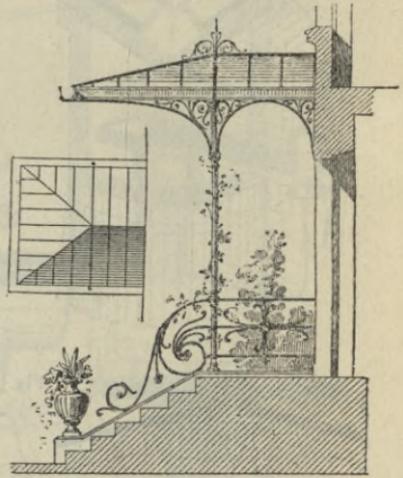
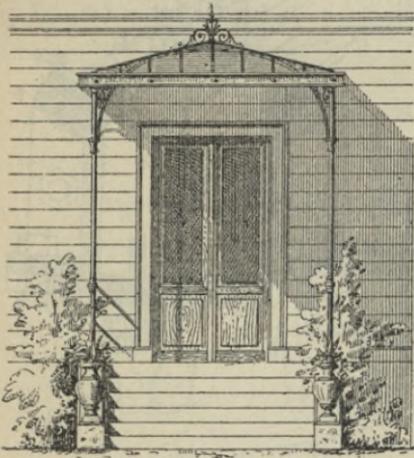
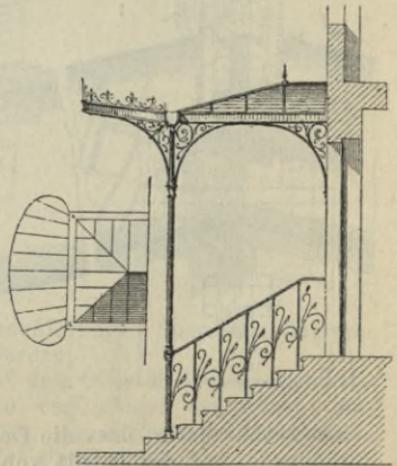


Fig. 831.



durch geeignete Maassnahmen ausgeschlossen werden. Dies voran geschickt, seien die bemerkenswerthen Einzelheiten der grossen Oberlichtkonstruktionen der Berliner Nationalgalerie in Fig. 816—821 mitgetheilt. Einen besonderen Hinweis verdienen die in den Fig. 819—821 dargestellten Konstruktionen bezw. an der unteren, oberen und seitlichen Umrahmung der Lichte, wo dem Sturm Flächen geboten sind, an denen derselbe erfolgreich zum Durchtreiben von Feuchtigkeit und auch zum Abheben von Glastafeln ansetzen kann. Im übrigen sind diese Konstruktionen durch die voran geschickten Erörterungen erklärt.

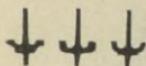
Auch die in den Fig. 822—827 dargestellten Konstruktionen beziehen sich auf eine Oberlicht-Anlage von der Berliner Nationalgalerie, bei welcher aber die Lichtfläche in einzelne Satteldächer zerlegt worden ist, welche quer zum First gerichtet sind und über diesen hinüber reichen. Die Kehlen sind — nach älterer, jetzt nicht mehr gebräuchlicher Art — aus gusseisernen Rinnen gebildet, während die Sprossen aus \perp Eisen mit ummantelnden Zinkrinnen bestehen.

Einige allgemeine Formen für „vorhängende Glasdächer“ sind in dem betr. Abschnitt für Dachkonstruktionen schon gegeben. Weitere 4 Beispiele einfachster Art, wie sie aber sehr häufig bei Privatbauten erforderlich werden, sind in den Fig. 828—831 dargestellt und bedürfen kaum besonderer Erklärung.

Es ist selbstverständlich, dass nur sehr lange Tafeln dabei verwendet werden können, also auch beste Glassorten. Bei Fig. 829 und 831 handelt es sich um möglichste Abtrauf-Freiheit.

Zu diesen Bedachungen werden stark unterschnittene Kreuzsprossen, Fig. 832 a—c, verwendet. Die Befestigung der äussersten Tafeln in Fig. 829 erfolgt mittels eines Schraubchens mit untergelegtem Bleiplättchen, welches durch die durchlochte Scheibe von oben in die gebogene Pfette eingeschoben wird.

Fig. 832 a—c.



h. Deckung mit geformten Glasziegeln.

Eine etwas umständliche und nicht sehr empfehlenswerthe, jedoch mehrfach ausgeführte Deckung mit „in Ziegelform gegossenen Glastafeln“ zeigen die Fig. 833 und 834. Es kann indess im allgemeinen wenig empfohlen werden, von der Form ebener Glas-

Fig. 833.

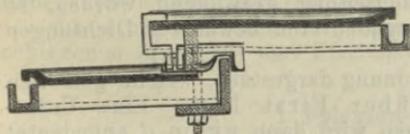
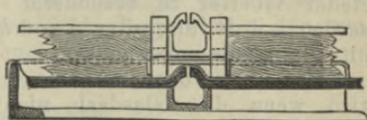


Fig. 834.

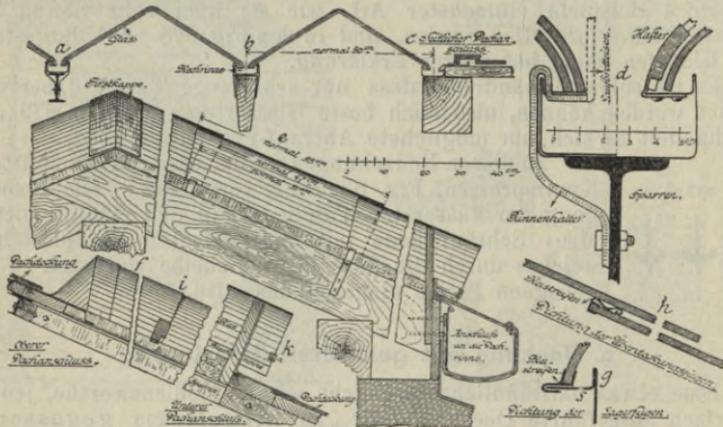


tafeln abzuweichen, welche Kantenverschnitt unmöglich machen, weil die nachträgliche Beschaffung von Ersatztheilen Schwierigkeiten bietet und eine kleine Kantenverletzung den Ziegel untauglich macht. Ausserdem fordert auch die hier dargestellte Deckweise eine Unterbrechung der Wärmeleitung zwischen Glas und Eisen durch Zwischenlagen von vegetabilischen Stoffen, um das Eisen möglichst vor Temperaturwechseln und insbesondere vor zu starker Abkühlung zu schützen. Die bei anderen Deckungsarten eintretenden Schwierigkeiten sind also hier keineswegs vermindert.

i. Spengler's (sogen. „Stürzel“-) Glasdach.

Es ist dies eine vereinfachte Form der ansteigenden (querangeordneten Sattel- oder Sägedächer, welche mittels gebogener Scheiben ganz ohne Quer- und Firstsparren hergestellt werden und somit grösste Sicherheit gegen Abtropfen bieten. Nur eine kleine Firstkappe bildet die Dichtung des Querfirstes. Die in Fig. 835 dargestellten Einzelheiten zeigen: *a* die Anordnung der Rinne auf eisernen Sprossen, *b* desgleichen auf hölzernen, *c* im Anschluss an Falzziegel-dach, *d* die Rinne mit den Haften für die Glastafeln, welche vor Eindeckung profilmässig federnd umgebogen werden, um die Scheiben vor Abheben und Abgleiten zu schützen; *e* ist ein Schnitt im Gefälle über das Glas, *f* desgl. über die Rinne; *g* sind kleine Bohrungen, welche das Schwitzwasser in die Rinne ableiten. Durch die untere Verbreiterung der Rinne wird der Schneeverstopfung und Vereisung vorgebeugt. Da die Rinnen nebst Tafeln und Zubehör fertig geliefert werden, fallen alle die mühseligen Entwurf-Arbeiten und die schwer überwachbaren Arbeiten von Klempner und Glaser weg.

Fig. 835.



Die Fugen zwischen den Glastafeln können zwar ohne jede andere Dichtung als einen dünnen Einstrich von Paraffin oder Einlage von zwei mit Paraffin gefetteten Ligroindochten bleiben. Da jedoch dabei wieder Arbeiter zu besonderer Ueberlegung gezwungen würden, so werden i. d. R. die unter *g* und *h* angedeuteten bewährten Dichtungen mit Bleipapier angewendet.

In *i-k* ist dann noch die Anordnung dargestellt, welche getroffen wird wenn das Glasdach nicht über First liegt. Eine Unterkeilung der Rinnen über den Sprossen wird dann wie in *d* angedeutet nöthig, damit erstere über den Dachfuss hinausgehoben werden. Ist seitlich geschlossenes Auflager erwünscht so wird dasselbe in einfachster Weise durch Kröpfen des Oberlappens der Rinne hergestellt, ohne die Rinne selbst zu kröpfen. Von allen bisher bekannt gewordenen Deckweisen erscheint diese als die einfachste und übersichtlichste, welche auch allen den in Vorstehendem gestellten Forderungen in vollkommener Weise entspricht.

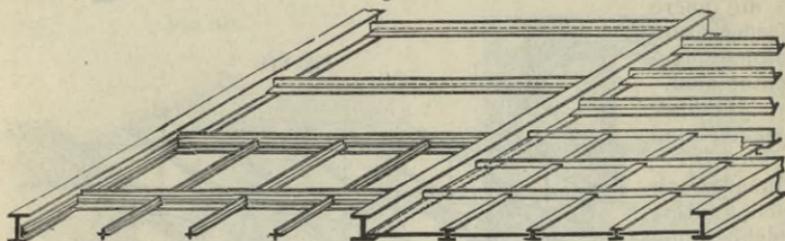
Noch ist zu bemerken, dass die Auswechslung von Scheiben keinerlei Schwierigkeiten macht und die Normalmaasse von 50 bzw. 55 cm nach Rücksprache mit dem Fabrikanten auf 80/75 cm sich vergrössern lassen.

k. Innere Oberlichte.

Je nach dem Grade der Vollkommenheit der äusseren Glasdecke kann die innere einfachere hergestellt werden. Immerhin wird von grossem Einfluss sein, ob etwa die zu deckenden Räume mit feuchtwarmer Luft gefüllt sind und ob der obere (Dach-) Raum dann dauernd genügend warm gehalten ist, um keine stark abkühlende Wirkung auf das innere Oberlicht auszuüben. Bei hohen Lichtschachten wird in der Regel nur geringe, ohne solche, namentlich, wenn die übrige Dachdeckung in Metall ohne Schalung ausgeführt ist, eine sehr starke Abkühlung anzunehmen und dem entsprechend zu konstruieren sein.

Das Rahmwerk der innern Oberlichte kann aus Holz-, Zink- oder Eisensprossen von \perp oder $+$, seltener von Γ Form gebildet sein, bei welcher Scheibenauswechslung schwerer ist, Fig. 836; oft wird \perp Eisen angewendet, bei welcher Form die Scheiben übergelagert und mit Blei verfalzt werden. Bei stärkerer Abkühlung werden Schwitzwasserrinnen unentbehrlich; und zwar ist in solchem Falle auch auf Beschlag der oberen Flächen zu rechnen. Vortheilhaft ist es dann, auch dem Rahmwerk eine kleine Wölbung nach oben zu geben. Sorgfältige Verkittung, Bleifalze und leichte untere Rinnen werden im Falle des Abtropfens des äusseren Lichtes gute Dienste thun. Ist dergleichen

Fig. 836.



zu befürchten, so muss das innere Oberlicht über die Decke hinausgehoben werden, um Schwitzwasser über dieser ableiten zu können.

Bei sehr grossen Oberlichtern kann es von Vortheil sein, das Rahmwerk aufzuhängen, um nicht übermässig starke Sprossen zu verwenden. Dann wird man stets wohl daran thun, vom Aufhängen an das Dach Abstand zu nehmen; doch wird die Hängekonstruktion, je höher dieselbe über der Glasfläche liegt um so weniger störend wirken.

Im übrigen bietet die voran geschickte Besprechung der verschiedenen Sprossen- und Pfettensysteme reichlich Anhalte.

l. Prismen-Oberlichte.

Zur Vervollständigung seien hier noch die selten angewandten Oberlichte aus prismatischen Glasstäben angeführt, welche dazu bestimmt sind, reines Zenithlicht als zerstreutes Licht in Räume zu leiten, die weder mit Glasdecke noch mit Fenstern ausgestattet werden können, die einen genügenden seitlichen Lichteinfall bringen. Die Stäbe werden einfach zwischen \perp Sprossen verkittet, Fig. 837. Für kellerartige Räume bzw. deren Lichtschachte eignet sich besser der Wechsel von prismatischen mit einseitig zylindrisch, nach Fig. 838, oder auch die Anordnung von Stoehr, mittels sogen. „Glasschuppen“, Fig. 839.

m. Oeffnende Oberlichte.

Im allgemeinen vermeidet man gern, namentlich äussere Oberlichte zu öffnen, während innere häufiger kleine Luftflügel erhalten. Doch kann in besonderen Fällen die Nothwendigkeit vorliegen, wie z. B. bei der in Fig. 737, 848 dargestellten Konstruktion vom Kinderkranken- hause der kgl. Charité in Berlin, wo sowohl das äussere Shedlicht als die innere Glasdecke zum Oeffnen eingerichtet sind.

Häufiger dagegen sind besondere, öffnende Dach- fenster nöthig, welche der allgemeinen Deckung des Daches sich anbequemen müssen. Unter den zahlreichen Konstruktionen seien hier einige angeführt, welche weiter gehenden Anforderungen genügen.

Das Sielaff'sche Oberlichtfenster, Fig. 840. Aus guss- oder schmiedeisernem Unterrahmen und schmiedeisernem Glasrahmen mit 1 Sprosse hergestellt, gestattet es eine sehr weite Oeffnung und verhindert selbstständiges Zuschlagen dadurch, dass in geöffnetem Zustande der Stift *s* in die Ausklinkungen *z'* eingreift. Beim Schlusse hebt ein entsprechender Stift *s'* die Klinke aus. Der Hebel wird an einer Kette bewegt; das Fenster kann im geschlossenen Zustand nicht von aussen geöffnet werden.

Fig. 837.

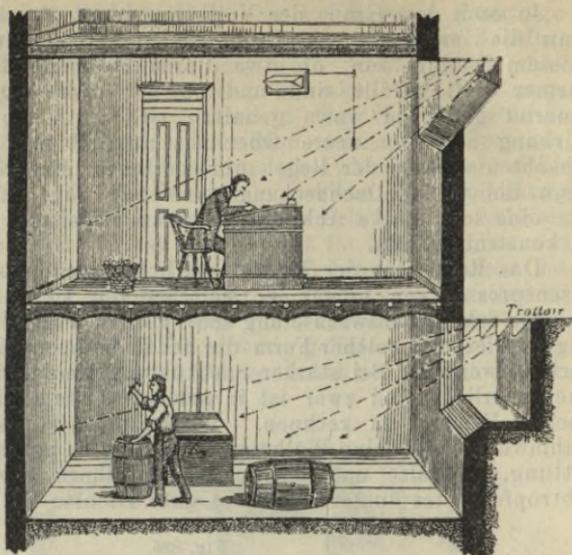


Fig. 838.

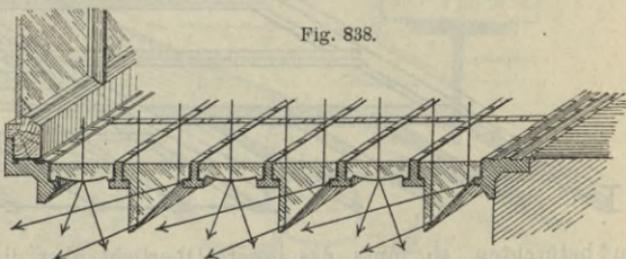
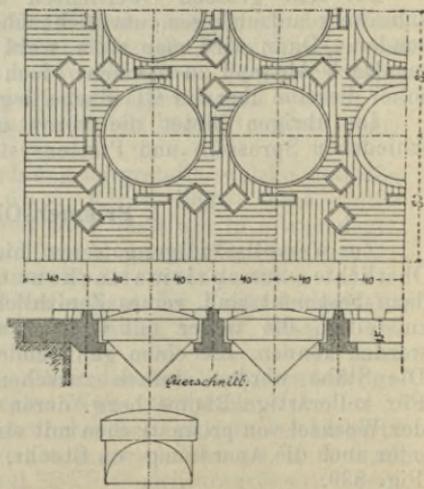


Fig. 839.



Das Hoffmann'sche Oberlicht, Fig. 841, aus Zinkblech hergestellt, ist bemerkenswerth durch die einfache gute Dichtung mittels federnder Wülste, also ohne Kitt.

Das Hoffmann'sche Flügeldachfenster, Fig. 842, ist wie das vorstehend beschriebene gebildet, hat aber fächerartig zusammen-

Fig. 840.

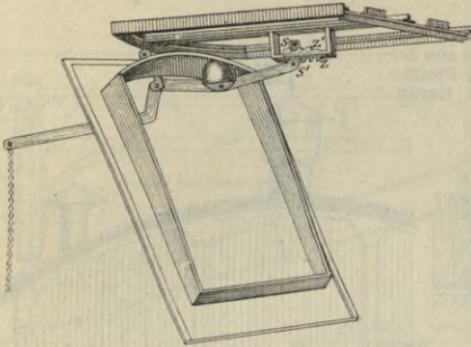


Fig. 841.

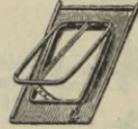


Fig. 843.

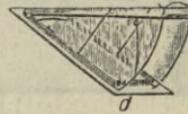
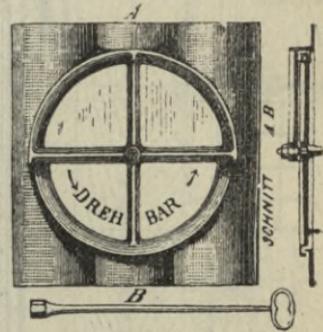
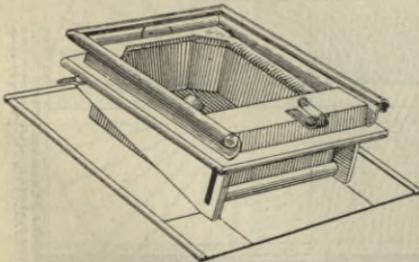
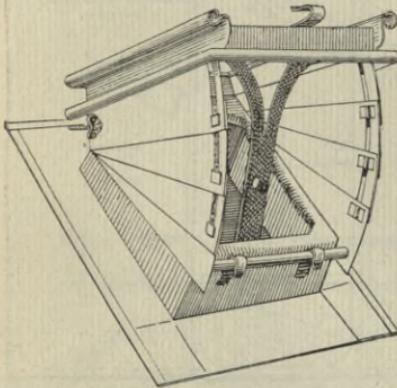


Fig. 844.

Fig. 842.



faltbare Wangen, welche, geöffnet, auch bei heftigen Regenschauern kein seitliches Eindringen des Regens gestatten.

Das Siebel'sche Flügel-Dachfenster, Fig. 843, hat seitliche feststehende Wangen aus Blech oder Glas, die ebenso weit vorspringen wie das geöffnete Fenster; dieses tritt so weit über die Oeffnung vor, dass selbst bei wagrechter Stellung die Oeffnung noch reichlich überdacht bleibt.

Das Unterberg'sche Dachfenster, Fig. 844, besteht aus einem festen Obertheil und einem beweglichen Untertheil, welches sich bei Oeffnung mittels des Schlüssels unter das obere schiebt.

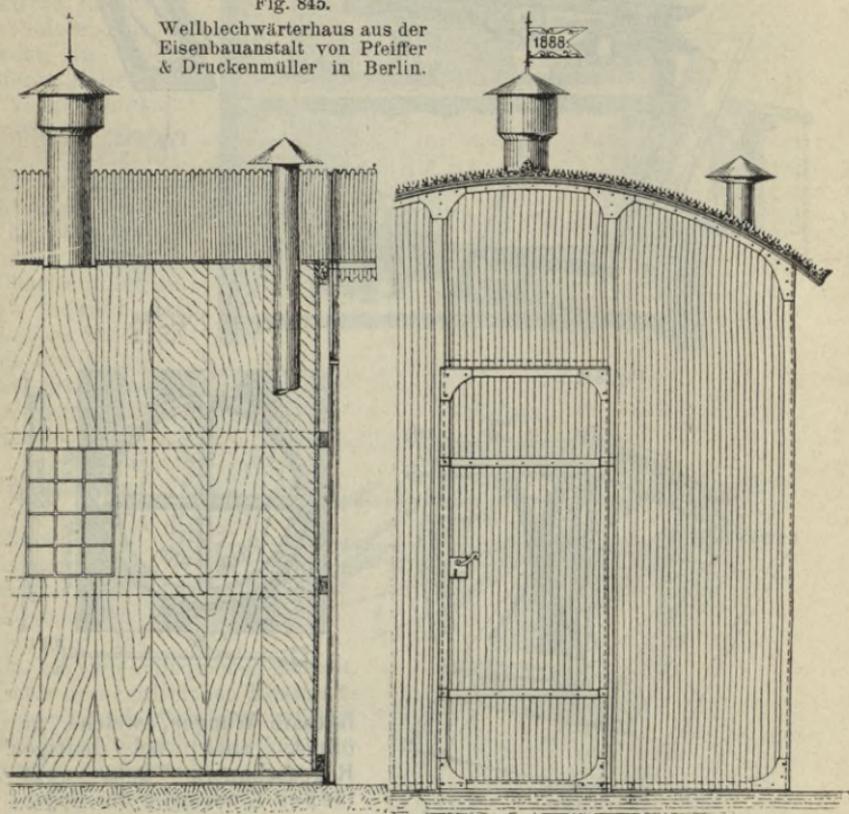
Die Figur stellt ein solches zum Anschluss an ein Pfannendach dar; doch erleidet die Bildung des Unterrahmens keine Abänderung, wenn eine anderweite Deckungsweise vorliegt.

XVII. Bauten in vollständigem Eisenfachwerk und in Wellblechkonstruktion.

Schon bei der Darstellung der einzelnen Konstruktions-Elemente

Fig. 845.

Wellblechwärterhaus aus der Eisenbauanstalt von Pfeiffer & Druckenmüller in Berlin.



ist auf wesentliche Vortheile des Eisenbaues hingewiesen worden, z. B. die geringe Bodenbelastung, Raumersparniss usw. Weil dabei nicht auf die Darstellung ganzer Bauwerke eingegangen werden konnte,

seien einige einfache aber charakteristische Beispiele von eisernen Gebäuden hier aufgeführt:

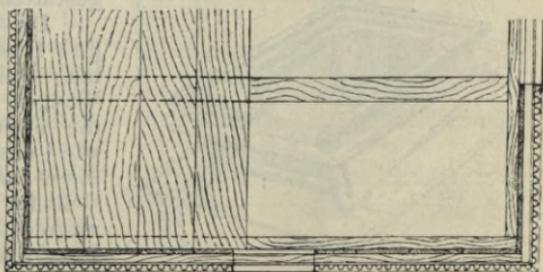
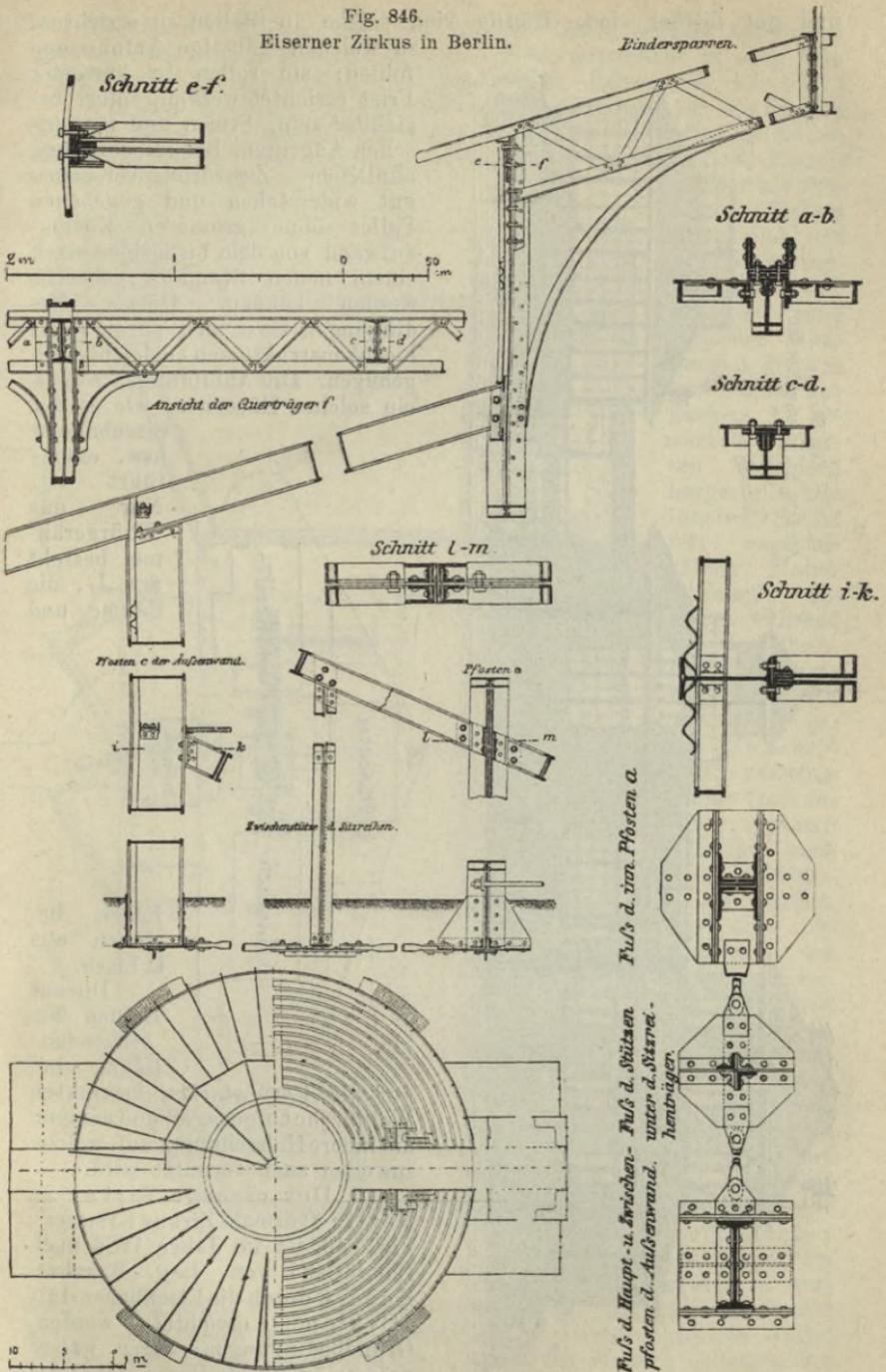


Fig. 846.
Eiserner Zirkus in Berlin.

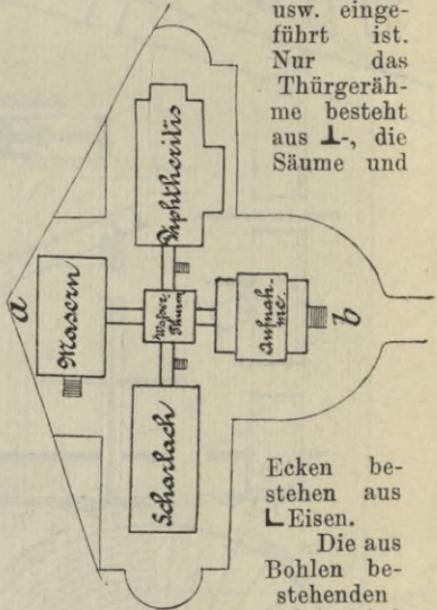
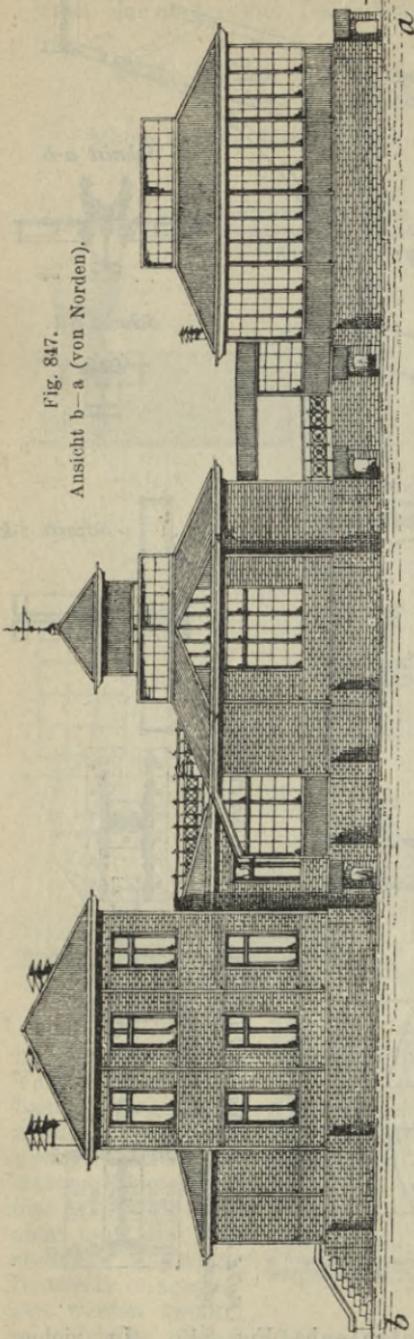


1. Wärterhäuschen aus Wellblech, Fig. 845. In vielen Fällen bedarf man kleiner Wärterhäuschen, die heizbar eingerichtet,

und gut lüftbar sind. Häufig sind solche an Stellen zu errichten,

zu welchen günstige Anfahrwege fehlen; sie sollen in kürzester Frist errichtet werden, sofort beziehbar sein, Sturm und räuberischen Angriffen, Brandlegung und ähnlichen Zerstörungsversuchen gut widerstehen und gegebenen Falles ohne grösseren Kostenaufwand von dem bisherigen nach einem neuen Standort gebracht werden können. Diesen Bedingungen lässt sich durch Wellblechkonstruktionen am leichtesten genügen. Die Abbildungen zeigen ein solches Häuschen, wie es bei Eisenbahnen usw. eingeführt ist. Nur das Thürgerähme besteht aus L-, die Säume und

Fig. 847.
Ansicht b—a (von Norden).



Ecken bestehen aus L-Eisen.

Die aus Bohlen bestehenden Rähme sind

auf die 1 mm starken verzinkten Wellbleche aufgenagelt und nehmen die innere Holzschalung auf, welche zuweilen auch verputzt wird.

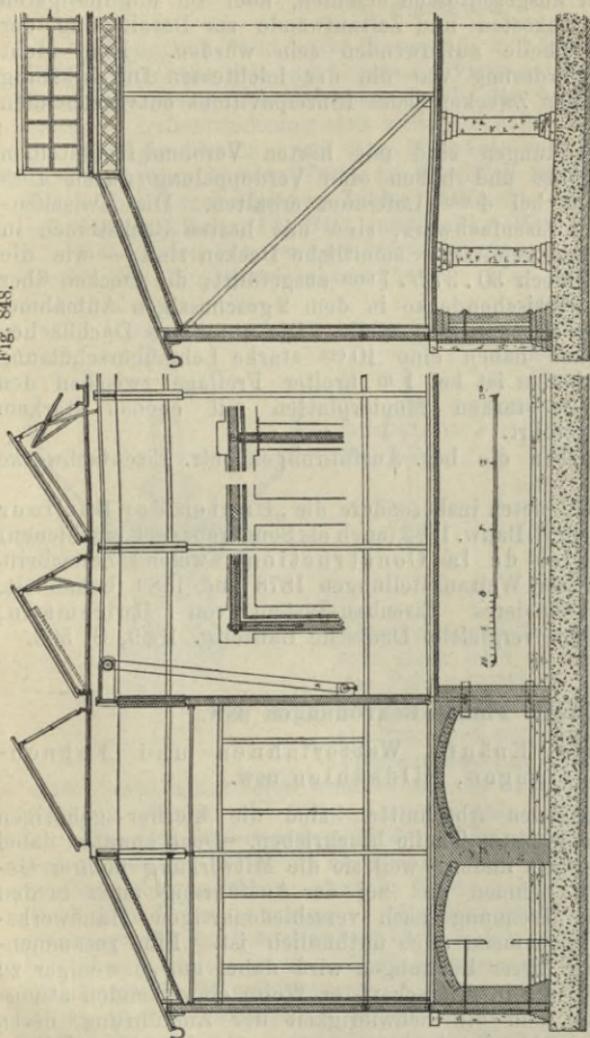
2. Der eiserne Zirkus in Berlin (vormals Zirkus Kremser), Fig. 846, ist im Jahre 1886 nach Entwürfen von Reg.-Baumstr. Koenen durch die Eisenbauanstalt „Cyklop“ errichtet worden. Grundbedingungen waren ausser grösstmöglicher Feuersicherheit: geringste Bodenbelastung nebst

der Möglichkeit, den ganzen Bau rasch niederlegen zu können usw.,

auf Eisenbahn verladbar und an anderen Orten schnell und ohne grossen Aufwand an Zeit und Kosten wieder aufstellbar zu sein, also als „Wanderbau“ zu dienen. (Vergl. Deutsch. Bauztg. Nr. 33, 1887.)

Der Bau hat 38 m Gesamtdurchmesser, der Ring für die inneren Stützen 21,80 m. Die Pfosten, deren Füsse nur 30 cm tief im Boden stehen, belasten denselben mit 2,5 kg auf 1 qm. Sämtliche Einzel-

Fig. 848.



glieder als Pfosten, Träger usw. sind mit Schrauben verbunden; alle inneren und äusseren Wandungen, Decken und Dächer aus flachem ≈ 1 mm starkem verzinkten Wellblech hergestellt. Die innere Decke ist mit angestrichener Malerleinwand behängt, während über dem Blechdach noch ein Pappdach auf Schalung liegt; die Zwischenräume zwischen beiden Deckungen mussten luftdicht nach aussen abgesperrt werden, um das Abtropfen von Schwitzwasser von der Decke zu verhüten.

Nach etwa $1\frac{1}{2}$ jährigem Bestande musste der Zirkus abgebrochen, um auf einem benachbarten Grundstücke von neuem errichtet zu werden.

Die Kosten der Versetzung waren bezügl. des Eisenbaues sehr gering, aber diejenigen der vollständig neu herzurichtenden Gas-, Wasser- und Entwässerungsleitungen, sowie der Stoffbekleidungen der Decke usw. — welche weniger „beweglich“ ausgeführt waren — haben die Ausgaben auf ungefähr die Hälfte der ursprünglichen Baukosten gesteigert.

3. Das Kinderkrankenhaus für Ansteckende der Königl. Charité in Berlin, in Fig. 847, 848 in Gesamtgrundriss, Seitenansicht, zwei Hauptschnitten und Einzelheiten dargestellt, ist von Kluthmann entworfen und von der Eisenbauanstalt Pfeiffer & Druckenmüller durchgearbeitet und hergestellt worden.

Es war hier die Aufgabe, eine sogen. Baracken-Station derart herzustellen, dass eine Durchdringung der Umschliessungen durch Infektionsstoffe zwar ausgeschlossen erschien, aber im ungünstigsten Falle nur geringe Unkosten und Zeitaufwände zur Beseitigung der etwa geschädigten Theile aufzuwenden sein würden. Eine nicht minder berechtigte Forderung war die der leichtesten Durchlüftung und Erhaltung der den Zwecken jedes Einzelpavillons entsprechenden Dauer-Temperatur.

Die Aussen-Wandungen sind mit harten Verblend-Hohlsteinen 13 cm stark ausgeführt und haben eine Verdoppelung durch 4 cm starke Monierplatten bei 4 cm Luftraum erhalten. Die Zwischenwände, ebenfalls in Eisenfachwerk, sind mit harten Backsteinen in Zement gemauert und geputzt. Sämmtliche Decken sind — wie die Dächer — aus Wellblech 30.37,5.1 mm ausgeführt; die Decken über den Fluren und die Zwischendecke in dem 2geschossigen Aufnahme-flügel aus bombirten Blechen hergestellt. Die unter den Dachflächen liegenden Blechdecken haben eine 10 cm starke Lehmüberschüttung erhalten. Der Fussboden ist bei 1 m breiter Freilage zwischen den Pfeilerchen aus 5 cm starken Monierplatten mit ebenso starkem Terrazao-Belag ausgeführt.

Alles Andere geben die bez. Ausführungen betr. Eisenfachwerke und Oberlichte.

Weitere Beispiele bieten insbesondere die „Bauten der Berliner Stadtbahn“, Zeitschr. f. Bauw. 1882 (auch als Sonderabdruck erschienen) „Nouvelles Annales de la Construction“, welche Zeitschrift die Bauten der Pariser Weltausstellungen 1878 und 1889 behandelt.

Ueber ein besonderes Eisenbau-System von Heilemann, Isothermal genannt, vergleiche Deutsche Bauzeitg. 1889, S. 503.

XVIII. Thurm-Bekrönungen usw.

Laternen, Kreuze, Knäufe, Wetterfahnen und Fahnenstangen, Bildsäulen usw.

In den vorstehenden Abschnitten sind die hierher gehörigen Arbeiten schon zum grössten Theile beschrieben. Doch konnten dabei Einzelheiten nicht Platz finden, weil sie die Mitwirkung mehrerer Gewerke in Anspruch nehmen und bei der Ausführung auch in den meisten Fällen die Trennung nach verschiedenartigen Handwerksübungen nicht rätlich meist auch unthunlich ist. Eine zusammengefasste Betrachtung dieser Leistungen wird daher um so weniger zu umgehen sein, weil die in allerschärfster Weise einwirkenden atmosphärischen Einflüsse und die Schwierigkeit der Ausführung, deren Ueberwachung und nachherige Ausbesserungen, ganz besondere Rücksichtnahme schon bei der ersten Entwurfbearbeitung erforderlich machen.

Der Hinweis darauf, dass so manches treffliche Bauwerk unvollendet geblieben, oder frühzeitigem Verfall preisgegeben werden musste — im einen Falle aus ungenügender Rücksichtnahme auf Ausführbarkeit, im anderen auf Möglichkeit von Unterhaltungsarbeiten, oder wegen Unterschätzung der einwirkenden zerstörenden Kräfte,

wird es rechtfertigen, hier eine gedrängte bezügliche Betrachtung voraus zu schicken und auch die Fährlichkeiten anzudeuten, welche den ausführenden Arbeitern wie den Bauwerken selbst, bei Nichtbeachtung auch der scheinbar geringfügigsten Verhältnisse drohen.

a. Zerstörende Einflüsse.

α. Winddruck.

Bekanntlich üben kurze Stosswinde auf Gegenstände von geringer Fläche eine räumlich eng begrenzte Wirkung aus, welche bei grösseren, zusammen hängenden Flächen durch die vor der Stosswirkung eintretende Luftverdichtung sich mehr vertheilt. So kann ein Stosswind auf ein Thurmkreuz oder eine Bildsäule von nur 1^{qm} Fläche einen Druck ausüben, dessen Werth im Vergleich zu den gewöhnlich für den Winddruck angenommenen Zahlen vielleicht dem der geradlinig umschriebenen Fläche, Fig. 849, entspricht. (Man vergleiche auch S. 637.)

Bei runden Stangen genügt erfahrungsmässig die Annahme des Zweifachen der Abwickelungsfläche. Als Druckgrösse ist jedoch auch dann der ortsüblich

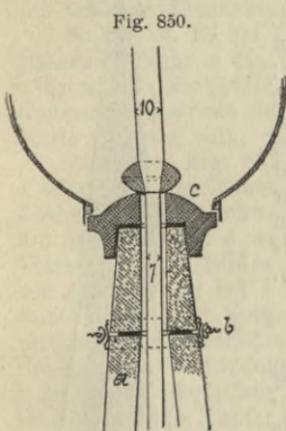


Fig. 850.

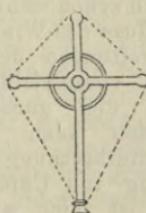


Fig. 849.

für Dachkonstruktionen angenommene, in geringeren Höhen ermittelte Winddruck ungenügend. Diesen Werth auf das Dreifache erhöht, der Berechnung zugrunde zu legen, wird stets rätlich sein, wenn genaue Messungen örtlicher Sturmwindstärken in entsprechenden Höhen nicht zu erlangen sind. — Ebenso wie den

Thurmspitzen selber der Winddruck gefährlich sein kann, wird es in noch höherem Maasse der Fall sein für die Hilfsrüstungen, welche nur mit leicht lösbaren Verbindungen herstellbar sind und vermöge ihrer grösseren Fläche usw. im Spiel des Windes selber

einen verhängnissvollen Einfluss auf die Standfähigkeit eines Thurmes ausüben können. (D. Bztg. 1895, Absturz d. St. Mathiasthurm).

Um die Einflüsse des Windangriffes an den Thurmkreuzen nicht auf gemauerte Helme zu übertragen, oder doch wenigstens die Stosswirkung auszugleichen, sind in älterer und neuerer Zeit eigenthümliche Pendelanordnungen getroffen worden, wobei denn auch der Schwerpunkt der betr. Konstruktion weit nach unten verschoben wird.

Wenn auch manche Ueberlieferungen dafür sprechen, dass „aufgehängte“ Thurmkreuze im Mittelalter nicht unbekannt gewesen, sogar öfter in Anwendung gekommen sind, so müssen diese doch für unsere Zwecke als unerheblich betrachtet werden, da sie, nicht mit Blitzableitern versehen, sehr bald zu Grunde gehen mussten, das Bauwerk also gefährdeten.

In dieser älteren Art ist nun in neuerer Zeit, wohl zuerst bei Wiederherstellung des St. Stephans-Doms in Wien, das Kreuz aufgehängt worden.

Fig. 850 zeigt eine Pendeleinrichtung, wie Otzen dieselbe beim Bau der St. Johannes-Kirche in Altona getroffen hat. Auf der

äusserst schlanken, aus glasierten Backsteinen aufgemauerten Spitze ist der obere Theil *a* aus Granitwerkstücken hergestellt, deren Fugen *b* mit Bleiplatten ausgelegt und mit Kupferringen umzogen sind. Den Kopfstein umfasst eine gusseiserne Kopfplatte *c*, welche mit Blei unterlegt ist, um jeglicher Spaltung durch das bedeutende Pendel-Gewicht vorzubeugen. Das Kreuz, dessen Stange 10^{cm} stark ist, überragt die Kopfplatte um 4^m, während die Pendelstange 7^{cm} Durchmesser hat und 15—20^m tief herab hängt. Das Pendelgewicht ist so bedeutend, dass der Schwerpunkt auf etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamthöhe herabgedrückt wird.

Bei der vom selben Meister ausgeführten St. Gertrud-Kirche in Hamburg beträgt die Höhe des Kreuzes, Fig. 851, 6^m, mit 17^m langer Pendelstange; dasselbe hat 1600^{kg} Belastung.

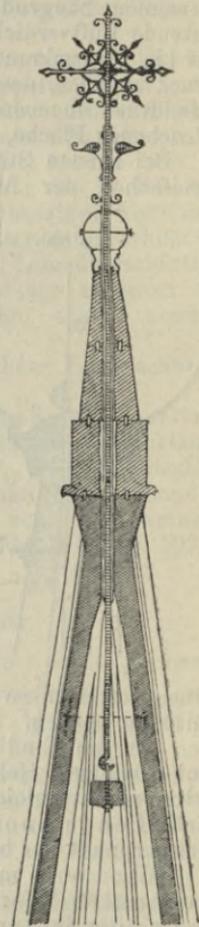
Eine ähnliche Pendelanordnung zeigt Fig. 854: Wetterfahne vom Schloss Putlitz, bei welcher die Pendelstange nur um 3^m nach unten verlängert, aber durch das bedeutende Gewicht derselben Standsicherheit erzielt ist.

Sehr ins Gewicht fällt auch schon während der Arbeitsausführung der Einfluss des Windes; es müssen daher alle Vorbereitungen derart getroffen werden, dass bei voraussichtlich stürmischen Wetterperioden, der günstige Augenblick ausgenutzt werden kann und durch plötzlich erzwungene Unterbrechung der Arbeiten nicht die Entstehung von Unfällen herbeigeführt wird. Daher ist eine wohl-erwogene Arbeitseintheilung unerlässlich.

β. Einfluss von Temperaturänderungen.

Es ist Thatsache, dass die allseitige, der schärfsten Besonnung und ebenso der Beseplung durch kalte Winde (weit kälter, als die in niederen Lagen ermittelte Luftwärme), ausserdem durch unmittelbare Abstrahlung der äussersten Abkühlung ausgesetzten Theile (Thurmspitzen sind bekanntlich oft im Hochsommer früh Morgens stark bereift!) mehr als andere Aufbaukonstruktionen den heftigsten Temperaturänderungen unterliegen. Es muss durch Verschieblichkeit der einzelnen Theile den dadurch bedingten Gefahren vorgebeugt werden. Eine fest eingespannte Stange nach Fig. 498 b (S. 199) wird leicht brechen oder auch sehr grosse Kanten Spannungen im Mauerwerk hervorrufen, die Undichtheiten zur Folge haben. Bei elastischen Anordnungen nach Fig. 497 b, S. 199, und bei Pendel-Anordnungen ist dies vermieden. Dass auch die Einwirkung von Blitz oder dessen Induktion, ungewöhnliche Erhitzungen der Metalltheile hervor rufen können, ist eine oft bekannt gewordene Thatsache.

Fig. 851.



γ. Blitzgefahren

kann nur durch gut angelegte Blitzableiter, bezw. Einschaltung in die Blitzableiter-Anlage vorgebeugt werden.

Die Anwendung von Messing zu Verschraubungen usw. (um vermeintlich bessere Leitung zu erzielen) ist zu vermeiden. Die Zwischenlagerung von schlechten Leitern zwischen verschiedenartige Metalle ist widersinnig.

Die Anwendung von Messing und Bronze zu einzelnen Theilen, welche nicht die Hauptleitung bilden, wie z. B. zu Gleitringen von Wetterfahnen, Fig. 855 bei c und d, ist minder bedenklich; doch ist nicht ausgeschlossen, dass solche ihre Wirkung versagen, indem der Induktionsstrom unter Umständen eine Löthung verursachen kann.

Es wird überhaupt und in jedem Falle nothwendig sein, die Möglichkeit der Anlage eines Blitzableiters auch dann vorzusehen, wenn eine augenblickliche Gefahr nicht zu drohen scheint. Denn in allen Fällen ist es sehr einfach und wenig kostspielig, die betr. Vorkehrungen imvoraus zu treffen, während die spätere Anlage entweder unmöglich ist, grosse Kosten erfordert, oder zur Verunstaltung der äusseren Erscheinung der Thurmbekrönung führt.

So ist z. B. bei Fig. 855 die Anlage ausgeschlossen, weil die gläserne Pfanne *a* die Durchleitung von der Spitze unmöglich macht, während die Zinkhülle nicht genügenden Leitungsquerschnitt besitzt. Anderenfalls würde der Zwangring bei *e* die durchaus zweckmässige Stelle gewesen sein, wo die Luftleitung sich anschliessen konnte.

Auch bei Fig. 862 war zu erwägen, ob der Blitzableiter bei *a*, *b* oder (wie gezeichnet) bei *c* anzuschliessen war. Bei *a* wäre die Löthstelle später schwer zugänglich gewesen; die Kröpfung der Leitung um den Hals bei *b* würde unter Umständen eine recht unangenehme Verzerrung des Bildes hervor gerufen haben. Aehnliches würde bei der Anknüpfung bei *b* eingetreten sein, während bei der gezeichneten Anordnung dafür Sorge zu tragen war, dass bei *d* eine Art Klappenverschluss angebracht wurde, um die Löthstelle zugänglich zu erhalten. Bei der Pendelanordnung, Fig. 850, bietet die gusseiserne Kopfplatte *c* die beste Anknüpfung (durch Einbohren); bei Fig. 854, wo die leitende Hülle ganz aus Kupfer besteht, war selbst eine Fangspitze entbehrlich; anderenfalls hätte der richtige Anknüpfungspunkt in der bronzenen Pendelpfanne gelegen, wozu allerdings der Granitkopf hätte durchbohrt werden müssen.

Vorsichtiger Weise werden auch bei den Hilfsrüstungen Noth-Blitzableiter angewendet, wenn die Ausführung in gewitterführender Zeit geschehen soll. Unter vielen traurigen Beispielen sei nur erwähnt, dass im letzten Jahrhundert die Petrikirche in Berlin, deren Neubau eben vollendet war, durch Einschlag in das Thurmgüst vollständig zerstört wurde.

δ. Feuchtigkeit.

Nicht allein, dass frei stehende Spitzen dem Eintreiben von Schnee und Regen in alle Fugen im bedeutendsten Maasse ausgesetzt und dadurch manche Anlagen gefährdet sind, sondern auch der Umstand, dass bei oft plötzlich eintretender starker Abkühlung die inneren geschützten Theile beschlagen, erfordert ganz besondere Berücksichtigung. So ist es Thatsache, dass sich in den meisten Thurmknäufen nicht unbedeutende Mengen von Feuchtigkeit ansammeln, wenn nicht Vorkehrungen zu deren Abführung getroffen

waren und dass im Zusammenhange damit die meisten solcher Knäufe an ihrem unteren Theile, nachweislich von innen ausgehend, sich verrostet zeigen.

Demnach müssen Hohlkörper, falls sie zur Aufbewahrung von Dokumenten dienen sollen, eine vollständig luftdichte Umschliessung erhalten und diese darf nicht durch die in der Konstruktion eintretenden Spannungen gefährdet sein.

Dass alle Theile mit möglichster Abwässerung auszuführen, durch genügenden Uebergriff das Eindringen von Wasser verhindern, die Uebergriffe selbst durch eingebohrte Löcher eine Ableitung des Schwitzwassers ermöglichen müssen, Fig. 852, um nicht Frostschäden herbei zu führen, versteht sich von selbst.

b. Material.

Zu den konstruktiven Theilen, bezw. Gerippen wird durchweg nur mehr Schmiedeseisen, zu besonders angestregten Theilen, Stahl verwendet. Dreh-Lagerungen werden aus Kupfer, Bronze oder Stahl, oder wenn sie nicht die Blitzableitung aufnehmen, aus Hartguss-Messing, Glas-Ringen und -Kugeln hergestellt, welche letztere in Bronze- bezw. Messingbüchsen eingeschaltet werden. Die Ziertheile werden grösstentheils aus Metallblechen: Eisen, Kupfer, Bronze, Zink, getrieben und über die Gerippe, bezw. eine Stange geschoben. Blei soll nur zu kragenartigen, gestützten Ueberdeckungen und zwar nur zu solchen, die nicht in die Blitzableitung eingeschaltet sind, verwendet werden.

Bei Anwendung von Bronze und Messing ist das oben bezüglich der Blitzgefahr Gesagte zu berücksichtigen.

c. Dreheinrichtungen der Wetterfahnen.

Wenn — wie häufig — bewegliche Wetterfahnen oder ähnliche Einrichtungen (Hähne, geharnischte Ritter, Wappenthier u. s. f. angebracht werden sollen, so muss durch nicht rostende Hals- und Spitzenlager, welche gegen Vereisung geschützt liegen, deren Beweglichkeit gesichert sein. Herrscht Blitzgefahr, so müssen diese Theile gute Leiter bilden und, da die Berührungsflächen nur geringe sein können, so müssen dieselben eine die Ueberleitung begünstigende Form haben.

Die in Fig. 853, 854 und 855 mit Nebenfiguren dargestellten Wetterfahnen, welche in der Kunstklempnerei von Peters, Berlin, ausgeführt sind, lassen alle bezüglich Einzelheiten erkennen. Bei Fig. 853 ist zu bemerken, dass das Gerippe der Fahne aus Eisen besteht, die ganze Umhüllung aus Zink, gleichwie bei Fig. 855.

d. Dokumenten-Büchsen.

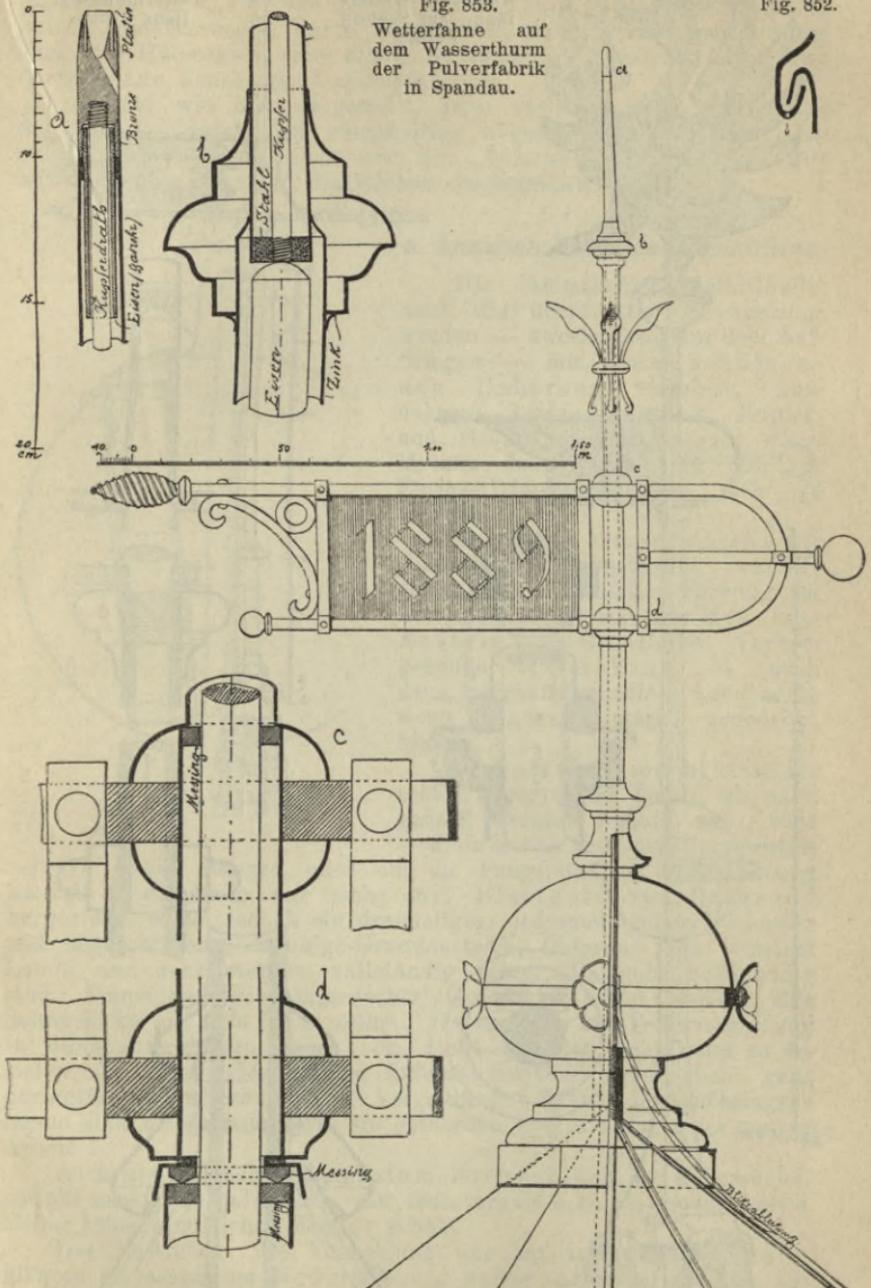
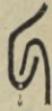
Häufig werden in Thurmknäufen Dokumente niedergelegt. Natürlich kann der angestrebte Zweck nur in den seltensten Fällen erreicht werden, wenn nicht eine gute Blitzableitung vorhanden ist und besondere Sorgfalt in der Konstruktion der betr. Büchsen geübt wird. Es wird deshalb auch der Knauf aus möglichst wenig vergänglichem Metall (Kupfer- oder Bronzeblech) hergestellt und, wie Fig. 856 zeigt, in diesem ein besonderes Hülsrohr eingelöthet, in welchem die Dokumentenbüchse von oben aus eingeschoben wird. Man liebt es oft, die Kapsel zu verlöthen; es muss dann ein Doppeldeckel an-

gewendet werden wie hier dargestellt, welcher ein Anbrennen der

Fig. 853.

Wetterfahne auf dem Wasserthurm der Pulverfabrik in Spandau.

Fig. 852.



Dokumente verhütet. Die äussere Kappe an dem Hülrohr wird mit Mennigkitt aufgeschoben, weil eine Verschraubung nur dann

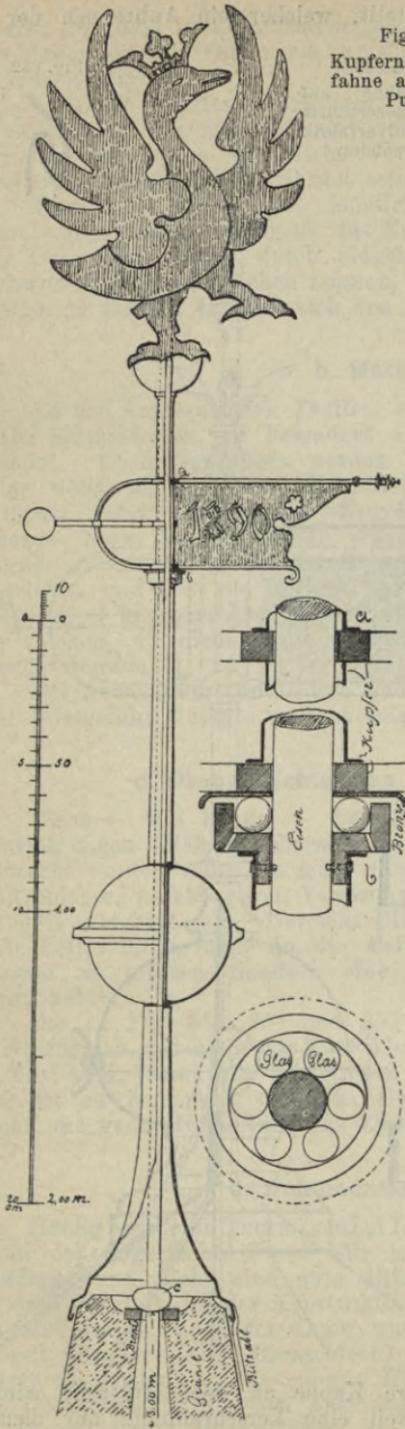


Fig. 854.
Kupferne Wetterfahne auf Schloss Putlitz.

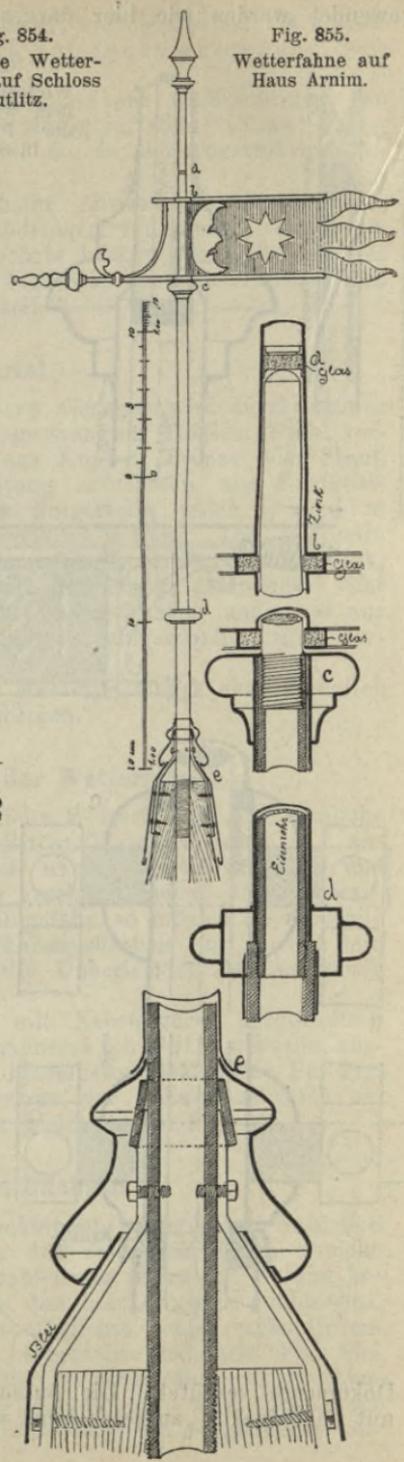
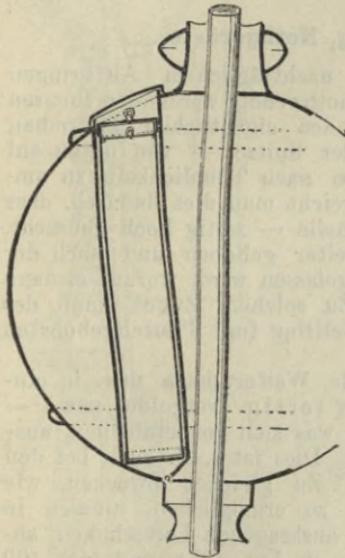


Fig. 855.
Wetterfahne auf Haus Arnim.

möglich wäre, wenn die Hülse in einem grössten Kreise liegen könnte. Zweckmässig ist es stets, die Wandungen des Hülsrohres mindestens um 0,5 cm von der mittleren (Thurm-) Stange entfernt zu halten, um Ansenzen durch Blitz vorzubeugen, ebenso am unteren Ende des Hülsrohres eine kleine Oeffnung zu belassen, damit etwa eindringende Feuchtigkeit abtropfen kann.

Anstatt wie hier dargestellt, kann auch der ganze obere Theil des Knaufs (durch den oberen Ring abgeschlossen) als Deckel benutzt werden, wenn nicht erst am „Schluss der Richt- oder Einweihungs-Feier“ die Büchse eingeschoben wird.

Fig. 856.



e. Anstrich, Vergolden, Emailliren.

Die sämtlichen Metalltheile, auch die überdeckten Eisengerippe werden — zweckmässig vor dem Aufbringen — mit einem schützenden Ueberzug versehen; Ausnahmen bilden zuweilen Kupfer- und Bronze; jedoch müssen diese Metalle dann polirt sein, um zur Patina-(Edelrost-)Bildung sich zu eignen.

Eisentheile können glühend mit Judenpech abgebrannt werden; sollen sie eine andere Färbung erhalten so eignet sich nur Mennige-Anstrich als Grundfarbe. Vorhergehende Verzinkung ist auch dann zweckmässig; diese kann auch, wenn genügend stark, ungedeckt bleiben.

Vergoldung, sowohl einzelner scharf abgegrenzter Theile, als auch ganzer Kreuze, Knäufe usw. wird — wenn es sich nicht um Monumental-

anlagen ersten Ranges, oder um die Fangspitze der Blitzableitung handelt — durchweg nur mehr mit Blattgold auf Oelgrund hergestellt, wobei jedoch ein dreimaliger, jedesmal gut getrockneter und abgeschliffener Mennige-Grundanstrich, Oelgrund von feinstem Leinöl und sehr starkes, vollständig reines Blattgold nothwendig sind. Feinster (sogen. japanischer) Goldfirnis bildet alsdann eine Schutzdecke auf dem Golde selbst. Galvanische und Feuervergoldung in dünnen Schichten haben sich nicht bewährt; um Dauer zu erzielen ist ein besonders grosser Aufwand an Gold erforderlich; ganz geringfügige Verletzungen der Vergoldung während des Aufbringens lassen sich nicht ausbessern; sie gefährden aber die Dauer der ganzen Arbeit.

Auch die Versuche Aluminium-Bronzeblech zu Ueberzügen, sowohl nackt, als galvanisch oder feuervergoldet zu verwenden, haben bisher keine glücklichen Erfolge gehabt.

Das Bestreben: die Vergoldung nur auf vortretenden Theilen glänzen zu lassen, um die Formgebung hervor zu heben, ohne im allgemeinen und bei bewölktem Himmel der glänzenden Wirkung zu entbehren, hat schon im Mittelalter dahin geführt, Schmelzarbeit, rothen, blauen und grünen Grubenschmelz auf Kupfer, anzuwenden.

Die wenigen überkommenen Reste solcher Arbeiten haben die Un-dauerhaftigkeit derselben erwiesen. Dagegen wird nach allen bisherigen Erfahrungen ein sicherer Erfolg bei Anwendung von emaillirtem Eisenblech zu erzielen sein. Es wird darin ein Mittel geboten, die kostspielige Vergoldung in manchen Fällen als entbehrlich erscheinen zu lassen, da der Goldton vollständig täuschend erzielbar, die Wirkung durch aufgeschobene, wirklich vergoldete Ringe sich aber noch bedeutend erhöhen lässt.

Einige Vorsicht wäre immerhin geboten, wenn es sich um grössere massenhafte Stücke handelt, wenn diese nicht in die Blitzableitung vollständig eingeschlossen werden können, weil alsdann die Schmelzschicht leicht abbröckeln möchte.

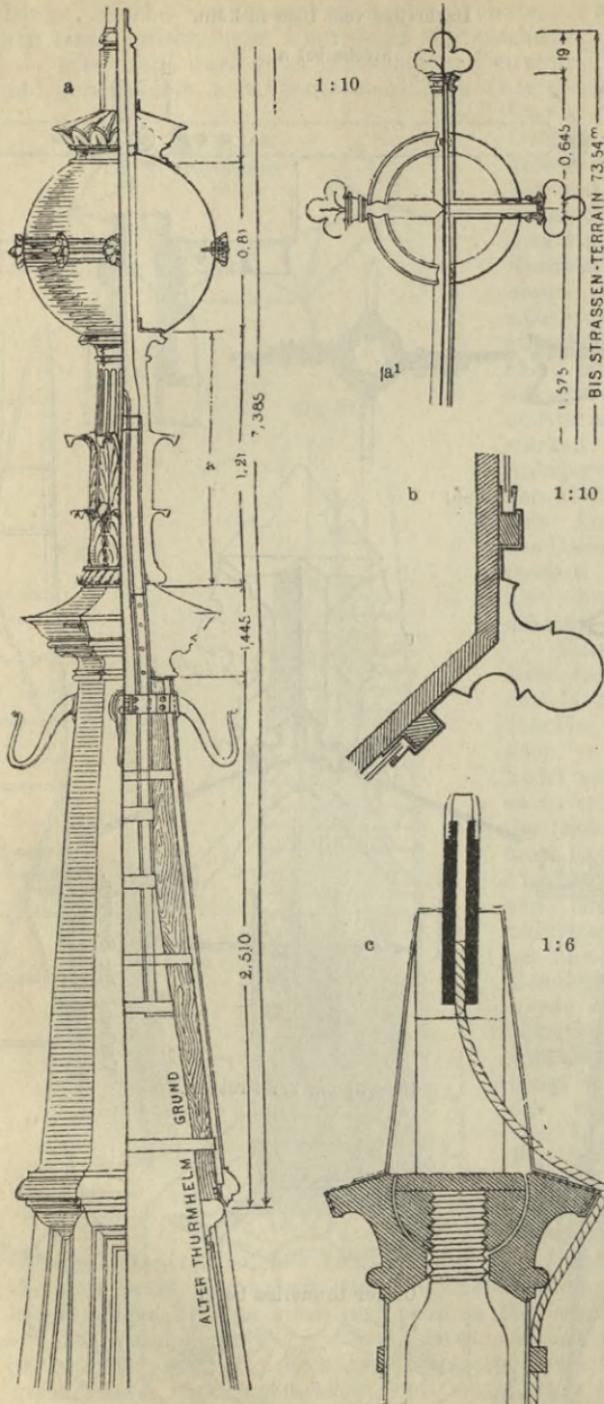
f. Aufbringen, Befestigung, Nothgerüste.

Die Schwierigkeiten, welche bei nachträglichem Aufbringen schwerer Massen entstehen, die dadurch nothwendig werdenden theuren Gerüste, welche unter Umständen für den eigentlichen Thurmbau entbehrlich, lediglich zum Aufsetzen der Spitze — von unten auf — errichtet werden müssen, sucht man nach Thunlichkeit zu umgehen. Bei gemauerten Helmen erreicht man dies dadurch, dass die Stange — mit oder ohne Ziertheile — zeitig hoch gebracht, mit aufwärts gehender Mauerarbeit weiter gehoben und nach der Vollendung jener auf ihren Sitz herabgelassen wird, worauf alsdann das Pendelgewicht angehängt wird. Zu solchem Zweck kann der Pendelknauf (c Fig. 850 und 854) als Stelling (mit 3 durchgebohrten Stellschrauben) gestaltet werden.

Zuweilen werden dann die Ziertheile, Wetterfahnen usw. in einzelnen leichteren Stücken — sonst aber fertig (vergoldet usw.) — von oben aus auf die Stange geschoben, was sich von einfachen, ausgehängten Leitern aus bewältigen lässt. Dies ist z. B. auch bei den mitgetheilten Wetterfahnen geschehen. Zu gleichen Zwecken, wie auch um etwaige Unterhaltungsarbeiten zu ermöglichen, müssen in grösster Höhe, dicht am Knauf, weit auskragende Leiterhaken angebracht werden, welche z. B. bei den in Fig. 497 a und b S. 199 und Fig. 851 dargestellten Helmen fehlen, während sie bei dem weiterhin dargestellten gezimmerten Helme ersichtlich sind.

Der Helm der Jerusalemskirche in Berlin, Fig. 857, im Jahre 1838 erbaut, hat 1879 eine Neueindeckung und seine gegenwärtige Bekrönung erhalten. Um die etwas verbogenen Grate zu verdecken, wurden diese mit gezogenen Zinkleisten, Fig. 857 b, verkleidet, und der hölzerne, mit eingebohrtem, 5 cm starken \square Eisen versehene Kaiserstiel durch Aufschieblinge in die entsprechende Form gebracht, nachdem mittels Flacheisengerippe die Kreuzstange daran befestigt war. Der Unterknauf besteht aus Zinkblech, der Hals aus Gusszink; der Knopf von 90 cm Durchm. aus 1,5 mm starkem Kupfer ist feuer-vergoldet. Derselbe hat schon sehr an Glanz verloren; er ward aus zwei Hälften gefertigt, von welchen die untere mit einem Ringe aus Eisenblech 1×5 cm stark, versteift ist. Die Verschraubung beider Hälften bilden die Blütenkelche. Innerhalb des Knopfes sind in verlötheten Blechkapseln einige Schriftstücke niedergelegt; es bedarf also der Abnahme des Kreuzes usw. oder Zerstörung des Knopfes, um dazu gelangen zu können. Die äussere Kreuzform ist aus Kupfer getrieben; die Kreuzarme sind nachträglich übergeschoben, an den Enden zusammengeschrubt (Fig. 855c), verlöthet und es ist das Ganze dann mit Blattgold überzogen.

Fig. 857 a-c.

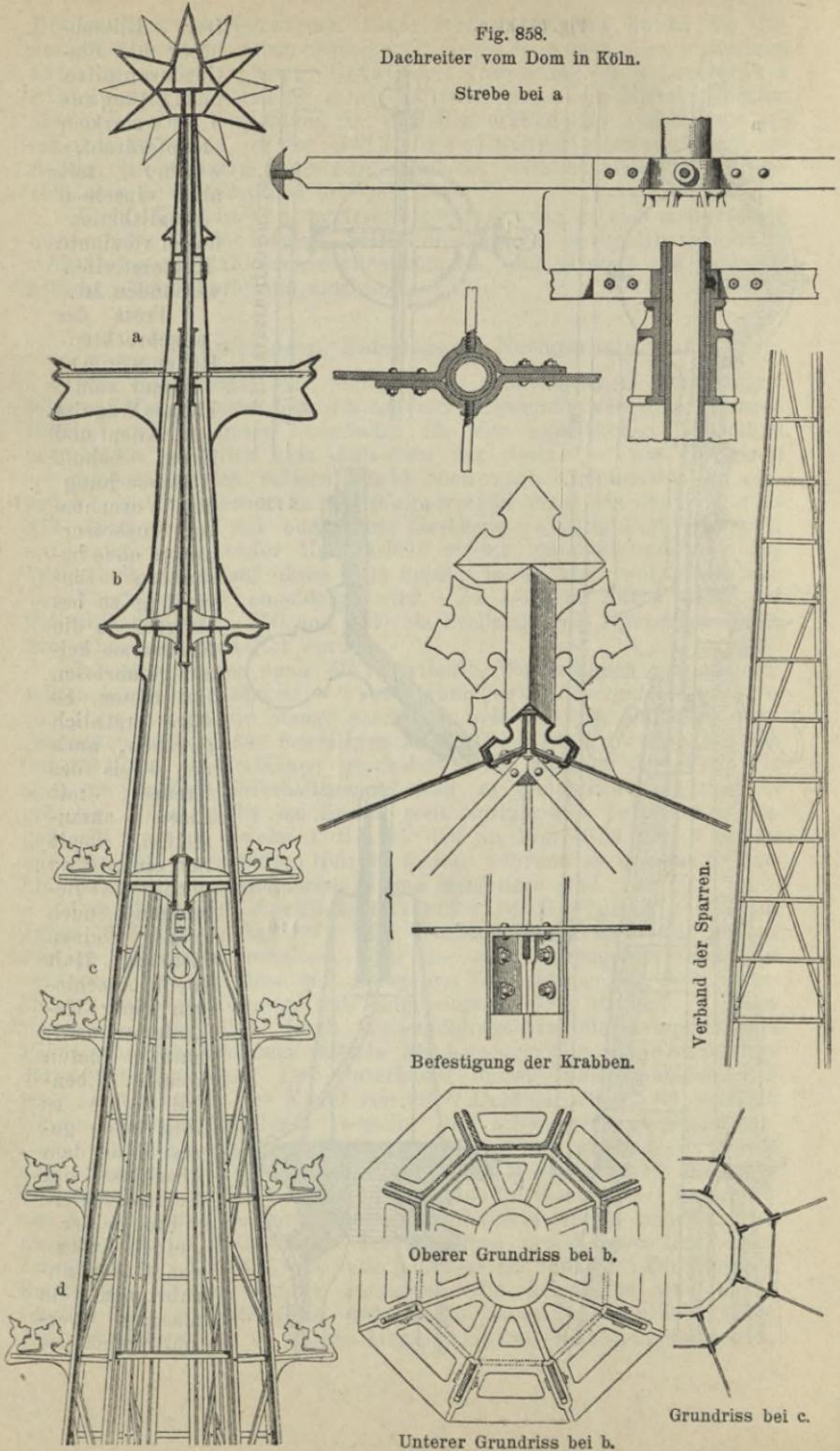


Der Blitzableiter hat Platinröhrenspitze und Leitung aus 8 mm starkem Kupferdraht, welcher mit allen einzelnen Metalltheilen durch verzinnete Kupferstreifen verbunden ist.

Trotz der angebrachten Haken würde es immer kein kleines Wagniss sein, Knopf und Kreuz behufs Untersuchung und Vornahme von Ausbesserungen ohne besondere Einrichtung zu besteigen, da die Kreuzarme keinen gefahrlosen Halt bieten. Es wäre rätlich gewesen, auch den Kreis des Kreuzes mit Eisen auszustifen, damit bei einer etwa nöthigen Besteigung auch dieses einen sicheren Halt (beim Anschlagen einer Hakenleiter usw.) hätte bieten können. Ebenfalls wäre es vorsichtig gewesen, an dem Abschluss der Schieferbekleidungsfelder einen Kranz von Haken anzubringen, da alsdann verhältnissmäss

Fig. 858.
Dachreiter vom Dom in Köln.

Strebe bei a



leicht ein sogen. Halsgerüst aufstellbar gewesen wäre; es sind das Dinge, welche nur übersehen werden konnten, weil die Ausführung von einer vollständigen Umrüstung aus geschah.

Gleichfalls ward unter vollständiger Umrüstung lediglich in Eisen und getriebenem bezw. gegossenem Zink (letzteres für Ziertheile) der



Fig. 859.
Grundriss
bei d.

Fig. 861.

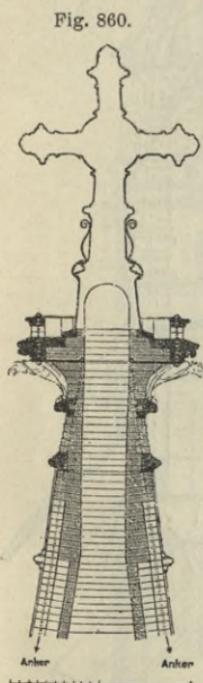
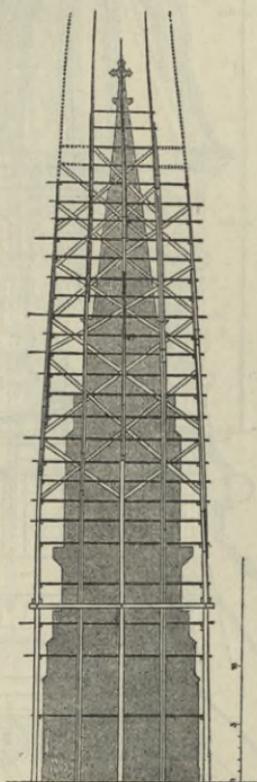


Fig. 860.



Dachreiter des Kölner Domes ausgeführt, von dessen Spitze in den Fig. 858 und 859 einige Einzelheiten dargestellt sind. Die sehr starken Stützseisen der Krabben und der Kreuzblume ermöglichen hier sehr wohl die Anbringung eines Schwebegerüsts, welche indess wegen der äusserst sorgfältigen Arbeit und der bedeutenden Metallstärken — die auch die Anbringung einer besonderen Blitzableitung (ausser dem Anschluss am Fusse des Dachreiters) überflüssig machen — in absehbarer Zeit nicht nöthig sein möchte.

Eine weit gehende Vorsicht hat Orth beim Bau der Dankeskirche in Berlin walten lassen, indem er die Helmspitze hohl aufmauern liess und es so ermöglichte, im Fuss des (aus Kupfer hergestellten) Kreuzes auszutreten, Fig. 860. Durch Einmauern von treppenförmig angeordneten L-Eisen, welche am Ende aufgebogen, mit Handlehne verbunden sind, würde aber mit geringen Mehrkosten den grossen Umständlichkeiten vorgebeugt worden sein, welche das zeitweise Einbringen von Leitern erfordert. — Fig. 861 zeigt das Stangengerüst, welches zum Aufmauern des Helmes benutzt ward. Ob bei ähnlichen

Gelegenheiten ein solches beim Mauern über Hand zu ersparen vortheilhaft wäre, kann nur eine Gegenüberstellung der Kosten-Vorberechnungen für den einen und anderen Fall ergeben.

Zur Vermeidung der grossen Kosten, welche die Ausführung und der Abbruch von Umrüstungen erfordert, sowie der Unglücksfälle, welche dabei vorkommen, sucht man immer mehr zu Aufbausystemen

überzugehen, welche dem vorbeugen. In verhältnissmässig einfacher Weise ist dies bei durchbrochenen Laternen möglich:

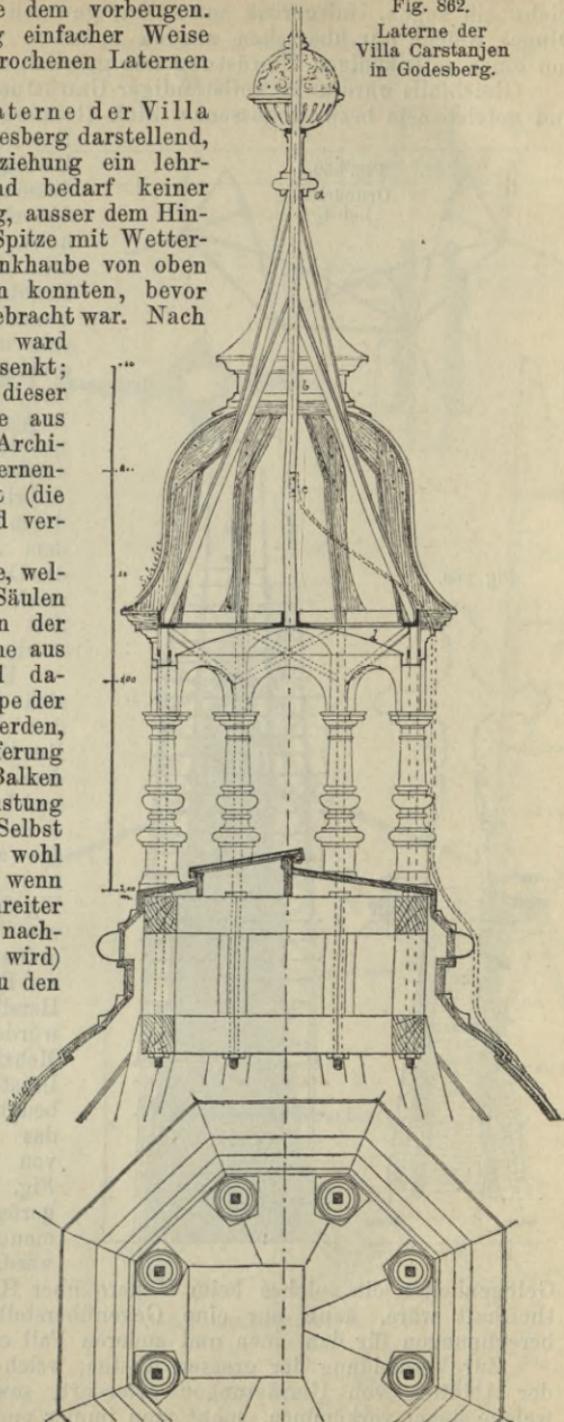
Fig. 862, die Laterne der Villa Carstanjen in Godesberg darstellend, bietet in dieser Beziehung ein lehrreiches Beispiel und bedarf keiner weitem Beschreibung, ausser dem Hinweis, dass hier die Spitze mit Wetterfahne, sowie die Zinkhaube von oben aufgeschoben werden konnten, bevor die Verschalung aufgebracht war. Nach der Beschieferung ward dann die Haube gesenkt; erst nach Vollendung dieser Arbeiten wurden die aus Zink getriebenen Architekturtheile des Laternenaufbaues angebracht (die Säulen gehälftet) und verlöthet.

Die □ Eisenstäbe, welche den Kern der Säulen bilden, konnten von der Plattform der Laterne aus durchgeschoben und darüber das Eisengerippe der Haube verbunden werden, während zur Beschieferung nur ausgekragte Balken mit einfacher Bockrüstung erforderlich waren. Selbst letztere hätte sich wohl vermeiden lassen, wenn (wie bei dem Dachreiter in Hildesheim, der nachfolgend beschrieben wird) die Eckstützen bis zu den

Querverbindungen abgesenkt, die Beschieferung also in Höhe der Plattform stehend vorgenommen wäre und das Ganze alsdann hoch gehoben und die Keile über den hölzernen Holmen des Kuppelhalses erst dann eingeschoben worden wären.

Der Dachreiter des Rathhauses in Hildesheim ward voll-

Fig. 862.
Laterne der
Villa Carstanjen
in Godesberg.



ständig mit aller Verkleidung unter Dach hergestellt, wobei der Fuss

Fig. 863.

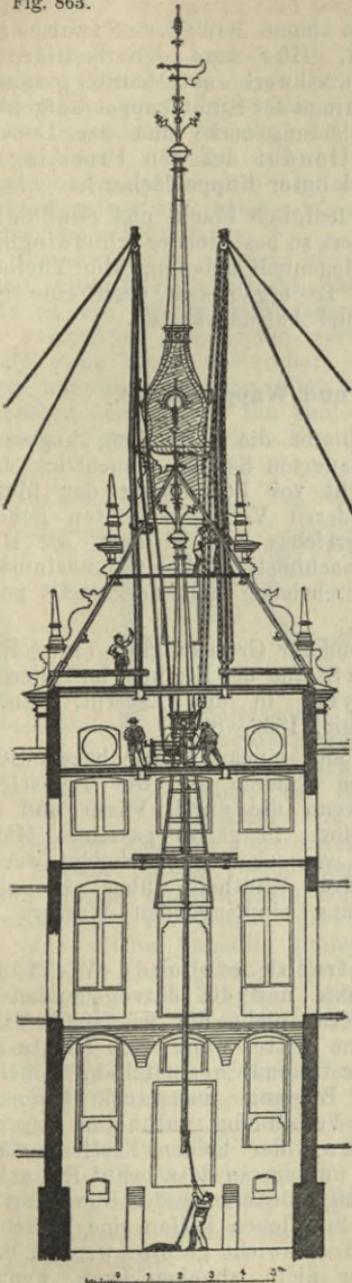


Fig. 864.

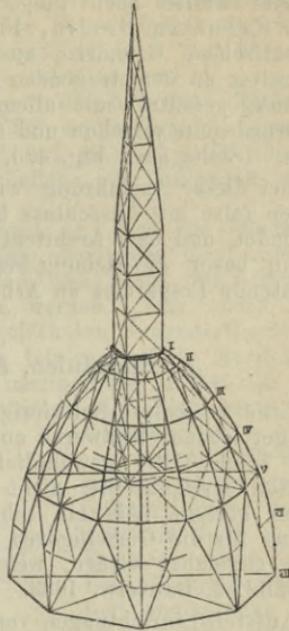
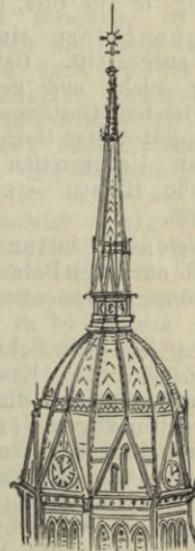


Fig. 864 a.



an den Pfetten aufgehängt war (welche demnach den Dachreiter tragen

müssen) und durch Windezüge, die am Fuss des Kaiserstiels angriffen in seine Lage gehoben ward, wobei der Kaiserstiel zur Geradhaltung diente, Fig. 863.

Viel weiter noch ging Otzen beim Bau der Kirche zum Heil. Kreuz in Berlin, Fig. 864. Hier ward der 8seitige, mit quadratischem Grundriss aus Eisenfachwerk aufgebaute gesammte Dachreiter an dem tragenden Druckringe der Schutzkuppel aufgehängt (vorläufig gestützt) mit allem Verkleidungswerke und der Deckung in Formziegeln versehen und so vollendet auf den Druckring gehoben. (Siehe auch Fig. 495, S. 624 unter Kuppeldächer.)

Bei dieser Ausführung wurden lediglich Flach- und gewöhnliche L-Eisen (also mit Ausschluss besonders zu bestellender schiefwinkliger) verwendet und dem Architekten Gelegenheit geboten, alle Theile zu prüfen, bevor die Hebung begann. Es ergab sich auch eine ganz bedeutende Ersparnis an Arbeits- und Aufsichtskosten.

g. Bildsäulen, Adler und Wappenthier.

Eine besondere Schwierigkeit bietet die Aufstellung gegossener oder getriebener Bildwerke auf gemauerten Säulen, namentlich dann, wenn solche (wie gewöhnlich) nicht vor Beendigung der übrigen Arbeiten fertiggestellt, nicht mit deren Vorwärtsschreiten gehoben werden können. Als ein sehr lehrreiches Beispiel kann die Heberüstung für die Giebelfiguren des Joachimsthal'schen Gymnasiums bei Berlin angeführt werden, welche beschrieben und dargestellt ist im Centralbl. d. Bauverw. 1883.

Aufstell-Einrichtungen von besonderer Grossartigkeit (120 t Eisen für 80 t Kupferhülle) erforderten die Statue der Freiheit im Hafen von Newyork, worüber zu vergl. Seyrig in den Excerpt. Min. of Proceedings of the Inst. of Civ. Engin. 1886—87.

Wappenthier sind meist mit einem Eisen- bzw. Stahlgerippe ausgesteift. Bei sitzenden Thieren ist die Befestigung durchweg leicht und genügend, wenn die durch Füsse und Sitz heraustretenden Gestänge der Gerippe in genau passende Hülsen der Deckplatte (des Gesimses usw.) von oben eingeschoben werden, wobei ein Uebergreifen der bezügl. Bildtheile über die etwas vorstehende Hülsen — zur Abhaltung eindringenden Wassers vorzusehen ist.

Fliegende Adler und aufrecht stehende Vierfüsser bieten oft nur zwei Befestigungspunkte und die durchgehenden Gestänge können (namentlich bei Adlern) nicht die genügende Stärke erhalten; alsdann ist es nöthig, eine dritte, wenn auch leichte Zugverbindung (aus dem Schweiß hervor tretend) herzustellen, wobei die beiden Zapfen der Krallen auf Biegung inanspruch genommen werden müssen. Ist diese dritte Verbindung unthunlich so muss zur schraubenartigen Verschränkung der beiden Krallengestänge, bzw. deren Einsatzhülsen gegriffen werden, so dass behuf Einsenkung der Adler usw. eine schraubenartig niedergehende Bewegung erforderlich ist. Natürlich muss, da in solchen Fällen eine Verschraubung unwirksam wäre, für genügendes Gewicht gesorgt werden, damit auch ein stärkerer Wind den Adler nicht abheben kann, wenn es unmöglich ist, durch verdeckt liegende Anker- oder Pendelstangen ausreichende Belastung zu erzielen.

h. Flaggenmaste.

Die geringe Dauerhaftigkeit von hölzernen Flaggenmasten, welche allem Wetter ausgesetzt sind und weder häufig noch gründlich untersucht bzw. unterhalten werden können, sowie die dadurch oft verursachten Unfälle, namentlich auch die Schwierigkeit der zweckmässigen Blitzableiteranlage hat dazu geführt, dass fast ausnahmsweise solche aus Schmiedeisenrohr hergestellt werden.

Selten werden dieselben auf durchgehenden hölzernen Stielen des Dachverbandes (ähnlich wie bei Fig. 855) aufgeschraubt bzw. mit Bügeln befestigt, sondern in der Regel auf eine Schwelle über der Dachbalkenlage aufgesetzt und mit Schellen- oder Halseisen an der bezgl. Pfette befestigt.

Das Aufstellen erfolgt in der Regel so, dass die eigentliche Arbeit unter Dach geschieht, indem das obere, den Kopf tragende Ende in ein weiteres Rohr eingeschoben und beide mit Schrauben mit versenkten Rundköpfen verbunden werden. Das obere Stück erhält dann einen — vorher — angelötheten kragenartigen oder warm aufgezogenen Ring, Fig. 865; in letzterem Falle werden die Schrauben überflüssig. Ein ähnlicher Fussring wie in Fig. 855 bei e dargestellt, gestattet dann das Unterschieben der Blei- bzw. Zink-Dichtstreifen.

Fig. 865.

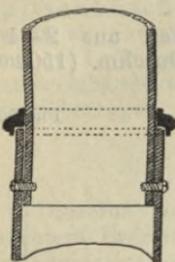


Fig. 866.



Anstelle der früher gewöhnlich verwendeten Schnur-Rollen werden zweckmässiger Weise bronzene bzw. emailirte Eisenringe (Schlaufen) angewendet. Die Flaggenleine wird als endlose Schnur gestaltet und an den Heftpunkten der Flagge mit eingewirnten Schleifen versehen, in welchen mittels Karabinerhaken die Flagge angehängt wird; die Schnur wird dann an der unteren Schlaufe mit einer „Schleife“ durchgezogen.

Für den Fall des Reissens der Leine, Erneuerung des Anstrichs usw. werden leichte Dachdecker-Leitern mit Seilschlaufen an der oberen Sprosse um den Mast angeschlungen und so hoch geschoben. Zweckmässiger ist jedoch, dass der Arbeiter unter den Achseln sich eine solche Schlaufe umlegt und alsdann Steigeschellen, Fig. 866, am Mast befestigt, deren Flügelschraube gegen Herausfallen gesichert, in einem Langloch sich verschieben kann, um die Schelle auch bei weiteren und engeren Durchmesser leicht verwenden zu können.

Die Schenkel der Schellen sollen mindestens 10—12 cm lang und mit abgerundeten aufgebogenen Enden versehen sein, um Abgleiten zu verhindern. Man rechnet um 1 m hoch zu steigen, 2 solcher Schellen. Da dieselben schon beim Aufrichten gute Dienste thun werden sie zweckmässig gleich mit beschafft und am unteren Ende (unter Dach) zu jederzeitigem Gebrauche aufbewahrt.

Blitzableiter werden am Fusse unter dem aufgeschobenen Fusskragen angebracht.

Ueber Schutz hölzerner Flaggenstangen gegen Bruch und über Befestigung der Flaggen vergl. Mittheilungen in der Deutsch. Bauzeitung 1886, S. 323 u. 623.

XIX. Blitzableiter.

Bearbeitet von W. Vogel, Ingenieur in Berlin.

Litteratur: Arago, über Gewitter; Weimar 1839. — Kuhn, Handbuch der angewandten Elektrizitätslehre; Leipzig. — Müller, Meteorologie; Braunschweig 1868. — Buchner, Konstruktion und Anlegung der Blitzableiter; Weimar 1876. — Holtz, Ueber Theorie usw. der Blitzableiter; Greifswald 1878. — Dr. A. Ritter v. Urbanitzky, Blitz- und Blitzschutz-Vorrichtungen; Wien 1885. — Dr. A. v. Waltenhofen, Ueber Blitzableiter; Braunschweig 1890. — Viele Aufsätze in Fachzeitschriften, namentlich in der „Elektrotechnischen Zeitschrift“.

Blitzableiter haben den Zweck, den heftigen elektrischen Entladungen während eines Gewitters, den Blitzen, einen gut leitenden Weg anzuweisen und dieselben so für Menschen und Gebäude unschädlich zu machen. In reichlicher Zahl angebracht, können Blitzableiter auch wohl grössere, stark gefährdete Gebiete schützen, oder doch auf weitere Umgebung die Gefahr erheblich abmildern. Man glaubt diese Wirkung dem fortwährenden Ausgleich von Erd- und Luftpotezialität durch Spitzenstrahlung zuschreiben zu sollen.

Der Blitzableiter besteht aus einer ununterbrochenen metallischen Leitung, welche die höchst gelegenen Punkte des Gebäudes mit dem feuchten Erdreich verbindet.

Man unterscheidet an einer Blitzableiteranlage drei Haupttheile: 1. die Auffangstange, 2. die Luftleitung und 3. die Erdleitung.

a. Die Auffangstange.

Die Auffangstange wird am zweckmässigsten aus 2—4 m langen verzinkten Rundeisenstäben von etwa 14 mm Durchm. (150 qmm Querschnitt) hergestellt, auf welcher sich eine etwa 40 cm lange und 15 mm dicke aufgeschraubte Kupferspitze befindet, Fig. 867.

Verlöthung der Kupferspitze mit der Eisenstange ist zu widerrathen, da das Eisen unter der Löthstelle wegrostet. Es ist vielmehr zu empfehlen, die Kupferspitze gegen Oxydation zu schützen, was am einfachsten durch Vergoldung geschieht. Häufig findet man auch eine aufgeschraubte Silberpitze oder einen aufgelötheten Platinmantel; der letztere ist am wenigsten zu empfehlen. — Dagegen haben sich Spitzen mit eingelöthetem zugeschärftem Platinzylinder, wie solche auf den Bauten der preussischen Ministerien des Krieges und des Kultus zur Ausführung kommen, Fig. 853 a und 857 c, wohl bewährt. Unbedingt nöthig ist es nicht, die kupferne Fangspitze besonders zu verkleiden; es genügt sogar schon eine in eine Spitze auslaufende Eisenstange, die verzinkt, vernickelt oder im Feuer vergoldet ist. Es ist überhaupt bei einer Blitzableiteranlage die grösste Sorgfalt mehr auf die tadellose Gesamtanordnung als auf die Ausstattung der Fangspitze zu verwenden.

Als Raum, der durch eine Auffangspitze geschützt ist, rechnet man einen geraden Kegel, dessen Spitze mit der der Auffangspitze

Fig. 868.

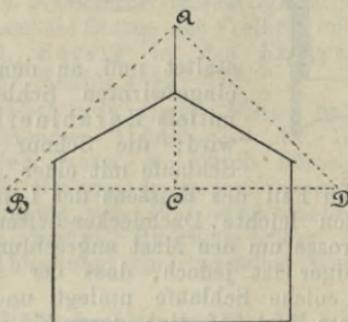
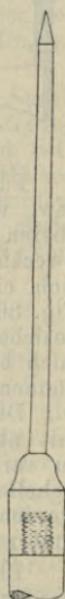


Fig. 867.



zusammen fällt. Man spricht von einem einfachen, doppelten usw. Schutzraum, je nachdem der Halbmesser des Kegelgrundkreises BC , Fig. 868, gleich der einfachen, doppelten usw. Höhe AC ist.

Ueber die Anbringung von Auffangstangen ist vom Elektrotechnischen Verein zu Berlin vorgeschlagen: Es sollen:

a) die höchstgelegenen Ecken eines Gebäudes im einfachen bis $1\frac{1}{2}$ fachen, die tiefer gelegenen im $2\frac{1}{2}$ fachen,

b) die höchsten Kanten im 2fachen, die tiefer gelegenen im 3fachen,

c) alle Punkte der höchsten Dachflächen im 3fachen, oder, wenn solche durch Luftleitung gedeckt sind, im 4fachen Schutzraum einer Auffangstange liegen,

d) alle kleineren vorspringenden Theile eines Gebäudes in den einfachen Schutzraum einer Auffangstange fallen.

Eine grössere Anzahl kleinerer Auffangstangen ist einer kleineren Anzahl grösserer vorzuziehen. Eiserne Schornsteine, Wetterfahnen oder Fahnenstangen bedürfen keiner besonderen Fangspitzen, sofern dieselben eine wirklich ununterbrochene Leitung von genügendem Querschnitt bilden; es genügt alsdann dieselben an die Luftleitung anzuschliessen.

Bei Gebäuden, die einen ganz besonderen Schutz erfordern, z. B. Pulverschuppen, verwendet man anstelle der Franklin'schen Auffangstangen, nach Melsen's Angabe, niedrige aber sehr zahlreiche Spitzenbüschel, welche in vielen dünneren Strängen und an allen Seiten eines Gebäudes zur Erde abgeleitet und unter sich durch besondere Leitungen, am besten Stacheldrähte, verbunden werden. Das ganze Gebäude wird gewissermaassen mit einem weitmaschigen Drahtnetz überzogen.

b. Luftleitung.

Dieselbe soll die Auffangstange auf dem kürzesten Wege mit feuchtem Erdreich verbinden. Sie wird am unteren Ende einer jeden Auffangstange mittels eines sogen. Halsbandes oder einer Schelle befestigt; die Verbindungsstelle wird gegen Regen mit einem Trichter (aufgelötheten Kragen) aus Zinkblech überdacht. Als Material für Luftleitungen verwendet man verzinktes Eisen: Rundeisen oder Drahtseil, dessen einzelne Drähte mindestens 2 mm stark sind, mit einem Leitungsquerschnitt von etwa 150 qmm oder Kupferseil von 35 qmm . Das Drahtseil ist besonders wegen seiner Geschmeidigkeit und mit Rücksicht auf die Ausdehnung durch Temperatur-Änderungen vorzuziehen.

Bänder aus Kupfer oder Eisen sind nicht zu empfehlen. Messing soll in keinem Theile der Leitung verwendet werden, weil es den atmosphärischen Einflüssen gegenüber oft wenig widerstandsfähig ist.

Die Leitung wird auf dem Dache und an der Wand in einem Abstände von etwa 20 cm entlang geführt und alle $2\text{--}3\text{ m}$ durch gabelförmige Bolzen, Fig. 869, gestützt, oder in eisernen Klammern, Fig. 870, fest gespannt. Es dürfen weder die Stützen vom Gebäude, noch die Leitungen von den Stützen isolirt werden. Es empfiehlt sich letztere mit Blei auszufüttern, damit die Leitung bei den Dehnungen durch Temperatur-Änderung nicht verletzt wird. Scharfe Knicke in der Leitung sind zu vermeiden, vor allem jede nach unten oder oben gerichtete wellenförmige Biegung, Fig. 871 a—c.

Nach Möglichkeit soll die Leitung aus einem einzigen Stück bestehen; ist Zusammensetzung nicht zu vermeiden so muss für eine

gute Verbindung der einzelnen Enden gesorgt werden. Es werden die Verbindungsstellen, Fig. 872, 873 und 874, entweder mit einem Draht umwunden, oder, bei Seilen, in einander verflochten und dann sorgfältig verlöthet. Die Löthstellen sollen die Länge von etwa 20 cm haben, müssen von dem angewendeten Löthmittel gut gereinigt und gegen Oxydation und Feuchtigkeit durch Anstrich geschützt werden.

Fig. 869.

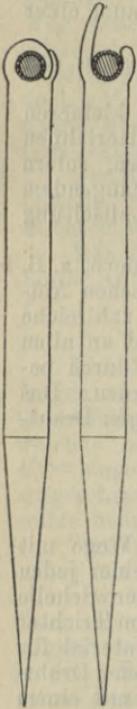


Fig. 870.

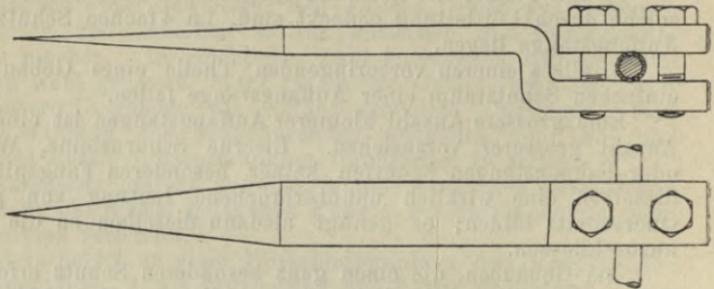


Fig. 871.

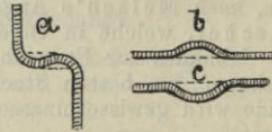


Fig. 872.

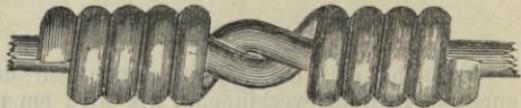


Fig. 873.

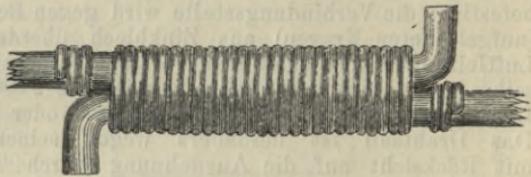


Fig. 874.



Befinden sich mehrere Auffangstangen auf einem Gebäude so sind dieselben unter sich durch Leitungen zu verbinden; auf je 3 Auffangstangen rechnet man 1 Ableitung zur Erde.

Alle in der Nähe eines Blitzableiters befindlichen Metallmassen, wie Metaldächer, Rinnen, Blechbekleidungen usw., ausserdem alle Schornstein-Ausmündungen müssen an ihren, dem Blitzableiter zunächst gelegenen Theilen mit demselben leitend verbunden werden.

Etwas näher ist auf den Anschluss der Gas- und Wasserleitungen einzugehen. Diese Leitungen sollen unbedingt an den Blitzableiter angeschlossen werden, sind aber nicht als Ersatz der Ableitung oder als Erdleitung zu betrachten. Der Blitzableiter muss vielmehr mit einer an und für sich schon ausreichenden Luftleitung und Erdleitung versehen sein. Grössere Eisenmassen, als Säulen, Balken, Feuerungen usw., namentlich aber die häuslichen Gas- und Wasserleitungen sollen ein mal in ihrem höchst gelegenen Theil an der höher liegenden Luftleitung, ein zweites mal am Fuss, bezügl. an der Einführungsstelle der Leitungen in die Gebäude, möglichst nahe dem Strassennetz, mit dem Blitzableiter verbunden werden. Sind mehre Rohrsysteme vorhanden, so muss jedes einzelne derselben einen ebensolchen Anschluss erhalten. Es müssen stets alle die Rücksichten beobachtet werden, welche die Bildung eines elektrischen Feldes innerhalb der Gebäude und zwischen guten Leitern unmöglich machen. Die zwischen den Anschlussstellen liegende Rohrleitung muss aus guss- oder schmiedeisernen Rohren bestehen, welche mindestens 13 mm lichten Durchmesser haben; Bleirohre sind zur Verbindung mit Blitzableitern nicht geeignet. Gas- und Wasserleitungen sollten mit Rücksicht hierauf ausgeführt werden. Zwischen Eingangs- und Ausgangsrohr eines jeden Gas- und Wassermessers, welcher in die Hausleitung eingeschaltet ist, muss zur Umgehung dieser Apparate eine eiserne oder kupferne Ueberbrückung von einem, dem Blitzableiter mindestens gleichkommendem Querschnitte hergestellt werden. Dasselbe muss auch bei allen Rohrverbindungen geschehen, deren Leitungsfähigkeit Zweifeln unterliegt, z. B. Flanschenverbindungen mit Filz- oder Lederdichtungen usw. Auch bei

Fig. 875.

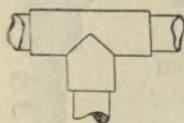
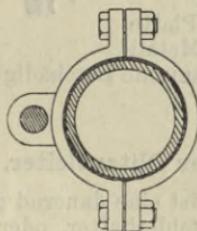


Fig. 876.



hoch gepropften Eisensäulen ist gleiche Vorsicht zu beobachten, wenn Bleiplatten so eingefügt sind, dass eine ausreichende Leitung nicht mehr zu erwarten ist.

Der Anschluss der Blitzableiter an schmiedeiserne Rohrleitungen geschieht mittels einer genügend breiten, mit dem Rohre verlötheten Schelle, an welcher die Verbindungsleitung mit dem Blitzableiter ebenfalls verlöthet ist, oder durch Einfügen eines Zwischenstückes, etwa eines \perp Stückes, an dessen seitlichen Stutzen ein mit der Leitung vom Blitzableiter verlötheter Stöpsel eingeschraubt ist, Fig. 875. Für die Verbindung mit gusseisernen Rohren wird eine umschliessende Schelle mit weichem metallischen Zwischenlager, von einer mindestens 100 cm^2 grossen Berührungsfläche am zweckmässigsten sein, Fig. 876. Die Berührungsstelle muss durch Schaben, Feilen oder Schmirgeln, aber keineswegs durch Meisseln, metallisch blank hergestellt sein.

c. Die Erdleitung.

Die Erdleitung wird von derselben Stärke wie die Luftleitung entweder aus verzinktem Eisen oder verzinnem Kupfer hergestellt. Um spätere Untersuchungen des Blitzableiters zu erleichtern wird zwischen Luftleitung und Erdleitung über Bodengleiche eine lösbare Verbindung hergestellt, z. B. durch Verschraubung der Enden mittels

einer Klemme, wie sie in Fig. 877 und 878 dargestellt sind. Die Erdleitung soll, wenn irgend möglich, bis ins Grundwasser oder zu einem in der Nähe befindlichen Fluss, See oder Brunnen geführt werden, wo dieselbe in Platten, Rohren oder Drahtnetzen von 1 qm — einseitiger — Oberfläche endigt. Eiserne Platten sind 5 mm stark, kupferne 2 mm stark zu nehmen. Die Ableitung in das Wasser eines gemauerten Beckens ist unstatthaft. Ist in der Nähe kein Wasser zu erreichen so muss die Erdleitung in einem feuchten Erdreich in mehre Zweige, mit je einer Erdplatte von wenigstens 2 qm (einseitig gemessen) Oberfläche auslaufen, welche unter sich durch Querleitungen zu verbinden sind. Wenn auch das nicht erreichbar ist, wie z. B. auf Bergspitzen und an Gehängen, muss künstlich eine grössere Erdleitung geschaffen werden, wie die z. B. beim Kaiserpalast in Goslar geschehen ist: Dort hat man tiefe Gräben aufgeworfen, in welche alle Niederschläge abgeleitet werden; das Bett ist mit Mergelschiefer ausgekleidet und es sind die Gräben mit zerleinertem Koks ausgefüllt, in welchem in grosser Ausdehnung die Erdleitung (Drähte) sich verzweigt. Die Gräben sind dann mit Mergel und Rasen überdeckt worden, um die Verdunstung der Erdfeuchtigkeit möglichst zu beschränken. — Die Anzahl der Erdplatten wird sich nach der Gefährdung des zu schützenden Gegenstandes richten.

Luftleitung, Erdleitung und Platte sollen aus einem und demselben Metall bestehen, und müssen gegen mechanische Beschädigungen vollständig sicher gestellt werden.

Fig. 877.

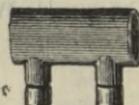
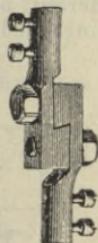


Fig. 878.



d. Prüfung der Blitzableiter.

Für eine Blitzableiter-Anlage ist eine dauernd gute Instandhaltung von höchster Wichtigkeit, da ein fehlerhafter, oder gar unterbrochener Blitzableiter anstatt des Schutzes eine hohe Gefährdung mit sich bringt. Eine sorgfältige Prüfung der Anlage sollte man deshalb mindestens in jedem Frühjahr von einem Fachmann vornehmen lassen. Es ist hierbei nicht nur der gute Zustand und die Leitungsfähigkeit der einzelnen Theile und Verbindungsstellen zu untersuchen, sondern auch zu beachten, ob nicht durch vorgenommene bauliche Veränderungen irgendwelche Aenderung oder Ergänzungen der Anlage nöthig geworden sind.

Die Luftleitung ist sorgfältig zu besichtigen, u. Umst. unter Zuhilfenahme eines Fernrohres. Eine Feststellung des Widerstandes der Luftleitung ist von nur untergeordneter Bedeutung, da dieselbe, selbst wenn der Widerstand sehr klein gefunden wird, durchaus keine Sicherheit für den wirklichen Schutz eines Blitzableiters bietet. Besonders wichtig ist hingegen die Bestimmung des Widerstandes der Erdleitung.

Solche Messungen werden am sichersten mit einer Telephonbrücke und Wechselstrom vorgenommen. Eine Erdleitung von mehr als 20 Ohm Widerstand kann nicht mehr als ausreichend bezeichnet werden.

Zur elektrischen Prüfung der Luftleitung würde man dieselbe an der oben genannten Trennstelle von der Erdleitung lösen und zwischen Aufgangspitze und dem gelösten Ende eine besondere Leitung mit Batterie und Messinstrument herstellen. Es ist deshalb darauf zu

VI. Baumaterialien und Baukonstruktionen, nach ihren gesundheitlichen Eigenschaften behandelt.

Bearbeitet vom Professor F. W. Büsing,
Dozenten an der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg.

Einige von den Eigenschaften des Baugrundes der Baumaterialien und der Baukonstruktionen sind für die Gesundheit der Menschen, wenn diese ihren Einflüssen längere oder kürzere Zeit unterworfen sind, von mehr oder weniger weit gehender Bedeutung. Theils stehen diese Einflüsse seit lange erfahrungsmässig fest, theils werden sie von der hygienischen Wissenschaft aufgrund ihrer Forschungen erwiesen, bezw. als erwiesen oder als wahrscheinlich angenommen.

Im Nachstehenden soll der Zusammenhang jener Eigenschaften mit der menschlichen Gesundheit angegeben bezw. einer kurzen Betrachtung unterzogen werden. Auf Grund derselben erfolgt sodann eine Darlegung der Anforderungen, welche im gesundheitlichen Interesse an die hauptsächlichsten Baumaterialien und Baukonstruktionen zu stellen sind; speziell werden dabei aber nur die Zwecke des Hochbaues Berücksichtigung finden. Weitergehende Rücksichten — wie z. B. auf Festigkeit, Feuersicherheit, Form usw. — welche für die Beurtheilung der Materialien und Konstruktionen bestimmend sind, wurden hier ausgeschlossen oder doch nur so weit in die Besprechung einbezogen, als sie mit den die Gesundheitspflege berührenden Seiten in einem nahen Zusammenhange stehen.

I. Allgemeines über die gesundheitliche Bedeutung von Feuchtigkeit und Wärme.

Feuchtigkeit und Wärme sind in mehreren Richtungen von unmittelbarer Wirkung auf die Gesundheit.

Feuchtigkeit wirkt durch die Verdunstung abkühlend auf die Luft und dieselbe höher mit Wasserdampf beladend als den Athmungsorganen zuträglich oder angenehm ist. Feuchtigkeit erschwert auch die Reinhaltung des Hauses und erzeugt durch Beförderung von

Moder und Fäulniss üble Gerüche, welche Faktoren ihrerseits den allgemeinen Gesundheitszustand der Hausbewohner beeinflussen — disponirend auf die Entstehung von Krankheiten wirken. In unmittelbarer Weise kann Feuchtigkeit zur Entstehung und Ausbreitung von Infektionskrankheiten die Ursache werden, indem sie die Lebensbedingungen für pathogene Mikroben verbessert oder auch erst schafft; für die Existenz einiger pathogenen Mikrobenarten ist ein gewisser Grad von Feuchtigkeit unerlässliche Bedingung. Dasselbe gilt für die Entstehung und Ausbreitung des Hausschwamms in Gebäuden, über dessen direkte Gesundheitsschädlichkeit Verschiedenheiten der Ansichten bestehen, dessen indirekten Wirkungen aber eine sehr grosse Bedeutung beiwohnt.

Hinsichtlich der Bedeutung, welche die Wärme in mehrererlei Hinsicht für die menschliche Gesundheit besitzt, braucht an dieser Stelle nur an das durch Wärme zu beschaffende und zu erhaltende „künstliche Klima“ der Wohnungen erinnert zu werden, gleichzeitig aber noch daran, dass Wärme die Entstehung von Moder und Fäulniss begünstigt, sowie dass zwar die Temperatur-Grenzen, innerhalb deren Mikrobenleben existenzfähig ist, im allgemeinen weit auseinander liegen, dass aber diejenigen Grenzen, innerhalb deren Vermehrung der Mikroben stattfinden kann, meist enger zusammenrücken.

Es steht fest, dass das Zusammenwirken von Feuchtigkeit und Wärme dem Allgemeinbefinden der Menschen weniger zuträglich ist als die gemeinsame Wirkung von Trockenheit und Wärme, dass ausserdem die vereinigte Wirksamkeit von Feuchtigkeit und Wärme in ihrer Begünstigung von Fäulniss und Mikrobenleben spezifische Gefahren für die Gesundheit schafft, die bei gemeinsamer Wirkung von Trockenheit und Wärme nicht oder nicht in gleichem Umfange vorhanden sind.

Zwar ist die zur Erwärmung von 1 kg Wasser erforderliche Wassermenge (die spezifische Wärme) im Vergleich zu anderen Stoffen, beispielsweise 3,75 mal so hoch als diejenige der Luft — dafür aber die Fähigkeit des Wassers, Wärme fortzupflanzen, zu leiten, etwa 20 mal so gross als die von ruhender Luft. Den Oberflächen von mit Feuchtigkeit in Berührung befindlichen Gegenständen wird daher die Wärme $\frac{20}{3,75}$ d. h. mehr als 5 mal so rasch entzogen, als wenn die Berührung dieser Gegenstände mit Luft von gleicher Temperatur mit der des Wassers stattfände.

Da auch die ständig wirksame Verdunstung abkühlend wirkt, kann feuchter Baugrund und können feuchte Mauern oder Wände eines Gebäudes hiernach im allgemeinen auch als „kalt“ bezeichnet werden.

Unterschiede von Belang ergeben sich in der Wirkung von Wärme und Feuchtigkeit darnach, ob es sich um das natürliche (Aussen-) Klima, oder um das künstliche (Innen-)Klima unserer Wohnungen handelt. Gegen letzteres, namentlich gegen seine Schwankungen und Unterschiede, zeigt der Körper eine höhere Empfindlichkeit als gegen ersteres. Die Beschaffenheit des künstlichen Klimas unserer Wohnungen ist aber in hohem Maasse von der Beschaffenheit des Aussenklimas, des Bodenreliefs und des Baugrundes unter und in der unmittelbaren Umgebung unserer Wohnungen beeinflusst und bedingt.

II. Oberflächengestalt und Bodenbeschaffenheit in ihrem Verhalten gegen Feuchtigkeit und Wärme.

Vielfache Beobachtungen haben ergeben, dass die Bewohnerschaft von Häusern in Thalsenken, oder Kesseln, oder am Fusse von Hängen, auch in Flussthälern, in höherem Maasse für gewisse Krankheiten disponirt ist als die Bewohnerschaft von erhöht liegendem Gelände; entsprechend machen sich Unterschiede in den Sterblichkeitszahlen bemerkbar. Diese Erscheinungen werden in Zusammenhang mit der Boden- und Grundwasser-Beschaffenheit, wie mit dem Höhenstande des letzteren und seinen Schwankungen gebracht. Vollständige Klarheit über das Wie und den Umfang, in welchem jeder einzelne der genannten Faktoren wirkt, besteht bisher nicht. Es leidet aber keinen Zweifel, dass unreiner Boden und unreines Grundwasser die Krankheits- und Sterbe-Häufigkeiten erheblich vergrössern können. Boden und Grundwasser unter, und in der Umgebung von Gebäuden, auf relativ tief liegendem Gelände werden aber der Verunreinigung in stärkerem Maasse ausgesetzt sein, als der Boden in höheren Lagen, weil gegen den ersteren das an der Oberfläche zum Abfluss gelangende Wasser, gewöhnlich auch das Grundwasser sich hinbewegt; beide dabei in der Regel verunreinigende Stoffe mitführen werden, besonders dann, wenn in der erhöhten Lage menschliche Wohnstätten bestehen.

1. Grundwasser; Porenvolumen; Bodenfeuchtigkeit.

Das unterirdisch vorkommende Wasser wird geologisch als Quell- und Grundwasser unterschieden. Diese Unterscheidung ist aber nicht streng und daher nicht allgemein durchführbar; es kann vielmehr über die Zugehörigkeit zur einen oder anderen Gattung nur im einzelnen Falle entschieden werden. Ein einigermaassen fassbares Kennzeichen ist, dass man dasjenige Wasser, welches in Spalten und Schichten von Felsboden vorkommt, als Quellwasser und Wasser, welches die Poren von lockerem Boden ausfüllt, als Grundwasser bezeichnet.

Die Ansammlung von Grundwasser setzt immer das Vorhandensein einer undurchlässigen Schicht im Boden voraus. Wenn mehrere solcher Schichten mit Zwischenlagen von durchlässigem Boden vorhanden sind, so spricht man vom 1., 2., 3. Grundwasser, bezw. Grundwasser-Horizont. Haben die Schichten wagrechte Lage oder Beckenform, so ist ruhendes oder stillstehendes Grundwasser vorhanden; bei geneigter Lage der Schichten wird das Grundwasser fließen. Ruhendes Grundwasser unterscheidet sich vom fließenden dadurch, dass es nicht ausgewechselt wird, sondern infolge Zuführung von Sickerwasser, Verdunstung und Kapillarwirkung nur Hebungen und Senkungen seines Spiegels erfährt. Mit dem Wechsel des Spiegelstandes können grössere Veränderungen seiner Beschaffenheit verbunden sein, während die Beschaffenheit des fließenden Grundwassers weniger veränderlich sein wird.

Bei freier Spiegellage ist das Grundwasser druckfrei; dies wird immer der Fall sein beim obersten (1.) Grundwasser. Das Gleiche kann der Fall sein beim 2., 3. usw. Grundwasser; es setzt aber Parallelismus oder ungleich gerichtete Neigungen der undurchlässigen Schichten voraus, zwischen denen das Grundwasser sich fortbewegt. Wenn aber die obere der beiden undurchlässigen Schichten im gleichen Sinne stärker geneigt ist als die untere, so erleidet das Grundwasser am Fusse der Neigungen Druck, wird Aufstau erleiden und in einem

am unteren Ende eröffneten Ausgange einen höheren Spiegelstand einnehmen als in der Umgebung des Ausgangs. In diesem Falle entsteht ein artesischer Brunnen.

Die Grundwasser-Menge, die ein Boden enthält, ist übereinstimmend mit seinem Porenvolumen, welches bei den verschiedenen Bodenarten stark wechselt.

Die Speisung des Grundwassers erfolgt durch einsickerndes Tagewasser und durch Kondensation aus der Luft. Man beobachtet, dass im allgemeinen die Einsickerung nur in der oberen Erdschicht mit einer gewissen Schnelligkeit erfolgt, dagegen langsam mit tieferem Eindringen in den Boden; hier kann zeitweilig sogar Stillstand eintreten, wonach dann wieder eine raschere, und vielleicht plötzliche Abwärtsbewegung stattfindet. Die Ursachen dieser Erscheinung sind noch nicht völlig geklärt; man spricht bei solchem Wasser wohl von „hängendem“ Grundwasser.

Dass auf den Stand des Grundwassers, seine Eigenschaften usw. eine ganze Reihe von Faktoren Einfluss nimmt, braucht kaum besonders hervor gehoben zu werden. Unter den dauernd wirkenden Faktoren sind namentlich die Terraingestalt (Hang, oder Mulde, oder horizontale Ebene) die Lage zum Meridian, d. h. die Intensität der Sonnenbestrahlung, die Durchlässigkeit des Bodens und dessen mineralogische Besonderheiten hervor zu heben; von zeitweilig wirkenden Faktoren kommen die Jahreszeit und die Regenmenge, sowie deren zeitliche Vertheilung auf das Jahr inbetracht. In manchen Oertlichkeiten schliessen sich die Spiegelbewegungen des Grundwassers den Regenfällen und Trockenperioden zeitlich sehr eng an; in anderen ergeben sich mehr oder weniger lange Zwischenzeiten bis dies geschieht.

Zwischen solchen Wechseln und dem Gange der Erkrankungen und Todesfälle an gewissen Krankheiten hat man, in Nachfolge Pettenkofer's, der auf diese Beziehungen in der Mitte der 50er Jahre zuerst aufmerksam machte, einen gesetzmässigen Zusammenhang herzustellen gesucht, im allgemeinen auch mit Erfolg, wengleich bei dem Insspieltreten zahlreicher anderer Faktoren das Bild kaum scharf sein kann.

Was feststeht, ist, dass gewisse Bodenarten einen grösseren Einfluss auf die gesundheitlichen Verhältnisse der Bewohner nehmen als andere, vorzugsweise wohl, weil sie dem Eindringen von Verunreinigungen leichter zugänglich sind. Im allgemeinen gilt, dass der aus Alluvionen hervorgegangene Boden — (Kies, Sand, Lehm, sandiger Lehm, Humus und mit Pflanzenresten untermischter Boden usw.) am leichtesten die grössten Mengen von Verunreinigungen aufnimmt, weil sein Porenvolumen gross ist. Je mehr gemischt die Bodenpartikel aller Grössen vorkommen, je kleiner ist das Porenvolumen und umgekehrt.

Im gegebenen Falle ist dasselbe dadurch leicht zu ermitteln, dass zu einer bestimmten Bodenmenge so viel Wasser zugeschüttet wird, als in den Poren derselben Aufnahme findet.

Beim natürlichen, durch Verwitterung entstandenen Boden beträgt das Porenvolumen etwa 30⁰/₀; bei Sand ist es 3—12⁰/₀ grösser. Genauer beträgt, nach Angaben von Flügge, Schwarz, Renk und Anderen das Porenvolumen:

| | |
|--------------------------------------|---|
| von Kies | 38,3—40,1 ⁰ / ₀ , |
| desgl. mit Korn unter 7 mm | 36,7 ⁰ / ₀ , |
| desgl. mit Korn unter 4 mm | 36 ⁰ / ₀ , |
| desgl. mit Korn unter 2 mm | 36 ⁰ / ₀ , |

| | |
|---|--------------------------|
| von Sand | 35,6—40,8 ^{0/0} |
| „ Lehm | 36,2—42,5 ^{0/0} |
| „ Gemenge aus gleichen Theilen Kies und Sand . . | 23,1—28,8 ^{0/0} |
| „ Grobsand | 39,4 ^{0/0} |
| „ Lehmboden, ohne Antheile von organischen Stoffen | 45,1 ^{0/0} |
| „ Thonboden, mit Antheilen von solchen | 52,7 ^{0/0} |
| „ Moorboden bestehend zu 82 ^{0/0} aus organischen Stoffen | 84 ^{0/0} |
| „ humusarmem feinkörnigen sandig lehmigen Boden . | 55,3 ^{0/0} |
| „ humosem kalkigen Lehm-Sand-Boden | 56,8 ^{0/0} |

Kiesboden, Lehm- und Humusboden sind hiernach am wasserreichsten.

Das Porenvolumen des Bodens spielt nicht nur mit Bezug auf die Menge von aufnehmbaren Verunreinigungen, sondern auch mit Bezug auf die dadurch bedingten Erscheinungen der Verdunstung, der Kapillarwirkung und der Flächen-Attraktion eine Rolle.

Je poröser ein Boden, je grösseren Raum er für den Austausch der Luft unter und über Oberfläche bietet, je mehr begünstigt er die Austrocknung und daneben, vermöge der Wirkung des Sauerstoffs, die Ueberführung verunreinigender Stoffe, die der Boden aufgenommen hatte, in die unschädliche mineralische Form (Salpetersäure, Wasser, Kohlensäure usw.). Umgekehrt nimmt mit der Porosität das Kapillarvermögen des Bodens ab. In feinstem Sandboden (Korngrösse 0,1 mm) kann vermöge Kapillarwirkung Wasser vielleicht bis etwa 1 m hoch gehoben, also vom Grundwasserspiegel aus der Boden etwa 1 m hoch dauernd durchfeuchtet werden. Bei der Korngrösse des Sandes von 0,5—1 mm ermässigt sich die Hubhöhe vielleicht bis auf 0,1 m; während sie andererseits in Moortorf bis auf 6 m soll steigen können; auch in Lehmboden kann die Höhe beträchtlich werden.

Das Kapillarwasser füllt nur einen Theil der Hohlräume aus; da im Augenblick der ganzen Füllung seine Existenzfähigkeit aufhört und Versinken in die Tiefe stattfindet. Bei Korngrössen des Sandes, die von 0,5 mm bis 5 mm wechselte, und mit der ein Wechsel des Porenvolumens von 41,3—43,4^{0/0} parallel ging, verminderte sich die Menge des Kapillarwassers von 84 auf 12,7^{0/0}.

Wie die Grösse der Kapillarwirkung so wechselt auch die Schnelligkeit dieser Wirkung bei verschiedenen Bodenarten. In Sand steigt das Kapillarwasser zunächst sehr rasch, weiterhin aber mit stark verminderter Geschwindigkeit, während in Lehmboden die Geschwindigkeit zwar gering aber andauernd ist.

Gewisse Wassermengen hält der Boden vermöge Attraktionskraft (auch Reibung) an der Oberfläche der Körner fest. Solches Wasser kann verschiedenen Quellen entstammen. Es kann von einsickerndem Regenwasser herrühren, aber auch durch Kondensation aus der Luft entstanden sein, und zwar sowohl aus solcher Luft, die aus tiefer liegenden wärmeren Bodenschichten aufstieg als aus wärmerer Luft, die von der Oberfläche aus in den Boden gelangte.

Der Boden vermag nicht nur bei Temperatur-Verschiedenheiten durch Kondensation Feuchtigkeit aufzunehmen, sondern derselbe entzieht der Luft auch dann Feuchtigkeit, wenn beide übereinstimmende Temperaturen besitzen. Diese Feuchtigkeit scheint bei Sandboden aber sehr gering und nur bei Thon- und Humusboden von Belang zu sein. Ein Versuch Schübler's ergab, dass in 72 Stunden lockerer Thonboden von verschiedener Fettigkeit durch derartige Aufnahmen

von Feuchtigkeit sein Gewicht um 2,8—4,90% vergrösserte, während bei Humus eine Gewichtszunahme von 12% stattfand.

Wie die Feuchtigkeits-Menge, welche der Boden enthalten kann, und die Zeit zu ihrer Aufnahme von gesundheitlicher Bedeutung sind, so auch die Austrocknungsfähigkeit des Bodens, d. h. sein Vermögen durch Berührung mit Luft die Feuchtigkeit wieder abzugeben. Schübler fand bei Versuchen, mit Lehm- und Humusboden wie oben, dass in 4 Stunden bei 19° Temp. Lehm Boden von 88,4 bis 45,7% der in ihm enthaltenen Feuchtigkeit verlor (je fetter der Lehm, je geringer der Verlust), Humusboden dagegen nur 20,5%.

Die Festhaltung von Wasser durch Attraktion, wie andererseits die Abgaben durch Verdunsten werden, ausser durch die mineralische Beschaffenheit des Bodens, besonders durch die Porosität desselben und die Korngrösse, sowie die Kornform bestimmt sein. Unter Voraussetzung dass die Körner Kugelform haben, steht die in einer gewissen Bodenmenge enthaltene Gesamt-Oberfläche der Körner im umgekehrten Verhältniss zum Durchmesser derselben. Darnach würde anzunehmen sein, dass je feinkörniger ein Boden, um so mehr Feuchtigkeit die Körner an ihrer Oberfläche zurückhalten können.

2. Bodenwärme.

Es ersieht sich aus dem Vorstehenden, dass es sich bei der Bodenteuchtigkeit, sowohl nach den Ursachen, als nach der Wirkungsgrösse um einen ganzen Komplex von Erscheinungen handelt, welchen genau zu zerlegen in einem besonderen Falle möglich sein kann, während die allgemeine Betrachtung kaum im Stande ist die Sondernung zu bewirken. Dies um so weniger als auch die Boden-Wärme einen besonderen Einfluss übt.

Der unmittelbare Zusammenhang zwischen Feuchtigkeit und Wärme ist schon oben berührt worden; doch sind ausser der Feuchtigkeit noch mehr andere Faktoren auf die Bodenwärme von Einfluss.

Je mehr senkrecht die Sonnenstrahlen die Bodenoberfläche treffen um so höher wird dieselbe erwärmt und umgekehrt. Steile, nach Süden gekehrte Hänge haben daher erheblich höhere Bodentemperatur als flache Hänge oder ebenes Gelände; nach Norden liegende Hänge sind kalt, während westlich und östlich gerichtete Hänge mittlere Bodentemperatur besitzen.

Weiter ist die Bodenwärme von der Färbung des Bodens bestimmt. Dunkelfarbiger Quarz-, Kalk- und Thonboden wird unter denselben Verhältnissen bei Sonnenstrahlung um etwa 20% höher erwärmt als Boden derselben Arten von heller Färbung.

Dass beschatteter Boden weniger stark erwärmt wird als frei dastehender, braucht nur angedeutet zu werden.

Wesentliche Unterschiede in der Bodenwärmerung bringen die Unterschiede in der spezifischen Wärme der Bodenarten hervor. Dazu werden nachstehend zwei Zahlenreihen mitgeteilt, welchen hinzuzufügen ist, dass die erste derselben von verschiedenen Autoren, die zweite von Galton herrührt; die Galton'schen Zahlen werden hier aber des leichteren Vergleiches wegen in ungerechneter Form wiedergegeben. Für die Umrechnung ist Uebereinstimmung in der Beschaffenheit derjenigen Bodenart, die in Tabelle 1 als „Quarzsand“ bezeichnet ist mit demjenigen Boden der in der Galton'schen Tabelle (2) die Bezeichnung „reiner Sand“ führt, angenommen:

Spezifische Wärme verschiedener Bodenarten (im trockenen Zustande) bezogen auf die Gewichtseinheit.

Spezif. Wärme des Wassers = 1,000 gesetzt.

Tabelle 1.

| | |
|-----------------------|-------------|
| Torf | 0,477—0,529 |
| Granitboden | 0,380 |
| Kalkboden | 0,339 |
| Haideboden | 0,312 |
| HumoserLehmboden | 0,310 |
| Mergellehm | 0,284 |
| Lösslehm | 0,259 |
| (Luft) | 0,238 |
| Quarzsand | 0,196 |
| Kalksand | 0,188 |
| Schwerspath | 0,109 |

Tabelle 2.

| | |
|-------------------------|-------|
| Humus | 0,398 |
| Feine Kreide | 0,316 |
| Reiner Thon | 0,293 |
| Thonige Erde | 0,285 |
| Schwerer Thon | 0,274 |
| Gips | 0,267 |
| Leichter Thon | 0,254 |
| Kalksand | 0,195 |
| Reiner Sand | 0,196 |

Die beiden Zahlenreihen zeigen befriedigende Uebereinstimmung; die geringen Unterschiede, welche stattfinden, können mit der Nichtübereinstimmung der in beiden Fällen untersuchten Bodenarten erklärt werden.

Die Tabellen ergeben, dass zur gleich hohen Erwärmung Humusboden etwa die doppelte Wärmemenge zugeführt werden muss, als Sandboden, dass ersterer also kalt, letzterer warm ist. Kalk- und Lehmboden liegen etwa in der Mitte zwischen den Extremen. Wasser erwärmt sich am schwersten.

Es würde jedoch unrichtig sein, aus diesen Thatsachen die Folgerung zu ziehen, dass Wasser und nasser, von der Sonne bestrahlter Boden nothwendig kalt sei. Denn da die Wärmemenge, welche ein Körper in einer gewissen Zeit aufnimmt, nicht nur davon abhängt, wie viel Wärmeinheiten er dazu aufzunehmen hat, sondern ebenso sehr von der Schnelligkeit, mit der er die Wärme zu einer anderen Stelle des Körpers fortpflanzt — leitet — so ergiebt sich, dass hohe spezif. Wärme, verbunden mit grosser Leitungsfähigkeit dasselbe Endergebniss liefern können, als geringe spezif. Wärme verbunden mit geringer Leitungsfähigkeit. Es kann daher in besonderen Lagen auch nasser Boden warm sein; doch wird in der Regel damit gerechnet werden müssen, dass nasser Boden kalt und trockener Boden warm ist. Dem entsprechend bezeichnet man allgemein Lehmboden und andere kompakte, Feuchtigkeit schwer abgebende Bodenarten als kalt, lockeren und dabei trocknen Sandboden als warm.

Während die Oberfläche des Bodens bei Sonnenbestrahlung durch Anhäufung der Wärme vorübergehend Temperaturen annehmen kann, welche erheblich höher sind als die mit dieser Oberfläche in Berührung stehende Luft, hört der Einfluss der täglichen Wärmeschwankungen der Luft bereits in 0,5 bis höchstens 1^m Tiefe auf. In 2^m Tiefe werden nur noch Wärmeschwankungen nach den einzelnen Monaten und in 4^m nur noch Jahresschwankungen bemerkbar, besondere Lagen und Bodenbeschaffenheiten selbstverständlich ausgenommen. Als solche Besonderheiten kommen namentlich inbetracht: freie, dem Winde und der Sonnenbestrahlung ausgesetzte Lage, Hohlräume im Boden, oder besonders grosses Porenvolumen bei lebhafter Grundwasser-Bewegung.

3. Verunreinigter Boden.

Eine gewisse Rolle spielen bei der Bodenwärme auch chemische Prozesse; dies gilt besonders von Boden, welcher durch menschliche Abfallstoffe verunreinigt ist. Bei der Zersetzung derselben wird Wärme erzeugt, die aber nach bisherigen Feststellungen einen bemerkenswerthen Einfluss nur dann auszuüben vermag, wenn es sich um hochgradige, ganz aussergewöhnliche Verunreinigungen handelt; solche sind nur lokal und zeitlich beschränkt zu denken.

Dagegen bleibt bei unreinem Boden der immer bedenkliche Umstand zu beachten, dass derselbe vermöge der Verbindung der freien Atmosphäre mit der Grundluft üble Gerüche und giftige Gase (Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Kohlensäure) an die Oberfläche senden und auch für Mikrobenleben zum reichen Nährboden werden kann.

Insonderheit ist die erstangegebene Eigenschaft während der kalten Jahreszeit bedenklich, weil in dieser durch die höhere Erwärmung der Gebäude eine Ansaugung der Grundluft stattfindet, wodurch den unteren Räumen von Gebäuden beträchtliche Mengen von Schädlichkeiten zugeführt werden können.

Bodenverunreinigung wird sowohl durch chemische Analyse als Ermittlung des Mikrobengehaltes erkannt. Was die chemische Analyse betrifft, so ist die Kohlensäure-Menge, welche der Boden enthält ein Kennzeichen von gewisser, doch nicht ganz sicherer Bedeutung für den Verunreinigungszustand desselben. Sichere Kennzeichen sind dagegen die Menge der sogen. organ. Substanz, des Glühverlustes, des Stickstoffs, des Chlors der Nitrite und Nitrate. Der Anschaulichkeit wegen werden nachstehend zwei Boden-Analysen mitgeteilt, welche (von Wolffhügel herrührend) sich auf Boden normaler Beschaffenheit und bezw. solchen mit hochgradiger Verunreinigung beziehen.

| Bodensorte. | In Lösung befindliche Stoffe. | | | | | Ungelöste Stoffe. | |
|---|-------------------------------|---------------------|-------------|-------|---------------|------------------------|------------|
| | Insgesamt | Organische Substanz | Glühverlust | Chlor | Salpetersäure | Glühverlust | Stickstoff |
| | mg in 1 l = g in 1 cbm | | | | | mg in 1 l = g in 1 cbm | |
| Normalboden . . . | 211 | 118 | 52 | 10 | 12 | 1504 | 14 |
| Boden im Abstände von 4,5 ^m von einer gemauerten Düngergrube entnommen . | 4710 | 2230 | 1500 | 330 | 460 | 39772 | 956 |

Die Menge der im Boden enthaltenen Keime schwankt innerhalb ausserordentlich weiter Grenzen. Man beobachtet aber, dass je reicher ein Boden an Stoffen organischer Herkunft, je grösser die Mikrobenzahl ist, und umgekehrt.

Wegen dieser Thatsache kann die Zahl der Keime, welche in einer Bodenprobe angetroffen worden, als ungefähre Maassstab für die vorhergegangene Verunreinigung dienen. Doch kommt derselben keine unmittelbare Bedeutung für die Gesundheitspflege zu, da letztere sich speziell an eine gewisse Anzahl von Arten zu halten hat. Die Ermittlung der Zahl der Keime hat aber insofern Werth, als mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, dass sich unter der grösseren Zahl

der Keime leichter bedenkliche Arten finden werden, als unter der geringeren. Ein genaueres Urtheil über die Beschaffenheit einer Bodenprobe ist nur auf Grund der chemischen Analyse möglich.

In nicht kultivirtem Boden, in Dünsand, in Boden der fern von Besiedelungen liegt, kann die in 1^{ccm} desselben anzutreffende Keimzahl von 0 bis ein paar Tausend betragen; im Grunde der Städte werden in derselben Bodenmenge oft viele Millionen ermittelt.

4. Trockenlegen feuchten und Assanirung unreinen Bodens.

In Baupolizeigesetzen findet sich vielfach die Vorschrift, dass die Fundamentsohle von neu zu errichtenden Gebäuden eine gewisse Mindesthöhe (gewöhnlich 0,3 bis 0,5 m) über den höchsten Grundwasserstand erhalten müsse. Diese unterschiedlose Vorschrift gewährt keine Sicherheit für Erreichung des unterliegenden Zweckes, da selbst, wenn der höchste Grundwasserstand genau bekannt und eine unmittelbare Berührung der Grundmauern mit dem Wasser ausgeschlossen wäre, dennoch eine Durchfeuchtung der Mauern mit dem durch Kapillarwirkung gehobenen Wasser stattfinden kann. Es müsste also entweder ein Mindestmaass festgesetzt werden, welches über die Kapillarhöhe hinausgeht, oder die Festsetzung des Mindestmaasses in jedem einzelnen Fall auf Grund einer genauen sachverständigen Bodenuntersuchung der Baustelle stattfinden. —

Zuweilen sind künstliche Senkungen des Grundwasserspiegels ausführbar.

Wenn die undurchlässige Schicht nicht allzu tief liegt und unter derselben kein 2. Grundwasser (S. 762) unter Druck sich befindet, vielmehr durchlässiger Boden, kann ein sogen. absorbirender Brunnen angelegt werden. Dies ist eine oben und unten offene, auch wohl in den beiden Endtheilen mit Wändurchlochungen versehene Röhre, welche durch die undurchlässige Schicht hindurch in den Boden eingesenkt wird um das Grundwasser in die tiefere durchlässige Bodenschicht einzuleiten.

Ist ein offenes Gewässer mit tiefer Spiegelage in der Nähe, so kann durch Anlage einer regelrechten Drainage das Grundwasser tiefer gelegt werden. Auch ein absorbirender Brunnen kann geeignet sein, das in der Drainsanlage gesammelte Wasser zu entfernen.

Zuweilen lässt sich durch künstliche Erhöhung des Bauplatzes eine ausreichende Erhebung über den Grundwasserspiegel erzielen.

Wo letzteres Mittel unanwendbar ist und der Bauplatz eine gewisse Erhebung über dem umgebenden Gelände besitzt, ist Abhilfe in gewissem Umfange zuweilen dadurch möglich, dass man für die Ableitung des Oberflächenwassers besondere Einrichtungen schafft, und so die Speisung des Grundwassers in der Umgebung des Hauses vermindert.

In jedem Falle ist es von besonderer Wichtigkeit, für Fortleitung des sogen. Traufwassers vom Gebäude sicher funktionirende Einrichtungen zu treffen, die nach der Oertlichkeit in sehr verschiedener Weise zu denken sind.

Verunreinigter Boden wird, wenn die Zuführung von Abfallstoffen aufhört, vermöge der sogen. Selbstreinigung — Umbildung der organischen Stoffe in mineralische — durch chemische Wirkungen und die Thätigkeit der Mikroben mit der Zeit wieder rein; je nach dem Verschmutzungszustande kann der Vorgang kürzere oder längere Zeit, auch eine grössere Anzahl Jahre erfordern.

Zur Hintanhaltung weiterer Verunreinigung ist wasserdichte oder annähernd wasserdichte Deckung der ganzen Umgebung eines Gebäudes und Verhütung von Infiltrationen von besonderen Stellen aus (Abortsgruben, Dung- und Abfallstätten) das einzig sicher wirkende Mittel. Auch für diesen Zweck wird erhöhte Lage des Gebäudes die beste Hilfe leisten.

Das umfassendste Mittel zur Assanirung und Reinhaltung von Boden ist erfahrungsmässig die Kanalisation mit Hausanschlüssen, welche aber meist nur dann sicher wirken wird, wenn sie sich über ein grösseres Stadtgebiet erstreckt, bei Beschränkung auf ein einzelnes Grundstück aber nicht leicht einen vollständigen Erfolg verbürgt.

Da Pflanzen- und Baumwuchs zum eigenen Aufbau, so wie vermöge seiner Verdunstung durch die Oberfläche (der Blätter usw.) sehr grosse Mengen von Wasser verbraucht, bieten auch Bepflanzungen in der Umgebung eines Gebäudes ein Mittel, feuchtem Grunde eine gewisse Menge von Wasser zu entziehen. Hierbei können sowohl grössere wasserreiche Bäume als niedriges Gesträuch mit grossem Feuchtigkeitsbedürfniss inbetracht kommen. Bei der Ernährung der Anpflanzungen werden im Boden gleichzeitig die organischen — verunreinigenden — Stoffe vermindert.

Kälte von kompaktem und feuchtem Boden, wenn dieselbe unzulässig ist, kann durch Zumischung von Sand gemildert werden; event. ist völlige Ersetzung durch Bodenarten von geringerer spezifischer Wärme (S. 765) nothwendig. —

In Anbetracht, dass man den Erfolg künstlicher Mittel nicht immer mit Sicherheit beherrscht, und die thatsächliche Wirkung derselben sich in der Regel auch erst zu einem Zeitpunkte herausstellt, wo die Beseitigung von Fehlern oder Mängeln mit Schwierigkeiten verbunden oder auch unmöglich ist, empfiehlt es sich, grundsätzlich auf solche Mittel nicht allzu viel Verlass zu setzen und bei Freiheit in der Wahl als Bauplatz für einen Wohnhausbau Gelände mit tief liegendem Grundwasser, warmem und nicht verunreinigten Boden zu wählen. Erhöhte Lage gegen die ganze Umgebung ist von grossem Werth und ausserdem allseitig freie, sonnige Lage ein Vortheil, der nicht leicht überschätzt werden kann.

Zu scheuen sind insbesondere Lagen in nächster Nähe von offenen Gewässern mit durchlässigen Ufern und stark wechselnden Spiegelständen, weil beim Ansteigen des Gewässers rasch und leicht Anstau des demselben zufließenden Grundwasserstromes oder auch Rücktritt von Wasser aus dem offenen Gewässer in den Uferboden erfolgt.

Von zwei Bodenarten mit gleich grossem Porenvolumen (bezw. Wasserreichthum) ist demjenigen für die Bebauung der Vorzug zu geben, dessen Poren — einzeln betrachtet — die grösseren sind, aus dem Grunde, dass grossporiger Boden Wasser weniger lange festhält, als kleinporiger, d. h. nach einer stattgefundenen Durchfeuchtung in kürzerer Zeit wieder austrocknet.

Von allen Gesichtspunkten aus sind Kies- und Sandboden mit tiefer Lage des Grundwassers die besten Bodenarten, welche man für Bebauung wählen kann; demnächst folgen lehmiger Sand- und Lehm Boden.

III. Baumaterialien in Beziehung auf ihre gesundheitlichen Wirkungen.

Die für die Gesundheitspflege wichtigste Eigenschaft der Baumaterialien ist die Porosität, weil davon die Fähigkeit, Luft

durchzulassen, ihre Permeabilität, abhängt. Daneben sind die spezifische Wärme (die sogen. Wärmekapazität), das Wärmeleitungs-, das Wasserfassungs- und das Wasserleitungsvermögen von Wichtigkeit.

a. Porosität und Permeabilität.

1. Luftdurchlässigkeit (Permeabilität).

Von diesen beiden Eigenschaften ist der Luftaustausch, zwischen dem Gebäude-Innern und der freien Atmosphäre — die sogen. natürliche Ventilation — abhängig. Bei ganz dichten Materialien würde Luftaustausch fortfallen und damit ein Faktor der für die Reinheit der Gebäudeluft besonders da von Wichtigkeit ist, wo künstliche Lüftungseinrichtungen fehlen. Doch wird die Grösse dieses Faktors zuweilen überschätzt, wie u. a. Recknagel¹⁾ erwiesen hat.

Um die Luftdurchlässigkeit von Baumaterialien zu bestimmen, giebt es mehre Verfahren, über welche das Nähere u. a. im Handbuch der Hygiene von v. Pettenkofer und v. Ziemssen, 1. Theil 2. Abschnitt, Heft 4: Die Wohnung, von Emmerich und Recknagel, mitgetheilt ist, auf welche Mittheilungen hier verwiesen wird.

Da der Reibungswiderstand im Verhältniss zur Wegeslänge wächst, wird die durch ein poröses Material hindurch gehende Luftmenge im umgekehrten Verhältniss zur Dicke des Materialstücks (oder der Wand) stehen. Versuche die von Lang mit Gips und Luftmörtel angestellt worden, haben diese Thatsache bestätigt.

Die der Vermuthung entsprechende anderweite Thatsache, dass die, eine Wand durchdringende Luftmenge im Verhältniss zu dem Unterschiede der Drücke $p-p_1$ steht, der auf beiden Seiten stattfindet, ist experimentell von Bunsen bestätigt worden und wird darnach als „Bunsen'sches Gesetz“ bezeichnet.

Sowohl die höhere Erwärmung als die Spannung des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes bringen Druckunterschiede auf beiden Seiten einer Wand hervor, sind daher ausser dem Winddruck ebenfalls von Bedeutung für den Durchgang von Luft.

Wenn diejenige Luftmenge, welche durch eine Wand der Dicke $= 1^m$, der Flächengrösse $= 1^q^m$, bei 1^{mm} Wassersäulenhöhe ($= 1^{kg/q^m}$) in 1 Stunde hindurchgeht mit m bezeichnet wird, wo m für jedes Material einen besonderen, seiner Porosität entsprechenden Werth hat, so ist die Luftmenge M , welche durch 1^q^m desselben Materials bei dem Druckunterschiede (Ueberdruck) $= p-p_1$ zu beiden Seiten und der Wanddicke d in 1 Stunde hindurchgeht, nach den oben mitgetheilten Gesetzen:

$$M = m \frac{p - p_1}{d}$$

Die Einheit m wird anderweit auch als „Permeabilitäts-Konstante“ (und durch c) bezeichnet.

Der Werth M kann auf zweierlei Weise ermittelt werden u. zw.: a) mittels Messung durch einen Gasmesser und: b) mittels Füllung der Poren des Materials mit Luft und Gewichtsbestimmungen der Probestücke bei Luftleere und bei luftgefülltem Zustande desselben. Da der Ueberdruck $p-p_1$ und die Wanddicke d bekannte Werthe sind,

¹⁾ Recknagel, Theorie des natürl. Luftwechsels, in der Zeitschr. f. Biologie Bd. 15.

kann aus der obigen Gleichung entweder M , oder, bei Kenntniss von M , die Permeabilitäts-Konstante:

$$m = \frac{Md}{p - p_1}$$

bestimmt werden. Solche Bestimmungen sind von Lang zahlreich ausgeführt worden, der dabei u. a. die in nachstehenden Tabellen verzeichneten Werthe ermittelte.

Tabelle 1.

| No. | Material. | Permeabilitäts-Koeffiz. m | M berechnet für $d=0,25$ m und $p-p_1 = 1$ kg ebm | No. | Material. | Permeabilitäts-Koeffiz. m | M berechnet für $d=0,25$ m und $p-p_1 = 1$ kg ebm |
|-----|------------------------------|-----------------------------|---|-----|--------------------------------|-----------------------------|---|
| 1 | Kalktuff . . . | 0,00798 | 0,0320 | 8 | Portlandzementmörtel (rein) | 0,00014 | 0,00055 |
| 2 | Hochofenschlackenstein | 0,00760 | 0,0303 | 9 | Maschinenziegel | 0,00013 | 0,00053 |
| 3 | Desgleichen . . | 0,00169 | 0,0067 | 10 | Oberbayerischer Grünsandstein | 0,00013 | 0,00052 |
| 4 | Luftmörtel . . . | 0,00091 | 0,0036 | 11 | Schweizerischer desgl. | 0,00012 | 0,00042 |
| 5 | Beton (Portlandzement) . . . | 0,00038 | 0,0015 | 12 | Handziegel, scharf gebrannt | 0,00009 | 0,00035 |
| 6 | Handziegel, scharf gebrannt | 0,00026 | 0,0010 | 13 | Gips gegossen | 0,00004 | 0,00016 |
| 7 | Klinker (Verblendstein) | 0,00015 | 0,0006 | 14 | Eichenholz über Hirn | 0,000007 | 0,00003 |

Für die Porosität (den Luftabschluss) verschiedener Materialien hat Lang folgende Zahlen ermittelt:

Tabelle 2.

| No. | Material. | Porenvolumen % | No. | Material. | Porenvolumen % |
|-----|-------------------------------------|----------------|-----|--------------------------|----------------|
| 1 | Schlackensteine, lockere | 69,60 | 6 | Sandsteine, lockere . . | 21,65 |
| 2 | Gips | 51,00 | 7 | Ziegel, dichte | 12,72 |
| 3 | Ziegel, poröse | 31,01 | 8 | Sandsteine, dichte . . | 9,31 |
| 4 | Luftmörtel | 26,00 | 9 | Carara-Marmor | 0,11 |
| 5 | Schlackensteine, dichtere | 24,00 | 10 | Feinkörniger Granit . . | 0,05 |

Nach den Zahlen der beiden Tabellen hat Luftmörtel eine recht hohe Permeabilität, da sie diejenige der zur Untersuchung gezogenen Ziegelsorten um das $3\frac{1}{2}$ —10fache übersteigt. Scharfer Brand der Ziegel vermehrt die Luftdurchlässigkeit so lange, als nicht Sinterung der Masse eintritt, bei welcher die Poren kleiner oder ganz geschlossen werden. Aber selbst die theilweise bis zur Sinterung gebrannten Oldenburger Klinker bewahren ein relativ grosses Porenvolumen. Auch die Luftdurchlässigkeit von reinem Portlandzement(-Mörtel) und Portlandzement-Beton ist relativ hoch; dies gilt aber nur für an der Luft erhärteten Portlandzement, da bei Erhärtung im Wasser die Porosität aufhört. Sehr hoch ist die Luftdurchlässigkeit von Schlackensteinen. Zementbeton und Schlackensteine sind daher — entgegen einer viel verbreiteten Ansicht — mit Bezug auf Luftdurchlässigkeit, vom Standpunkt der Gesundheitspflege aus, einwandfrei. Ob Kalk

tünche eine ähnlich hohe Luftdurchlässigkeit besitzt als dem Luftmörtel eigen ist, scheint bisher nicht untersucht zu sein. Könnte man dies annehmen, so würde der günstigen Eigenschaft der Kalktünche: stark desinfizierend zu wirken, eine weitere hinzutreten. Ggossener Gips ist nach Tabelle 1 ausserordentlich dicht; wenn dasselbe für Wandbekleidungen und Ueberzüge aus Gips gälte, wären dieselben mit Bezug auf die hier fragliche Eigenschaft wenig günstig zu beurtheilen. Doch kommen bei Gips auch andere, weiterhin zu erwähnende vortheilhafte Eigenschaften inbetracht und es ist übrigens auf einen Gegensatz in den betr. Zahlen der Tabellen 1 und 2 zu verweisen, aus welchem sich schliessen lässt, dass bei der Luftdurchlässigkeit von Gips sehr wechselnde Faktoren (z. B. Herkunft, Brennweise, Bereitung der Gipskörper usw.) mitsprechen, so dass ein Gesamturtheil unzulässig erscheinen muss. Ungünstig inbezug auf Luftdurchlässigkeit steht auch Sandstein da; doch finden bei den verschiedenen Sandsteinarten grosse Unterschiede statt. Als beinahe luftundurchlässig müssen Carara-Marmor, feinkörniger Granit und Eichenholz angesehen werden. (Vergl. hierzu auch die Tabelle S. 774 über den Wassergehalt von Gesteinen.)

Permeabilitäts-Zahlen für solche Baumaterialien, welche vielfach zu Wandverkleidungen und Ueberzügen benutzt werden, wie Fliesen, glasirte und unglasirte, Fayence, Weichhölzer, Linoleum, Tapeten und Farbenanstriche, sind bisher nicht bekannt geworden. Man kann im allgemeinen nur annehmen, dass Glasuren, sowie Oel- und Leimanttheile, von Ueberzügen die Luftdurchlässigkeit stark herabmindern; doch sind selbst die scharf gebrannten Glasuren von Fayence nicht als ganz undurchlässig zu bezeichnen, da erfahrungsmässig Schmutzstoffe in dieselben eindringen können, jedoch kaum, oder gar nicht in die Oberfläche von besten englischen Fayencen.

Ganz allgemein erweisen die Zahlen der Tabelle 1 eine unerwartet geringe Luftdurchlässigkeit der Baumaterialien; ein Beispiel wird dies noch anschaulicher machen. Es sei eine Ziegelsteinmauer von $1\frac{1}{2}$ Stein = 0,38 m Stärke und 20 qm Grösse vorausgesetzt und angenommen, dass die Fugenfläche $\frac{1}{5}$ der ganzen Wandfläche erreicht. An der Innenseite der Wand herrsche die Temperatur von $+20^{\circ}$, an der Aussenseite von -10° .

Dann ist zunächst:

$$\begin{aligned} \text{die Ziegelstein-Fläche} &= \frac{4}{5} \cdot 20 = 16 \text{ qm,} \\ \text{„ Luftmörtel-Fläche} &= \frac{1}{5} \cdot 20 = 4 \text{ „.} \end{aligned}$$

Der Luftüberdruck durch Wärmeunterschied ist = dem Gewichtsunterschied der ungleich warmen Luft. Setzt man voraus, dass Innen- und Aussenluft übereinstimmend zu 70% mit Feuchtigkeit gesättigt sind, so wiegt je 1 cbm:

$$\begin{aligned} \text{der Aussenluft} &1,3405 \text{ kg} \\ \text{„ Innenluft} &1,1969 \text{ „} \end{aligned}$$

und ist danach der Ueberdruck der Aussenluft über die Innenluft für 1 qm Fläche 0,1436 kg = 0,1436 mm Wassersäule. Daher werden nach der S. 770 mitgetheilten Gleichung und der Annahme, dass die Ziegel scharf gebrannte, nach No. 6 der Tabelle 1 sind, stündlich:

$$\begin{aligned} 16 \cdot 0,0010 \cdot \frac{0,1436}{0,38} + 4 \cdot 0,0036 \cdot \frac{0,1436}{0,38} &= 0,378 \text{ (0,0160 + 0,0144)} \\ &= 0,00115 \text{ cbm} = 1,15 \text{ l} \end{aligned}$$

Luft von aussen nach innen durch die fragliche Wand passiren, eine ganz verschwindend geringe Menge, die den obigen Ausspruch von der Geringfügigkeit der natürlichen Ventilation vollauf bestätigt,

freilich nur insoweit, als diese durch den Temperaturunterschied, der zwischen Innen- und Aussenwand besteht, bewirkt wird. Das Beispiel erweist, dass zu dem Ergebniss Ziegelfläche und Fugenfläche der Mauer in nahezu gleichem Umfange beitragen, trotzdem dass Ziegel von hoher Luftdurchlässigkeit gedacht sind; die Leistungen stehen im Verhältniss von 10:9. Bei weniger porösen Ziegeln würde die Leistung der Fugenfläche ein entsprechendes Mehr gegen die Wandfläche ergeben.

Das Bild ändert sich, sobald Winddruck zu Hilfe kommt. Eine „mässige Brise“ hat etwa 10^m Geschwindigkeit und übt nach den Versuchen von Smeaton auf 1 q^m einen Druck von 12 kg aus, ein „frischer Wind“ hat etwa 20^m Geschwindigkeit und wirkt mit 100 kg Druck; ein „Sturm“ hat 35^m Geschwindigkeit und wirkt mit 170 kg Druck. Für diese 3 Zustände ergibt die Gleichung S. 770 folgende stündliche Luftmengen, welche durch die oben vorausgesetzte Wand von aussen nach innen treten:

$$16 \cdot 0,0010 \cdot \frac{12}{0,38} + 4 \cdot 0,0036 \cdot \frac{12}{0,38} = 0,508 + 0,457 = 0,965 \text{ cbm.}$$

$$16 \cdot 0,0010 \cdot \frac{100}{0,38} + 4 \cdot 0,0036 \cdot \frac{100}{0,38} = 4,211 + 3,789 = 8,00 \text{ „ .}$$

$$16 \cdot 0,0010 \cdot \frac{170}{0,38} + 4 \cdot 0,0036 \cdot \frac{170}{0,38} = 7,157 + 6,442 = 13,60 \text{ „ .}$$

Auch diese Zahlen, obgleich wesentlich höher als die oben gefundenen, sind noch recht gering, wenn man dieselben mit dem Bedarf an Frischluft in Vergleich bringt, der zur Erhaltung einer gewissen Reinheit der Luft von Innenräumen nothwendig ist.

Grossen Einfluss auf die Luftdurchlässigkeit werden Form und Grösse der Poren eines Materials äussern und durch diese Ursachen sich die Unterschiede zumeist erklären, welche bei der Luftdurchlässigkeit zweier Materialien mit gleichem Porenvolumen bemerkt werden. Je regelmässiger die Form der Poren ist, und je grösser ihr Inhalt, um so luftdurchlässiger wird das Material sein, und umgekehrt.

Ein weiteres Eingehen auf die Verwendbarkeit der natürlichen Ventilation kann erst an anderer Stelle des Buches erfolgen. Hier sei nur noch darauf aufmerksam gemacht, dass Rechnungsergebnisse wie die vorstehenden nicht als exakte angesehen werden können, sondern nur als Vergleichszahlen verwendbar sind, weil die Permeabilitäts-Koeffizienten aus Versuchen mit wenigen Stücken Materialien von bestimmter Herkunft hervorgegangen sind und der Einfluss der Herkunft ein sehr grosser ist.

Ein Umstand von besonders grossem Einfluss und ganz allgemeiner Art besteht in dem ungleichen Verhalten der Baumaterialien gegen Wasser. Da die obigen Zahlen über die Permeabilität Trockenheit voraussetzen, diese aber selten besteht, wird die tatsächliche Permeabilität gewöhnlich eine andere und zwar geringere als die oben berechnete sein, weil die Materialien in der Regel gewisse, doch wechselnde Mengen von Feuchtigkeit enthalten werden.

2. Wasseraufnahme-Fähigkeit.

Hierbei handelt es sich:

- a. um die Geschwindigkeit, mit welchem Wasser aufgenommen und wieder abgegeben wird, und:
- b. um die Menge von Wasser, welche ein Material dauernd festhalten kann (Sättigung).

Die Bestimmung zu a. wird leicht in der Weise ausgeführt, dass man das Material durch Wassertropfen, die man aus einer bestimmten Höhe herabfallen lässt, anfeuchtet und die Gewichtszunahme des Stücks ermittelt, welche innerhalb einer gewissen Zeit stattgefunden hat. Je grösser dieselbe, um so grösser ist die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme, um so grösser dann aber auch die Zeit, in der das aufgenommene Wasser wieder verloren wird, d. h. das betr. Material trocknet.

Die Menge an freiem Wasser, welche ein Material dauernd festhalten kann, ist durch seine Porenvolumen bestimmt. Für eine grosse Menge von Gesteinen ist der Wassergehalt bekannt; eine Anzahl Zahlen hierüber enthält folgende Tabelle; die Zahlen geben den Wassergehalt in ¹ für 1 cbm des betr. Gesteins.¹⁾

| No. | Material. | Wasser- inhalt l. | No. | Material. | Wasser- inhalt l. |
|-----|---------------------------|-------------------------|-----|--|-------------------------|
| 1 | Granit | 0,5—8,6 | 14 | Sandstein v. Solling | 69—238 |
| 2 | Syenit | 4,7—13,8 | 15 | „ Naundorf | 132—244 |
| 3 | Gabbro | 6,0—7,0 | 16 | „ Postelwitz | 160 |
| 4 | Porphyr | 4,0—27,5 | 17 | „ Nebra . | 255—269 |
| 5 | Phonolith | 20—45 | 18 | Verschiedene Sand- steine | 54—169 |
| 6 | Basalt | 6,3—9,5 | 10 | Dolomit | 15—222 |
| 7 | Basaltlava | 44—56 | 20 | Kalkstein | 15,4—177 |
| 8 | Weisser Marmor | 1,1—5,9 | 21 | Kalktuff | 202—322 |
| 9 | Thonschiefer | 5,4—7,0 | 22 | Kreidegestein | 279—439 |
| 10 | Kieselschiefer | 8,5—27,0 | 23 | Obernkirchener (Jura-)Sandstein . | 49 |
| 11 | Keupersandstein | 6,2—14,4 | 24 | Französ. Sandstein . | 398 |
| 12 | Kohlensandstein | 14,1—19,0 | | | |
| 13 | Jurasandstein | 42—68 | | | |

Die Zahlen dieser Tabelle sind nicht ganz gleichwerthig, indem diejenigen, für welche Grenzwerte angegeben sind, theils aus einer grossen, theils aus einer nur kleinen Zahl von Proben hervorgegangen sind. Wo die Tabelle eine bestimmte Zahl enthält, ist dieselbe nur für eine einzige Gesteinssorte ermittelt worden.

Im übrigen zeigt die Tabelle, dass nur bei einigen wenigen Gesteinen das Wasserfassungsvermögen gering und gleichzeitig innerhalb enger Grenzen liegt. Dies sind etwa: Gabbro, Basalt und Thonschiefer. Bei anderen Gesteinen, wie Granit, Syenit, Porphyr ist die Wasserhaltigkeit zwar gering, bewegt sich aber in relativ weiten Grenzen. Sandsteine und Kalksteine haben mittlere Wasserhaltungsfähigkeit; aber nur bei einzelnen Sorten von Sandsteinen ist dieselbe einigermaassen gleichbleibend, während bei den übrigen Sandsteinarten und den Kalksteinen grosser Wechsel stattfindet. Einige Sandsteinarten zeigen sehr geringe Wasserhaltung und sind deshalb auch geschätzt; einzelne andere ebenfalls in vielfacher Verwendung stehende sind dagegen sehr wasserhaltig. Am höchsten wasserhaltig sind Kalktuff und Kreidegesteine.

Ausführliche Mittheilungen zu diesem Gegenstande und über das Wasserhaltungsvermögen auch anderer Baumaterialien finden sich besonders in den Veröffentlichungen der Prüfungsanstalten zu Berlin, München, Zürich, auch im Centralbl. d. Bauverw. 1890.

¹⁾ Einige weitere Zahlenangaben auf S. 24.

3. Luftdurchlässigkeit der Materialien in feuchtem Zustande.

Da durch Feuchtigkeit die Poren theilweise oder ganz gefüllt werden muss Wassergehalt der Materialien den Luftdurchgang verhindern, bezw. abschwächen. In welchem Umfange dies bei einigen Materialien der Fall ist, hat Lang in der Weise ermittelt, dass er die betr. Probestücke in trockenem Zustande einem — einseitigen — Ueberdruck von 108 kg/1 qm unterwarf und die dabei durchgegangenen Luftmengen ermittelte. Demnächst wurden die Probestücke völlig durchfeuchtet und nun mit denselben in gleicher Weise wie vor verfahren; dabei ergaben sich die in nachstehender Tabelle verzeichneten Zahlen:

Tabelle 1.

| No. | Material. | Durch 1 qm Fläche gegangene Luftmenge | | No. | Material. | Durch 1 qm Fläche gegangene Luftmenge | |
|-----|-----------------------------------|---|--------|-----|----------------------------------|---|--------|
| | | trocken | feucht | | | trocken | feucht |
| | | l. | | | | l. | |
| 1 | Kalktuff . . . | 478,8 | 233,2 | 9 | Schlackenstein (Osnabrück) . | 105,0 | 15,4 |
| 2 | Ziegel, Schwach- brand | 19,3 | 7,8 | 10 | Schlackenstein (Osnabrück) . | 113,4 | 10,2 |
| 3 | Schweizerischer Grünsandstein | 7,1 | 2,1 | 11 | Schlackenstein (Haardt) . | 445,9 | 41,0 |
| 4 | Ziegel, bleiche . | 23,3 | 5,1 | 12 | Luftmörtel . . | 54,4 | 3,9 |
| 5 | Ziegel, Maschi- nensteine . . | 7,9 | 1,7 | 13 | Schlackenstein (englischer) . | 158,0 | 1,1 |
| 6 | Oberbayerischer Grünsandstein | 7,8 | 1,4 | 14 | Portlandzement- Mörtel . . . | 8,2 | 0 |
| 7 | Schlackenstein (Osnabrück) . | 93,0 | 15,8 | 15 | Portlandzement- Beton . . . | 15,5 | 0 |
| 8 | Ziegel, Scharf- brand | 9,6 | 1,5 | | | | |

Die Anordnung der Tabelle ist in aufsteigendem Sinne erfolgt, derart, dass diejenigen Materialien, deren Luftdurchlässigkeit durch Anfeuchten die kleinste Einbusse erleidet, an die Spitze gestellt sind, und diejenigen, bei denen die Einbusse am grössten ist, am Schlusse stehen. Man entnimmt, dass die Abnahme sich zwischen den Grenzen 51,3 und 100% bewegt, also zwischen rund der Hälfte und der vollen Durchlässigkeit.

Bei Ziegeln und Grünsandstein ist die Einbusse an Durchlässigkeit relativ mässig, da sie sich bei ersteren zwischen den Grenzen 59,6 und 84,4% bewegt, bei letzteren in den Grenzen 70,5 und 82,1. Luftmörtel verliert sehr stark an seiner Permeabilität, nämlich 82,9%; Portlandzement-Mörtel und Beton büssen ihre Permeabilität ganz ein.

Von Wichtigkeit ist noch die Entscheidung der Frage: in welcher Zeit der bei Durchfeuchtung des Materials verloren gegangene Theil der Luftdurchlässigkeit wieder gewonnen wird, oder die andere Frage nach der Zeit, welche das Trocknen der Materialien nach einer stattgefundenen Durchfeuchtung erfordert? Die auch hierüber von Lang angestellten Versuche wurden so ausgeführt, dass man das durchfeuchtete Probestück einem Strom von gleichbleibender Mächtigkeit von in Schwefelsäure getrockneter Luft während einer gewissen Anzahl von Minuten aussetzte (die Minutenzahl wechselte zwischen 59 und 329) und die zwischen dem Anfangs- und dem Endversuche im ganzen stattgefundene Zunahme des Luftdurchganges (in l ausgedrückt) durch die Anzahl Minuten der ganzen Versuchs-

dauer dividirte; so erhielt Lang die minutliche Zunahme der Luftdurchlässigkeit in ¹ ausgedrückt. Die gewonnenen Zahlen sind folgende:

Tabelle 2.

| No. | Material. | Zunahme der Luftdurchlässigkeit, 1 in 1 Min. | No. | Material. | Zunahme der Luftdurchlässigkeit, 1 in 1 Min. |
|-----|--------------------------------------|--|-----|---|--|
| 1 | Schlackenstein (Haardt) | 5,5584 | 8 | Ziegel, bleiche | 0,0309 |
| 2 | Kalktuff | 2,0500 | 9 | desgl. scharf gebr. | 0,0071 |
| 3 | Schlackenstein (Osnabrück) | 0,4950 | 10 | Oberbayerischer Grünsandstein | 0,0065 |
| 4 | Ziegel, Schwachbrand | 0,1452 | 11 | Ziegel (Maschinenstein) | 0,0059 |
| 5 | Schlackenstein (Osnabrück) | 0,1442 | 12 | Luftmörtel | 0,0056 |
| 6 | desgl. „ | 0,1051 | 13 | Schweizerischer Grünsandstein | 0,0051 |
| 7 | desgl. , englischer | 0,0781 | | | |

Absolute Werthe für die Austrocknungsdauer durchfeuchteten Materials lassen sich aus diesen Relativ-Zahlen nicht gewinnen. Letztere gestatten nur den Schluss, dass ein Material, welches in der Reihe voransteht, in kürzerer Zeit trocken wird, als ein in der Reihe nachfolgendes. Schwächer gebrannte Ziegel, auch Schlackensteine, trocknen rascher als schärfer gebrannte; Grünsandstein trocknet langsam, besonders langsam (und vielleicht erst in 3fach längerer Dauer) Luftmörtel. Dieser Umstand, in Verbindung mit dem in Tabelle 1 erwiesenen anderen: dass bei Durchfeuchtung die Luftdurchlässigkeit von Luftmörtel sehr stark abnimmt, schränken den Werth des letzteren in Gebäudemauern, wenn es sich um die natürliche Ventilation handelt, im Vergleich zu dem Werthe der Ziegel stark ein.

4. Die Baumaterialien als Aufenthaltsort für Mikroben.

Bei der geringen Grösse vieler Spaltpilze, die bis auf weniger als $\frac{1}{1000}$ Millimeter herabgeht, und bei der Thatsache, dass Spaltpilze die Wandungen selbst sehr schwach poröser, zur Filtration von Wasser dienenden Gefässe aus Thon und anderen Materialien „durchwachsen“ liegt die Fragen nahe, ob nicht die relativ grossen Poren der Mauern unserer Gebäude Spaltpilzen den Eintritt in die Gebäude öffnen, ob die Poren gar zum dauernden Aufenthaltsorte von Spaltpilzen werden und dieselben so die sonst hoch erwünschte Porosität der Materialien zu einer ständigen Quelle von Gefährdungen unserer Gesundheit werden könne? Diese Frage ist mehrfach studirt und durch Versuche von Hesse und Emmerich, wie es scheint, endgiltig entschieden.

Abgesehen von den Ergebnissen dieser Versuche steht zunächst fest, dass Zimmerluft allgemein mikrobenreicher ist als die Aussenluft, das Eindringen von Aussenluft daher den Mikrobenreichtum der Innenluft nicht vergrössern, sondern nur vermindern kann.

Nach den Versuchen steht fest, dass Luftströme von so geringer Geschwindigkeit, als bei der natürlichen Ventilation stattfinden (S. 772), ausser Stande sind, Bakterien durch eine Mauer hindurchzuführen. Mit solch schwachen Luftströmungen können Bakterien nur gegen die Mauerfläche gedrängt werden, an welcher sie dann hängen bleiben. Ob hier Untergang oder Fortvegetation stattfindet, hängt von der Ober-

flächenbeschaffenheit ab. Wenn nun auch bei feuchtwarmem Zustande Wachsthum und sogar Hineinwachsen der Bakterien in die Mauer stattfände, so soll (nach Emmerich) dies keine Bedeutung haben, weil unter der stark desinfizirenden Wirkung des Kalkhydrats der Mauer, das bei Mauerfeuchtigkeit dauernd besteht, oder auch neu entsteht, ein Wachsthumsvorgang nicht denkbar sei. Emmerich spricht sogar die Ansicht aus, dass Wände aus undurchlässigem Material mit Bezug auf die Bakterienfrage als ungünstig bezeichnet werden müssten, weil bei ihnen an der Innenseite leicht Feuchtigkeit niederschlagen wird, die aus der Zimmerluft sowohl Bakterien als Nährmittel für dieselben aufnehmen kann; von dieser Möglichkeit sind ausreichend poröse Wände frei.

Zu dem Versuchsergebniss, dass das in Mauern enthaltene Kalkhydrat desinfiziert, entsteht aber die Frage, ob die nöthige Menge von Kalkhydrat dauernd in den Mauern vorhanden ist und ob das Kalkhydrat sicher alle Stellen im Innern der Mauer erreicht. Bei Mauern aus grossen Werkstücken scheint letzteres keineswegs gesichert.

Eine Ausnahme von der Bakterienfreiheit des Innern von Mauern tritt ein, wenn durch den Gehalt der Mauer an gewissen Stoffen, wie z. B. an Schwefelsäure, oder durch Zuführung anderer geeigneter Stoffe, wie z. B. Urin, der Aetzkalk der Mauer neutralisirt wird. Schwefelsäure ist aber ein Bestandtheil von einzelnen Sandsteinsorten und Verunreinigungen von Mauertheilen mit Urin sind sehr alltägliche Vorkommnisse.

Schliesslich ist zu diesem Gegenstande darauf aufmerksam zu machen, dass das Innere von Ziegeln, weil diese bei einer Temperatur von mindestens 800° erbrannt werden, anfänglich sicher bakterienfrei ist.

b. Spezifische Wärme (Wärmekapazität) und Wärmeleitung der Baumaterialien.

1. Spezifische Wärme.

Spezifische Wärme ist die zur Erhöhung der Temperatur eines Körpers von 1 kg Gewicht erforderliche Wärmemenge; die spezifische Wärme des Wassers wird als Maasseinheit benutzt. Streng genommen ist spezifische Wärmemenge diejenige Wärmemenge, durch welche 1 kg eines Körpers eine Temperatur-Erhöhung von 0° auf 1° erfährt. Mit höher werdenden Temperaturen wechselt nämlich die spezifische Wärme; da der Wechsel aber nur gering ist, und die geringen Temperaturen, mit welchen im Bauwesen zu rechnen ist, auch innerhalb verhältnissig enger Grenzen liegen, wird für die Zwecke desselben von der Berücksichtigung der Veränderlichkeit der spezif. Wärme Abstand genommen.

Je grösser die Dichte eines Materials je grösser ist seine spezif. Wärme; poröses — lufthaltiges — Baumaterial hat daher die geringste spezif. Wärme. —

Nachstehend folgen für eine Reihe der wichtigsten Baumaterialien die Angaben der spezif. Wärme, theilweise blos die Grenzen, innerhalb deren die spezif. Wärme sich bewegt. Für Massenmaterial (d. h. solches mit geringem spezif. Gewicht) erfolgt die Angabe nach cbm ; für anderes Material, mit hohem spezif. Gewicht, ist die Angabe auf das Gewicht von 1 kg des betr. Materials bezogen. Es bedarf bei dem Einfluss, den das spezif. Gewicht der Körper und ihre genaue chemische Zusammensetzung üben, kaum der Hervorhebung, dass die Angaben oft Unterschiede zeigen werden, die in der Herkunft des betr. Materials, theils auch in den Bestandtheilen und in der angewendeten Bestimmungsmethode der spezif. Wärme ihre Erklärung finden.

Tabelle über die spezif. Wärme verschiedener Materialien.

| No. | Material. | Spezif. Wärme Wärmeeinh. | No. | Material. | Spezif. Wärme Wärmeeinh. |
|-----|--|--------------------------|-----|---|--------------------------|
| | A. Spezif. Wärme bezogen auf 1 cbm Material. | | | B. Spezif. Wärme bezogen auf 1 kg Material. | |
| 1 | Wasser | 1000 | 1 | Wasser | 1,000 |
| 2 | Atmosph. Luft . . | 0,312 | 2 | Atmosphär. Luft . . | 0,2377 |
| 3 | Carara-Marmor . . | 785 | 3 | Blei | 0,0314 |
| 4 | Granit aus d. Oberpfalz | 601—753 | 4 | Glas (stark wechselnd) | 0,1777 |
| 5 | Grünsandstein . . | 614—665 | 5 | Gusseisen | 0,1298 |
| 6 | Dolomit | 613 | 6 | Stahl | 0,1185 |
| 7 | Kalkstein | 500—766 | 7 | Schmiedeeisen | 0,1138 |
| 8 | Kohlensaurer Kalk | 350 | 8 | Zinn | 0,0957 |
| 9 | Ziegelstein | 340—742 | 9 | Zink | 0,0956 |
| 0 | Holz, trocken . . . | 230—380 | 10 | Kupfer | 0,0951 |
| 1 | Eichenholz | 439 | 11 | Messing | 0,0939 |
| 2 | Fichtenholz | 280 | | | |
| 3 | Gips | 630 | | | |
| 4 | Quarz | 502 | | | |

Nach dieser Tabelle bedarf dieselbe Menge Holz zur Erwärmung nur etwa halb so viel Wärme als Ziegelstein, poröser Kalkstein und Quarz etwa das $1\frac{1}{2}$ fache von Ziegelstein. Die Wärmemenge, welche wenig poröse Gesteine, wie Dolomit, Grünsandstein und dichter Marmor erfordern, liegen etwa zwischen dem $1\frac{1}{2}$ und 2 fachen derjenigen poröser Ziegelsteine; die genannten natürlichen Gesteinsarten, wie alle dichten natürlichen Steine sind daher kalt.

Unter den Metallen wird Blei aussergewöhnlich leicht warm; alsdann folgen Kupfer, Zink, Zinn, welche etwa in übereinstimmendem Maasse erwärmungsfähig sind, darauf Eisen und schliesslich Glas, welches etwa $\frac{3}{4}$ der Wärmemenge der atmosph. Luft bedarf um gleiche Temperatur-Erhöhungen wie diese zu erfahren.

2. Wärmeleitung.

Während durch die spezif. Wärme die Fähigkeit eines Materials Wärme aufzunehmen gemessen wird, bestimmt sich die Fähigkeit eines Materials, Wärme von der einen Fläche desselben durch die Wanddicke hindurch zur gegenüber liegenden Fläche zu leiten, durch dessen Leitungsfähigkeit.

Je geringer die spezif. Wärme und gleichzeitig die Wärmeleitung eines Materials, um so weniger Wärme ist nothwendig, damit dasselbe eine gewisse Wärmemenge festhalte, so dass also die bleibende Temperatur desselben in umgekehrtem Verhältniss zu jenen beiden Faktoren steht. In Zeichen ausgedrückt: $t = \frac{1}{ab}$.

Die Wärmeleitung eines Materials bestimmt sich nach derselben Grundformel, welche S. 770 für die Luftdurchlässigkeit eines Materials gegeben ist:

$$M = c \frac{t-t_1}{d}$$

in welcher als Maasseinheiten, Stunde, qm und m zu Grunde liegen.

Nach verschiedenen Beobachtungen ist aber anzunehmen, dass die Wärmedurchleitung durch ein Material einem etwas anderen als dem Ausdruck $\frac{1}{d}$ folgt, u. z. mit wachsendem d weniger rasch als in dem Verhältniss $\frac{1}{d}$ abnimmt; vergl. die Tab. S. 781.

Der Beiwerth c (Transmissionskoeffizient) ist, wie der Permeabilitätskoeffizient, von der Dichte des Materials abhängig; er nimmt mit der Dichte zu und umgekehrt. Durch Nässe wird er nur um einige Prozent beeinflusst und zwar leitet — vermöge der besonders grossen Leitungsfähigkeit des Wassers — nasses Material die Wärme besser als trockenes. Poröse Baumaterialien sind daher nicht nur mit Bezug auf Luftdurchlässigkeit, sondern auch mit Bezug auf den Wärmeschutz, d. h. Verminderung von Temperaturschwankungen vor solchen aus dichten Materialien im Vorzuge. Besonders werthvoll ist der aus Luftdurchlässigkeit, geringer spezif. Wärme und Wärmeleitung hervorgehende Vorzug poröser Baumaterialien, dass sie rasch Feuchtigkeit abgeben, mithin sich trocken halten.

Nachstehende 2 Tabellen enthalten eine Anzahl Werthe des Leitungskoeffizienten, denen aber die Bemerkung beizufügen ist, dass für einige Materialien anderweit abweichende Zahlen ermittelt worden sind. Dies gilt insbesondere für einige Metalle; die Abweichungen sind hier unberücksichtigt gelassen.

Tabelle 1
über die Grösse der Wärmeleitung verschiedener
Materialien (Werthe von c).

| No. | Material. | Wärmeleitungs- Koeffizient c | No. | Material. | Wärmeleitungs- Koeffizient c |
|-----|--|-----------------------------------|-----|---|-----------------------------------|
| 1 | Kupfer | 69 | 16 | Fichtenholz parallel z. d. Fasern | 0,093 |
| 2 | Eisen | 28 | 17 | Eichenholz senkr. z. d. Fasern | 0,211 |
| 3 | Zink | 28 | 18 | Kork | 0,143 |
| 4 | Zinn | 22 | 19 | Zerstossene Ziegelsteine, grobkörnig | 0,139 |
| 5 | Blei | 14 | 20 | Zerstossene Ziegelsteine, feinkörnig | 0,165 |
| 6 | Feinkörniger grauer Marmor | 3,48 | 21 | Feines, geschlämmtes Ziegelmehl | 0,140 |
| 7 | Grobkörniger weisser Marmor | 2,78 | 22 | Kreidepulver, gepresst | 0,103 |
| 9 | Feinkörniger Kalk- stein | 1,70—2,08 | 23 | Holzäsche | 0,060 |
| 9 | Glas | 0,75—0,88 | 24 | Sägemehl | 0,065 |
| 10 | Grobkörniger Lias- Kalk | 1,36 | 25 | Holzkohlenpulver . . | 0,079 |
| 11 | Gips mit Wasser angemacht | 0,33 | 26 | Kokepulver | 0,160 |
| 12 | Gips mit Alaun an- gemacht | 0,63 | 27 | Leinwand | 0,039 |
| 13 | Gebrannter Thon . | 0,51—0,63 | 28 | Graues Druckpapier . | 0,034 |
| 14 | Quarzsand | 0,27 | 29 | Stärkekleister | 0,425 |
| 15 | Fichtenholz senkr. z. d. Fasern | 0,17 | 30 | Ruhende Luft | 0,040 |

Die folgenden wenigen von Lang ermittelten Leitungskoeffizienten sind auf eine andere Einheit bezogen als die der vorigen Tabelle; es gestatten daher die Zahlen der einen Tabelle Vergleiche mit denjenigen der anderen nicht. Die Lang'schen Zahlen sind aber dadurch von besonderem Interesse, dass sie sich auf die am häufigsten gebrauchten Materialien beziehen und auch den Einfluss erkennen lassen, welchen Durchfeuchtung auf das Leistungsvermögen ausübt:

Tabelle 2
über die Wärmeleitung einiger Materialien.

| No. | Material. | Wärmeleitungsvermögen | |
|-----|------------------------------------|-----------------------|-----------|
| | | trocken. | nass. |
| 1 | Carara-Marmor | 100 | 102,1 |
| 2 | Granit aus der Oberpfalz | 92,9 | 93,6 |
| 3 | Grünsandstein | 92,9—97,1 | 93,1—98,5 |
| 4 | Kalkstein | 94,4 | 97,1 |
| 5 | Ziegel, von Hand geformt | 88,0 | 92,1 |
| 6 | „ , Maschinenformung | 87,4 | 91,6 |

Die Tabelle 1 zeigt die Metalle als ausserordentlich starke Wärmeleiter, allen voran das Kupfer, das sich daher zu Heizkörpern besonders empfiehlt. Zink und Eisen besitzen nicht ganz die Hälfte der Leitungsfähigkeit von Kupfer, aber auch sie sind noch starke Leiter; es wird daher unter Dächern aus diesen Materialien die Temperatur stark erhöht werden. Glas hat keine hohe Wärmeleitung, aber hohe spezifische Wärme (Tab. S. 778), hält daher die Wärme fest, was in kalter Jahreszeit günstig ist, in warmer unangenehm sein kann, jedenfalls aber gegen rasche Temperaturwechsel schützt. Tapete besitzt nur geringe Wärmeleitung, dagegen Stärkekleister sehr hohe; tapezirte Wände werden daher relativ kühl sein. Die geringe Wärmeleitung von Papier spielt auch bei den Holzzementdächern eine Rolle, die daher auch durch ihre mehrfachen Papierlagen zur Kühlhaltung der Dachräume im Sommer und Warmhaltung derselben im Winter beitragen. Ebenso bildet ein Leinwandbezug ein relativ gutes Isolirmittel gegen Wärmeschwankungen. Die Zahlen zu No. 20—25 beziehen sich auf einige, als sogen. Wärmeschutzmittel gebräuchliche Materialien; sie lassen die grossen Unterschiede in der Leistungsfähigkeit solcher scharf hervortreten. Ein vorzügliches Wärmeschutzmittel ist — nach No. 20 der Tabelle 3 — ruhende Luft, von der in Hohlsteinen und den sogen. Luftschichten neuerdings oft Anwendungen gemacht werden.

Grünzweig hat eine Reihe von Versuchen über die Wärmeleitung verschiedener Materialien ausgeführt, mit dem Zwecke um zu ermitteln, wie dieselbe sich im Vergleich zur Wärmeleitung von Korkstein (vergl. unter „Geformtes Deckenfüllmaterial“) stellt. Ob alle Versuche mit einer ausreichend grossen Zahl von Probestücken unternommen wurden, um als ganz sicher gelten zu können, sei dahin gestellt. Aber die Ergebnisse der Versuche sind werthvoll genug, dass sich die Mittheilung der gewonnenen Zahlen rechtfertigt. Sie beziehen sich theils auf einzelne Materialien, theils auf Verbindungen mehrerer Konstruktionen: Um den Einfluss von Rissen auszu-schliessen — namentlich bei Mörtel — ward eine Papierlage zwischen

Wärmequelle und Probestück eingefügt; den betr. Angaben ist in der Tabelle zur Kennzeichnung der Buchstabe *p* hinzugefügt.

Als Einheit ist für die mitgetheilten Zahlen die Wärmeleitung einer 40 mm dicken Korksteinplatte benutzt.

Tabelle 3
über Wärmeleitung einiger Baumaterialien und
Baukonstruktionen (nach Grünzweig).

| No. | A. Materialien. | Wärme- leitung. | No. | B. Konstruktionen. | Wärme- leitung. |
|----------------------------------|---|--------------------|-----|---|--------------------|
| 1 | Korkstein, 4 cm dick . | 1,00 | 7 | Bretter, 2,5 cm, mit dichten Fugen u. Rohrputz auf der Unterseite (<i>p</i>) | |
| 2 | Bewegte Luft | 6,93 | 8 | Wellblechdach mit geformtem, 3,3 cm starkem, dicht anschließendem Korkstein . | 1,29 |
| 3 | Dünnes Papier | 3,03 | 9 | Falzziegeldach mit Schalung (<i>p</i>) | 1,08 |
| 4 | 2 Lagen dünnes Papier mit Luftschicht von 6 cm | 2,17 | 10 | Holzzementdach m. Schalung, 4 Papierlagen und 6 cm Kiesschicht | 1,04 |
| 5 | Ziegelstein, 6,5 cm dick | 2,09 | 11 | Falzziegeldach m. Schalung und Rohrputz auf der Unterseite (<i>p</i>) | 1,04 |
| 6 | Hohlziegel, 6,5 cm " | 1,97 | 12 | desgl. mit doppelter Schalung u. 2 cm Luftschicht dazwischen . | 0,86 |
| 7 | Ziegelstein, 12 cm " | 1,60 | 13 | Doppelte Bretterlage m. 3 cm Luftschicht dazwischen u. Rohrputz auf der Unterseite (<i>p</i>) | 0,83 |
| 8 | Hohlziegel, 12 cm " | 1,53 | 14 | Falzziegeldach m. Schalung aus 4 cm Korkstein (<i>p</i>) | 0,80 |
| 9 | Schilfbretter, 3 cm " (<i>p</i>) | 1,42 | 15 | Pappedach m. Schalung aus 4 cm Korkstein und Rohrputz (<i>p</i>) . | 0,77 |
| 10 | Tuffstein, 12 cm dick . | 1,19 | 16 | Bretter, 2,5 cm, m. Schalung auf 4 cm Korkstein und Rohrputz auf der Unterseite (<i>p</i>) | 0,77 |
| 11 | Brett ohne Fugen, 4 cm dick (<i>p</i>) | 1,14 | 17 | Ziegeldach m. 3 facher Schalung und 2 Luftschichten von je 2 cm dazwischen | 0,76 |
| 12 | Schilfbretter, 5 cm dick (<i>p</i>) | 1,12 | 18 | desgl. mit doppelter Schalung, 2,5 cm Luftschicht und Rohrputz auf der Unterseite (<i>p</i>) | 0,70 |
| 13 | Korkstein, 4 cm dick (<i>p</i>) | 1,07 | | | |
| 14 | desgl., 3 cm dick (<i>p</i>) | 1,03 | | | |
| 15 | desgl., 4 cm dick, beiderseits mit Gipsputz . | 0,83 | | | |
| 16 | desgl., 6,5 cm dick (<i>p</i>) | 0,80 | | | |
| 17 | desgl., 6,5 cm dick, beiderseits mit Gipsputz | 0,65 | | | |
| 18 | desgl., 12 cm dick . . | 0,52 | | | |
| B. Konstruktionen. ¹⁾ | | | | | |
| 1 | Korkstein, 4 cm dick . | 1,00 | | | |
| 2 | Wellblechdach | 2,93 | | | |
| 3 | Falzziegeldach | 2,61 | | | |
| 4 | desgl. (<i>p</i>) | 2,00 | | | |
| 5 | Pappedach auf Schalung, mit Rohrputz auf der Unterseite . . . | 1,37 | | | |
| 6 | Falzziegeldach mit Schalung | 1,31 | | | |

¹⁾ Die bei einer Anzahl Konstruktionen vorkommenden Bretterschalungen sind überall 2,5 cm stark zu denken.

| No. | B. Konstruktionen. | Wärmeleitung. | No. | B. Konstruktionen. | Wärmeleitung. |
|-----|---|---------------|-----|---|---------------|
| 19 | Ziegeldach m. doppelter Schalung, 5 cm Luftschicht und Rohrputz auf der Unterseite (<i>p</i>) | 0,65 | 23 | Falzziegeldach m. Schalung aus 4 cm Korkstein | 0,61 |
| 20 | Falzziegeldach m. 3fach. Schalung ohne Luftschichten | 0,62 | 24 | Holzzementdach auf Schalung, 4 Papierlagen, 6 cm Kies- schicht u. Schalung aus Korkstein 4 cm, m. Rohrputz (<i>p</i>) . . | 0,58 |
| 21 | Falzziegeldach m. 3fach. Schalung u. zwei Luftschichten von 2cm (<i>p</i>) | 0,61 | 25 | Falzziegeldach m. Schalung, 6,5 cm, u. Gipsputz auf beiden Seiten derselben | 0,51 |
| 22 | desgl. desgl. desgl. u. Rohrputz auf der Unterseite (<i>p</i>) . . . | 0,61 | | | |

Die Tabelle zu A. lässt zunächst eine sehr hohe Wärmeleitung bewegter Luft und hohe Wärmeleitung von dünnem Papier erkennen, dagegen sehr geringe Wärmeleitung ruhender Luft. Bei Hohlziegeln geht die Wärmeleitung nicht so weit herab, als man von vorn herein annehmen möchte; es scheint daher zweifelhaft, ob Mauern aus Hohlziegeln mit solchen aus Vollziegeln, wenn eine — mit ruhender Luft erfüllten Luftschicht hergestellt wird, in bezug auf Wärmeschutz gleichwerthig sind. Gipsputz setzt die Wärmeleitung ziemlich stark herab.

Auffällig tritt in der Tabelle zu A. die Erscheinung hervor, dass das Wärmeleitungsvermögen nicht in umgekehrtem Verhältniss zur Dicke (*d*) der Materialien abnimmt, sondern in einem geringeren.

In mehren Zahlen der Tabelle zu B. tritt der Einfluss sehr merklich hervor, den die Oberflächenbeschaffenheit auf den Ein- und Austritt der Wärme übt. Die Zusammenstellung mehrer Materialien zu einer Konstruktion kann darnach mit Bezug auf Wärmeleitung sich anders verhalten als nach der Wärmeleitung der einzelnen Materialien zum voraus erwartet werden dürfte.

Aus den vorstehenden und den übrigen Tabellen ergibt sich, dass je poröser ein Material um so geringer seine Wärmeleitung ist. Doch erfolgt die Abnahme nicht im geraden Verhältniss, sondern langsamer.

3. Beispiele zu „spezifische Wärme“ und „Wärmeleitung“.

Durch die Grösse der spezif. Wärme wird in Verbindung mit der Grösse der Wärmeleitung die Temperatur, welche ein Körper annimmt, — bezw. bewahrt — bestimmt.

Körper mit hoher spezif. Wärme und hoher Wärmeleitung kann man als „kalt“ bezeichnen, Körper von geringer spezif. Wärme und geringer Wärmeleitung, umgekehrt, als „warm“.

Wenn sich bei einem Körper hohe spezif. Wärme mit geringer Wärmeleitung und ebenso, wenn sich geringe spezif. Wärme und hohe Wärmeleitung verbinden, kann man von „mittlerer Wärme“ desselben sprechen.

Es ersieht sich daraus, dass der Wärmeschutz eines Körpers, d. h. die Aufgabe, einem Körper mit geringem Wärmeaufwand dauernd eine von Schwankungen möglichst freie Temperatur zu

verschaffen, rein theoretisch auf verschiedene Weise gelöst werden kann. In Wirklichkeit wird es sich bei der Lösung der Aufgabe fast immer nur um die Benutzung eines Materials handeln, welches geringe Wärmeleitung besitzt und tritt die Mithilfe der spezif. Wärme relativ zurück.

Von ganz besonderer Bedeutung ist der Wärmeschutz bei Anlagen, die, wie z. B. Wasserleitungsrohre, vor dem Zutritt von Frost geschützt werden müssen oder bei langen Leitungen für Heizzwecke, die auf dem Wege zur Verbrauchsstelle der Wärme vor grösseren Verlusten bewahrt werden müssen.

Die Erreichung gleicher Temperaturen gleich starker Wände aus verschiedenen Materialien, welche im umgekehrten Verhältniss zur spezif. Wärme und der Wärmeleitung steht, daher dem Ausdruck $\frac{1}{ab}$ folgt, wenn unter a die spezif. Wärme und b die Wärmeleitung entstanden ist, wird durch folgende Beispiele anschaulich.

Beispiel 1. Für Mauern aus Ziegelstein und aus dichtem natürlichen Gestein, steht die spezif. Wärme nach der Tabelle auf S. 778 etwa in dem Verhältniss von $1:1\frac{1}{2}$ bzw. $1:2$; die Wärmeleitung ist nach Tabelle 2, S. 780, für beide Materialien wenig unterschieden. Daher würden die zur Festhaltung gleich grosser Wärmemengen dieser Wände aus den beiden Materialien erforderlichen Wärmemengen etwa in den Verhältnissen stehen:

$$\frac{1}{1,5 \cdot 1,0} = \frac{2}{3} \text{ bzw. } \frac{2,0 \cdot 1,0}{1} = \frac{1}{2}.$$

Da nun die Wärmeleitung etwa im umgekehrten Verhältniss zur Wanddicke steht, so würde, damit Gleichheit der festgehaltenen Wärmemenge bei beiden Materialien stattfindet, d. h. die Werthe der beiden Verhältnisse = 1 werden, die Bedingungen erfüllt sein müssen:

$$\frac{2}{3} \frac{1}{d} = 1 \text{ und } \frac{1}{2} \frac{1}{d} = 1, \text{ oder:}$$

$$\frac{3}{1} \frac{1}{d_1} = 1 \quad \frac{2}{1} \frac{1}{d_1} = 1$$

$$d_1 = \frac{3}{2} d \text{ oder } d = \frac{2}{3} d_1 \text{ und } d_1 = 2 d \text{ oder } d = \frac{d_1}{2}.$$

Es braucht also für Erzielung gleicher Temperaturen die Stärke einer Mauer aus Ziegelsteinen nur $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ herab, derjenigen aus dichtem natürlichen Stein zu betragen. Die nur $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ so starke Mauer aus Ziegelstein leistet inbezug auf Schutz gegen Wärmewechsel dasselbe was die nur $\frac{1}{2}$ bis doppelt so starke Mauer aus natürlichem Stein leistet.

Beispiel 2. 1^{qm} 1^{mm} starke Bleche aus Eisen und Kupfer wiegen bezw. 7,5 und 8,7 kg. Es soll ermittelt werden, wie sich die Wärmemengen zu einander stellen, welche in gleichen Zeiträumen in je 1^{qm} dieser Materialien aufgenommen werden:

Nach Tabelle S. 778 zu B ist die spezif. Wärme für 1 kg bezw.
für Eisen 0,1138, für Kupfer 0,1777,

mithin der Wärmebedarf für 1^{qm} :

$$\text{Eisen } 7,5 \cdot 0,1138 = 0,854; \text{ Kupfer } 8,7 \cdot 0,1777 = 1,54.$$

Nach Tabelle S. 779 die Wärmeleitungszahl für:

Eisen 28, für Kupfer 69.

Daher sind die Wärmeaufnahmen in gleichen Zeiträumen für:

$$\text{Eisen: } \frac{1}{0,854 \cdot 28} = \frac{1}{23,91}; \quad \text{Kupfer: } \frac{1}{1,546 \cdot 69} = \frac{1}{106,67}$$

D. h.: die Wärmeaufnahme von 1 qm 1 mm starken Kupferblech ist $\frac{106,67}{23,91} = 4,46$ mal grösser als diejenige von 1 qm 1 mm starkem Eisenblech. In demselben Verhältniss könnte also für gleiche Transmission beider Materialien die Flächengrösse des Kupferbleches kleiner genommen werden.

4. Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit auf die Wärmeleitung.

Bei der Wärmeleitung der Materialien ist bisher der Einfluss eines Faktors unberücksichtigt geblieben, welcher hier wenigstens kurz erwähnt werden muss. Dies ist derjenige Einfluss, den die Oberflächenform und -Beschaffenheit der beiden gegenüberliegenden Seiten des Materials auf die Wärmeleitung erfahrungsmässig übt. Dieser Einfluss wird durch Beiwerthe (Koeffizienten) für Eintritt bzw. Austritt berücksichtigt, welche für die verschiedenen Materialien ungleich sind. Wegen dieser Beiwerthe und ihrer Benutzung muss hier auf das Speziellere darüber in den betr. Lehrbüchern verwiesen werden.

Aus den Verschiedenheiten, welche in der Wärmeleitung verschiedener Materialien bestehen, erklärt es sich, dass wenn Wärme von einem Körper auf den anderen übergeht, Menge und Geschwindigkeit derselben von der Beschaffenheit der beiden Körper abhängig sind. Der Uebergang von Wärme aus Luft (oder Dampf) in tropfbarflüssige Körper gestaltet sich anders als der Uebergang aus Luft in feste Körper, oder die Uebergänge von Wärme aus Wasser in Luft (oder Dampf), bzw. aus festen Körpern in Luft. Auch diese durch Beiwerthe (Koeffizienten) zu berücksichtigenden Unterschiede bleiben hier ausser Betracht; sie werden erst in dem Abschnitt über Heizung an anderer Stelle des Buches berücksichtigt.

5. Strahlungswärme und Leitungswärme.

Ein letzter Punkt, der hier zu berühren ist, betrifft einen Unterschied in der Wärmeübertragung, der durch die Bezeichnungen Strahlungswärme und Leitungswärme (oder Kontaktwärme) ausgedrückt wird. Der Unterschied ist anschaulicher, wenn man sich an den Unterschied zwischen direktem Licht und diffusum Licht erinnert, in welchem eine Analogie vorliegt. Ein Theil der Wärme wird strahlenartig von der Quelle aus ohne wesentliche Abgabe an die umgebende Luft nach einer anderen Stelle hin übertragen, während ein zweiter Theil gleich an der Quelle in die Luft übergeht und mit dieser zu einer anderen Stelle gelangt.

Die sogen. „stechende Wärme“ eiserner Zimmeröfen und anderer metallischer Heizkörper ist Strahlungswärme, die Wärme, welche durch sogen. Luftheizung in Räume eingeführt wird, Leitungswärme.

Strahlungswärme wird von Manchem unangenehm empfunden, von Andern bevorzugt. Ob gesundheitlich ein Unterschied zu machen,

so lange die Strahlungswärme unter einer gewissen Temperaturgrenze bleibt, ist noch offene Frage. Hingegen wirkt höhere Strahlungswärme dadurch jedenfalls unangenehm, bezw. gesundheitsschädigend, dass sie grosse Temperatur-Unterschiede an verschiedenen Stellen eines und desselben Raumes hervorruft. Ein durch Strahlung erwärmter Raum kann neben heissen Stellen auch solche mit viel niedriger liegender Temperatur enthalten und dadurch unmittelbar schädigend auf Haut und Athmungswerkzeuge wirken. Des weiteren werden durch die Ungleichheit in der Wärmevertheilung einige Theile der Raumschliessung — die Wände — auf beträchtlich geringeren, bezw. höheren Temperaturen sich halten als andere Theile. Gegen solche Flächentheile wird dann von den in der Nähe sich aufhaltenden Personen eine mehr oder weniger bedeutende Abstrahlung der Körperwärme bezw. ein Hinderniss für ausreichende „Entwärmung“ stattfinden, woraus Störungen des Wohlbefindens, hervorgehen, oder Disponirungen zu solchen entstehen können; auch wird an kalten Wandtheilen leicht Feuchtigkeit niedergeschlagen, die in mehrfacher Weise gesundheitsschädigend wirken kann. Möglichste Gleichheit der Wärmevertheilung in einem Raume ist darum eine Forderung von Bedeutung, welche zu dem Vorhandensein von Strahlungswärme im Widerstreit steht.

Die grössten Mengen von Strahlungswärme liefert das offene Feuer der Kamine. Geschieht die Wärmeabgabe durch ein Zwischenmittel (Metall, Thon usw.), so hängt die Menge der Strahlungswärme von der Oberflächenbeschaffenheit des Zwischenmittels ab. Je rauher die Oberfläche, um so grösser ist im allgemeinen die Menge der Strahlungswärme und umgekehrt. Nachstehend sind für eine Reihe von Materialien die Beiwerthe (Koeffizienten) der Strahlungswärme angegeben, denen die Menge dieser proportional ist.

Tabelle der Koeffizienten der Strahlungswärme einiger Materialien.

| No. | Material. | Koeffizient. | No. | Material. | Koeffizient. |
|-----|--|--------------|-----|-------------------------|--------------|
| 1 | Kupfer | 0,16 | 10 | Glas | 2,91 |
| 2 | Zinn | 0,22 | 11 | Bausteine (?) | 3,60 |
| 3 | Zink | 0,24 | 12 | Gips | 3,60 |
| 4 | Polirtes Messing | 0,26 | 13 | Holz (?) | 3,60 |
| 5 | Polirtes Eisenblech | 0,45 | 14 | Feiner Sand | 3,62 |
| 6 | Schwarzblech | 2,77 | 15 | Oelanstrich | 3,71 |
| 7 | Mit Rost bedecktes Schwarzblech | 3,36 | 16 | Papier | 3,77 |
| 8 | Roheisen | 3,17 | 17 | Wasser | 5,31 |
| 9 | Rostiges Roheisen | 3,36 | 18 | Oel | 7,24 |

Die Tabelle macht anschaulich, in welchem Umfange die von rauhen Oberflächen eiserner Oefen abgegebene Wärme belästigend — und gesundheitsschädigend — im Vergleich zu der von blanken Oberflächen abgegebenen Wärme sein kann. Kachelöfen, sowohl als blanke Heizkörper für Dampf- und Wasserheizung, eiserne Oefen mit theilweiser Bildung der Umschliessungen aus Fliesen, sind entschieden im Vorzuge. Desgleichen wirkt es auf die Wärmestrahlung vermindern, wenn die Oberfläche eiserner Oefen fortwährend in gutem — blanken — Zustande erhalten wird und sich nicht mit Rost bedeckt.

c. Besondere Anforderungen an Baumaterialien mit Rücksicht auf Besonderheiten des Gebrauchszweckes.

Aus dem Verhalten der natürlichen und künstlichen Bausteine gegen Wärme und Feuchtigkeit ergibt sich — wenn die Festigkeit ausser Betracht bleibt — deren Eignung für besondere Zwecke, zu Konstruktionen.

Nur einiges Wenige von allgemeiner Natur ist hierzu voraus zu schicken.

Für die gesundheitliche Beurtheilung eines Baumaterials — bezw. einer Zusammenstellung, oder Konstruktion aus mehreren Materialien, steht die Wärmebeständigkeit, d. h. die Einschliessung der Wärmeschwankungen in möglichst enge Grenzen, dem Wärmeschutz, d. h. der leichten Erwärmbarkeit und Erhaltung auf der höheren Temperatur, voran. Alsdann ist die Art und Weise, wie das Material sich gegen Feuchtigkeit verhält: ob geringe oder grosse Aufnahme, leichte oder schwierige Abgabe (Austrocknung) erfolgt, wichtig. Alle diese Eigenschaften sind wesentlich durch die Porosität bestimmt.

Bei den künstlichen Steinen, den Ziegeln, wechselt die Porosität in sehr weiten Grenzen; sie hängt anscheinend mehr von der Natur des Rohmaterials als von der Schärfe des Brandes ab. Auch die beim Brande gesinterten Steine (sogen. Klinker) sind nicht ganz dicht, sondern nehmen noch gewisse Wassermengen auf.

Theilweise mit dem Zweck, Ziegel an einer Seite wasserundurchlässig zu machen, hat man denselben Glasur gegeben. Wenn aber die Masse des Steins nicht von besonderer Güte ist, schützt die Glasur nicht vor baldiger Zerstörung. Ebenso kann auf Steinen aus tadelloser Masse die — einseitige — Glasur durch grosse Unterschiede, die in der Temperatur des Steins an beiden Seiten stattfinden, zerstört werden, noch leichter iness dadurch, dass von der Rückseite aus Feuchtigkeit hinter die Glasur tritt.

Sinterung und Glasur der Ziegel sind für ihre Verwendung beim Hausbau im allgemeinen etwas Schädliches, indem sie die für Trockenheit und Wärmeschutz so wichtige Porosität beschränken, oder aufheben.

Dem Beton hat man oft den Vorwurf zu geringer Porosität für Zwecke des Hausbaues gemacht. Dieser Vorwurf ist nach den Versuchen von Lang (S. 771) unbegründet. Aber auch wenn die von Lang ermittelten Zahlen keine allgemeine Uebertragung gestatten sollten, steht es fest, dass man durch entsprechende Magerung des Mörtels (Verringerung des Zement-, und Erhöhung des Sand-Zusatzes) eine sehr weit gehende Porosität des Betons — sogar unter Kostenersparung — erreichen kann. Grundsätzlich könnte daher dem Beton beim Hausbau das Recht, mit dem Ziegelbau in Wettbewerb zu treten, nicht verweigert werden, wenn nicht seine Porosität beim Nasswerden zu stark vermindert würde, bezw. ganz aufhörte (S. 774). Ein weiterer Grund, der Vorsicht anrätlich macht, liegt darin, dass über die spezif. Wärme und die Wärmeleitung von Beton bisher nichts bekannt ist, man daher die vielfach bestehende Ansicht, dass Beton „kalt“ sei, vorläufig nicht widerlegen kann.

Bei Herstellung von Beton in der Form von Werkstücken wird — zur Vermehrung der Festigkeit — meist Pressung angewendet, wobei die Partikel dichter zusammengedrängt werden. Vom gesundheitlichen Standpunkte betrachtet ist dies kein Vortheil. Immerhin muss beachtet werden, dass durch die fabrikmässige Herstellung

der Werkstücke ein bestimmter gewollter Grad von Gleichmässigkeit in der Beschaffenheit des Betons viel besser gesichert ist, als wenn Beton-Mauerkörper in ungetheilten Massen hergestellt werden. —

Um Fundamente möglichst trocken zu erhalten, wird am besten ein möglichst dichtes Gestein gewählt. Daher sind hierzu die natürlichen Steine im Vorzuge vor den künstlichen. Unter den ersteren verdienen wieder die dichtesten, wie Granit, Gneis, Grauwacke, Porphyr, Basalt usw. den Vorzug vor Sandstein und Kalkstein. Sandstein ist oft stark porös; auch lockert sich bei stark eisen-schüssigem oder thonigem Verbindungsmittel der Körner zuweilen sein Gefüge, desgl. durch einen Antheil von Schwefel. Ebenfalls sind durch Pressung dicht gewordene Beton-Werkstücke ein gutes Material für Fundamente. Kalkstein wird von Feuchtigkeit in Verbindung mit Kohlensäure, auch von Humussäuren angegriffen und ausserdem dringen in die Trennungen seiner Schichten, selbst wenn sie sehr fein sind, Pflanzenfasern ein, welche den Zusammenhang der Schichten aufheben können. Von Kalksteinarten, deren Zahl sehr gross ist, sollen daher zu Fundamenten nur die dichten Sorten mit unausgesprochener Schichtung verwendet werden. — Auch ein sorgfältig hergestelltes — dichtes Beton-Bett ist als Fundament hygienisch zweckmässig. —

Zum Bau der Grundmauern können je nach der Beschaffenheit des umgebenden Erdreichs sowohl natürliche als künstliche Steine gut geeignet sein.

Ist der umgebende Boden rein und trocken, auch Sicherheit vorhanden, dass derselbe beständig trocken bleibt, so sind poröse Steine — natürliche oder künstliche — im Vorzuge, wegen ihrer Wärmebeständigkeit und der Beförderung natürlichen Luftwechsels, der freilich, wenn die Hinterfüllung aus dichtem Lehm Boden besteht, so gut wie Null sein kann.

Wenn dauernd geringe Feuchtigkeit vorhanden oder zeitweilig erwartet werden muss, wird man zu Grundmauern, wie zum Fundament zweckmässig dichte natürliche Bausteine wählen, die zwar wenig wärmebeständig sind, aber gegen Eindringen von Feuchtigkeit in die Mauern den grösseren Schutz gewähren. —

Bei aufgehenden Mauern ist ein Unterschied in bezug auf die oberen und unteren Theile zu beachten. Die unteren Theile werden, von der in der Nähe des Bodens herrschenden grösseren Luftfeuchtigkeit und vom Spritzwasser — Tropfenfall — beeinflusst. Die obersten Theile der Mauer haben — wenn nicht ein weit überstehendes Dach Schutz gewährt — vom Schlagregen zu leiden. Darnach werden die mittleren Theile der Mauerhöhe von den sogen. Atmosphärlilien usw. am wenigsten beansprucht.

Da das dichte Gestein Feuchtigkeit weniger leicht aufnimmt, das poröse aufgenommene Feuchtigkeit leichter wieder abgiebt, so können für die unteren Mauertheile dichte natürliche und poröse künstliche sowohl als natürliche in Wettbewerb treten und werden örtliche und Preisverhältnisse zugunsten des einen oder anderen Materials den Ausschlag geben. Zu beachten ist dabei aber, dass der höhere Kohlensäurereichthum der Luft unmittelbar über Boden, verbunden mit höherem Feuchtigkeitsgehalt, manche natürlichen Steine (besonders Kalksteine) stark angreift.

Zu den mittleren Theilen einer aufgehenden Mauer sollten nur poröse Steine verwendet werden, theils im Interesse des Luftdurchganges (Austrocknung nach Regen), theils im Interesse der Wärme-

beständigkeit. Dichtes (kaltes) Material giebt leicht Anlass zum Niederschlagen von Feuchtigkeit an der Innenseite der Mauer, die mit der höher temperirten, und darum meist höher mit Feuchtigkeit gesättigten Luft der Räume in Berührung ist. Letztere Eigenschaft ist von ganz besonderer Bedeutung bei Räumen, in welchen viel Feuchtigkeit erzeugt wird, z. B. durch häufiges nasses Reinigen, durch Kochen und Waschen, in Arbeitsräumen betr. Fabriken, in viel benutzten sogen. Massenlokalen, wo die durch Respiration (Ausdünstungen usw.) der Besucher erzeugten Feuchtigkeitsmengen gross sind.

Zu den obersten — ungeschützten — Mauertheilen können wieder, wie zu den unteren, dichte und poröse Bausteine — natürliche und künstliche — in Wettbewerb treten.

Ein Bewurf der Mauern mit Kalkmörtel (Putz) ändert an der Luftdurchlässigkeit und Wärmebeständigkeit der Mauer wenig, da Luftmörtel stark porös ist. Da Zementmörtel etwas weniger porös als Kalkmörtel ist, wird Zementabputz die Porosität einer Mauer gewöhnlich etwas herabsetzen, am meisten und längsten wenn dieselbe durch Regen angefeuchtet ist. —

Ueber Gipsdielen und ähnliche Materialien, die auch als Materialien zur Wandbildung in Gebrauch gekommen sind, vergleiche unter „Deckenfüllmaterialien“.

Korksteine, desgleichen wie vor.

Stuck. Die Hauptmasse besteht immer aus Gips. Wenn die Bereitung unter Zusatz nur von Wasser mit etwas Leim stattfindet — gewöhnlicher Stuck — und die Gegenstände in Leimformen gegossen werden, ist der Stuck sehr porös, also ein schlechter Wärmeleiter nimmt auch sehr viel Wasser auf; die Leitungsfähigkeit wird durch Zusatz einer Alaunlösung verdoppelt. Die raue Oberfläche des gewöhnlichen Stucks ist sehr zur Festhaltung und Ansammlung von Staub geeignet. — Besserer Stuck (Stucco lustro und Stucco lucido), der unter Zusatz von Farbstoffen in feiner Vertheilung hergestellt wird, ist viel dichter als der gewöhnliche Stuck, besonders an der Oberfläche, welche polirt wird, daher kein Wasser aufnimmt und auch das Hängenbleiben von Staub nicht zulässt. Von Stuckmarmor, in welchem der Hauptbestandtheil gemahlener Marmor ist, gilt Aehnliches wie von Stucco lustro und Stucco lucido.

Dichter Marmor hat, verglichen mit anderen Gesteinen, ziemlich hohe spezif. Wärme und Wärmeleitung, ist daher einigermaßen warm. Er ist wenig wasseraufnahmefähig und nur geringer Abnutzung unterworfen, deshalb ein gutes Material zu Wandbekleidungen, Umhüllungen von Kochherden und Fussböden.

Fliesen. Solche aus gebranntem Thon sind, wenn ohne Glasur und Anstrich hergestellt, mit Bezug auf Beeinflussung durch Feuchtigkeit und Wärme den dichten Ziegelsteinsorten gleichzustellen. — Gemusterte Fliesen, die bei schärferer Hitze als Ziegel, aus geschlämmtem Thon, unter Zusatz von Farben erbrannt werden, sind entsprechend dichter als letztere, und weichen daher in ihrem Verhalten gegen Wärme und Feuchtigkeit von den Ziegeln ab. Zahlen, die dies genauer erkennen lassen, sind bisher aber nicht bekannt geworden. — Mit Glasurüberzug versehene Fliesen sind in der Masse und im Brand mit den gemusterten übereinstimmend. Wenn bei ihnen die Aussenfläche glatt ist, sind sie vorzügliche Materialien zu Wandbekleidungen und Fussbodenbelägen. Wenn aber die Oberfläche Relief zeigt, wie es zur besseren Standsicherheit vielfach

angewendet wird, dienen die „Gründe“ zur Ansammlung und Festhaltung von Staub und Schmutz; Relieffliesen sollten daher nur im Freien zur Anwendung kommen.

Glasirte Ofenkacheln bestehen aus einer stark porösen Thonmasse mit Glasurüberzug. Durch die Glasur wird vielleicht die Wärmeleitung etwas abgeschwächt, dazu aber auch die Abgabe der Wärme als Strahlungswärme (vergl. S. 785), gleichzeitig auch die Ablagerung von Staub verhindert.

Glas hat hohe spezif. Wärme und gleichzeitig hohe Leitungsfähigkeit (Tab. S. 778 und S. 779); es wird daher nicht übermässig erhitzt, theilt aber einem dahinter liegenden Raum viel Wärme mit und kühlt beim Sinken der Temperatur rasch ab. Seine Wärmebeständigkeit ist daher sehr gering, wechselt aber nach der Beschaffenheit des Glases, der Dicke und dem Zustande der Oberfläche in weit auseinander liegenden Grenzen.

Gipsestrich ist stark wärmeleitend, daher kalt. Durch seine Porosität und leichte Entstehung von Rissen, wenn er auf wandelbarer Unterlage — wie z. B. auf hölzernen Decken — liegt, wird er für Aufnahme von Schmutz sehr geeignet. Für Wohnräume sollte daher Gipsestrich nicht angewendet werden, zumal er auch stark abnutzt und Staub bildet.

Terrazzo-Fussböden bestehen aus hydraulischem Kalk, in welchen kleine Stücke aus natürlichem Stein — gewöhnlich Marmor — eingebettet werden. Die ganze Schicht, besonders deren obere Fläche, wird durch Druck mit Schleifwerkzeugen, und Zusatz entsprechender Flüssigkeiten sehr dicht. Wenn der Terrazo auf unwandelbarer Unterlage liegt, ist er — bei geringer Abnutzung — eine vorzügliche Fussbodendeckung. Spezif. Wärme und Wärmeleitung sind mittlerer Grösse.

Zuweilen dienen zur Herstellung von Terrazzo-Fussboden auch Platten, bei deren Herstellung anstelle von hydraulischem Kalk gewöhnlich Zement und künstliche Pressung stattfindet. Die Fugen — welche aber sehr eng sind — können Sammelstellen für Schmutz bilden.

Zement-Platten und -Fliesen werden aus Zementmörtel, meist unter Zuhilfenahme von Pressung, hergestellt, sind also relativ dicht. Die Dichte wechselt aber nach der Mörtelmischung und der Grösse der Pressung sehr und damit auch die Abnutzung. Die Wärmebeständigkeit ist von mittlerer Grösse. Eine Tränkung der Oberfläche mit Paraffin (vielleicht auch anderen Mitteln) benimmt den Zementfliesen die „Hellhörigkeit“. Zementplatten von der Dicke von 1—2 cm werden auch zur Dachdeckung benutzt, gewöhnlich in der Form, dass sie mit Falzen und entsprechenden Leisten am Umfange versehen sind.

Ueber Treppenstufen aus Beton gilt etwa das Gleiche wie über Zementfliesen.

Zementestrich, der wegen leichter Entstehung von Rissen nur auf unwandelbarer Unterlage anwendbar ist, besitzt in seiner schmutzigen Farbe, welche der Reinhaltung abträglich ist, und den nicht gerade grossen Widerstand gegen Abnutzung, Mängel, welche ihn anderen Estrichen gegenüber gesundheitlich minderwerthig machen. Er empfiehlt sich aber wegen seiner bei Nässe vorhandenen Dichte für Räume in denen viel mit Wasser umgegangen wird.

Asphaltestrich erleidet weniger leicht Risse und Brüche als Gips- und Zementestrich, ist auch für Wasser undurchdringlich,

schalldämpfend und nur in geringem Grade abnutzungsfähig. Seine Wärmebeständigkeit scheint von mittlerer Grösse zu sein; doch ist darüber bisher nichts Genaueres festgestellt. Das schmutzig-schwarzgraue Ansehen von Asphaltestrich beeinträchtigt den Reinlichkeitszweck.

Linoleum ist wasserundurchlässig und hat, da sein Hauptbestandtheil Kork ist (mit Zusatz von Harz und Leinöl), wahrscheinlich nur geringe spezif. Wärme, wahrscheinlich auch nur ein geringes Wärmeleitungsvermögen. Nach der Erfahrung ist es ziemlich wärmebeständig; betr. Versuchs-Ergebnisse sind aber bisher nicht bekannt geworden. Linoleum ist auch mit Bezug auf Leichtigkeit der Reinhaltung und geringe Abnutzung für Fussbodenbekleidung ein ganz besonders werthvolles Material. —

Da dem Dachraume eines Hauses, die Luft aus den darunter liegenden Wohnräumen zuströmt, derselbe also gewissermassen als „Vorfluth-Becken“ für die Lüftung der Räume dient — jedenfalls während des ganz überwiegenden Theils vom Jahre — so muss die Umschliessung des Dachraumes geeignet sein, der von unten aus zugeführten — verbrauchten — Luft den Austritt zu gestatten. Es ist daher eine grundsätzliche Forderung der Gesundheitspflege, dass die Bedachung des Hauses gut luftdurchlässig sei, wenn nicht in künstlicher Weise für Luftwechsel im Dachraume gesorgt ist. Der Verstrich von Dächern, wie der Gebrauch von nicht porösen Deckmaterialien oder Deckweisen, bei denen Luftabschluss stattfindet, bilden daher Uebel, welche, wenn nicht andere Rücksichten überwiegen, vermieden werden sollten. Insbesondere gilt dies für die relativ dicht schliessenden Falzziegeldächer. Jedenfalls müssen Dachpfannen, Dachziegel, Falzziegel, einigermassens porös sein, (was beiläufig schon darnach beurtheilt werden kann, ob sich auf denselben ein Moosüberzug bildet oder nicht). Glasirte Dachpfannen sollte man nicht leicht verwenden. Es ist um so leichter, auf ihre Verwendung Verzicht zu leisten, als infolge Ungleichheit der Ausdehnung durch die Wärme der Glasurüberzug sich leicht ablöst. Porosität sichert den Dachziegeln usw. auch rasche Austrocknung und höhere Wärmebeständigkeit als dem:

Dachschiefer eigen ist, welcher darnach den Dachziegeln usw. nachgesetzt werden muss, im Vergleich zu Metalldeckungen aber immer noch den Vortheil hat, rasch wieder zu trocknen wenn er durch Regenfall nass geworden ist. Doch wechselt Schiefer in seiner Dichte sehr; der englische Schiefer ist der dichteste.

Aus dichtem Schiefer hergestellte Fliesen und Fussleisten sind werthvolle Materialien zu Fussbodenbildungen, da sie nur sehr wenig abnutzen. — Dünne schieferartige Sandsteinplatten, die in mehren Gegenden als Deckmaterial gebraucht werden, sind gewöhnlich sehr porös und wasseransaugungsfähig, daher grossen Wärmeschwankungen ausgesetzt. Zu Fussbodenbelag und Treppenstufen sind nur die dichtesten Sorten brauchbar, da die weniger dichten in ihren Poren Schmutzstoffe aufnehmen und die Oberfläche stark abgenutzt wird.

Schiefer enthält oft Schwefelkies, der die Ursache zu rascher Zerstörung werden kann.

Dachpappe. Nach den Angaben der Tabelle S. 781 zu B. ist die Wärmeleitung, selbst wenn unter der Schalung noch ein Ueberzug mit Rohrputz angebracht wird, gross, das Dach daher starken Wärmeschwankungen unterworfen. Dagegen findet bei guter Unterhaltung

Wasseraufnahme nicht oder nur unmerklich statt. Das Gleiche wird von der als „Superator“ bekannten Dachpappe gelten.

Asphaltplatten sind Geflechte, die, gleich der Dachpappe, mit Theerpräparaten getränkt, aber nicht, wie Dachpappe, hart werden, sondern geschmeidig bleiben. Sie werden neuerdings als Isolirmittel der Grundmauern gegen Feuchtigkeit sehr geschätzt.

Dachleinwand, gut im Anstrich erhalten, ist für Wasser undurchdringlich, aber bei ihrer minimalen Dicke und grosser Dichte jedenfalls in der Temperatur weit mehr schwankend als Pappe. —

Kupfer- und Eisenbleche liefern sehr dichte Dächer, haben beide zwar sehr hohe spezif. Wärme (S. 778), aber auch sehr hohes Leitungsvermögen (S. 779), sind daher grossen Wärmeschwankungen unterworfen. Zu Deckenbildungen inform von Wellblech verwendet, sind die Wärmeschwankungen von vergleichsweise geringer Bedeutung.

Zinkblech erleidet bei weniger hoher spezif. Wärme und Wärmeleitung höhere Wärmeschwankungen als Kupfer- und Eisenblech. Wegen seiner grossen Ausdehnung (Koeffizient = 0,002942) treten leicht Brüche ein, welche die Verwendbarkeit von Zink da, wo Feuchtigkeit sicher abgehalten werden muss, infrage stellen können.

Bleiblech hat unter den Metallblechen die kleinste spezif. Wärme sowohl als Wärmeleitung, ist daher mit Bezug auf Wärmebeständigkeit das geringwerthigste unter den Metallblechen. Es ändert seine Temperatur vergleichsweise rasch und speichert so bedeutende Wärmemengen auf, dass es (bei der sehr niedrig liegenden Schmelztemperatur von nur 334°) unter der Wirkung von Sonnenbestrahlung allein halbflüssig wird, bei Kälte entsprechend rasch abkühlt. —

Holz. Die dichten Holzarten sind für fast alle Verwendungszwecke vor den Hölzern mit lockerem Gefüge im Vorzuge, weil sie Feuchtigkeit und Schmutz weniger leicht in ihre Poren eindringen lassen, auch widerstandsfähiger gegen Schwammbildung sind. Die spezif. Wärme und die Wärmeleitung des Holzes sind mässig, daher Holz „warm“ und auch wärmebeständig ist. Holzvertäfelungen von Wänden und Decken machen die Räume sehr wärmebeständig, besonders wenn Luftschichten zu Hilfte genommen werden, auf die man auch selten verzichten kann, weil die unmittelbare Berührung von Holz und Stein ersterem leicht Feuchtigkeit mittheilen würde. Feuchtigkeit wird von Holz lange und in grosser Menge festgehalten. Am leichtesten findet die Aufnahme von den Hirnenden aus statt; darnach sind bei Verwendungen, bei denen nicht die Fasern, sondern die sogen. Hirnflächen besondere Gelegenheit zur Wasseraufnahme haben, ungünstig zu beurtheilen. Mit der Feuchtigkeit eingedrungene Riechstoffe bleiben lange bestehen, ihre Wirkung wird durch Zersetzungs Vorgänge der Eiweissstoffe des Holzes selbst noch verstärkt. Holzpflasterungen von Strassen und Plätzen werden deshalb leicht stark übelriechend.

Indem selbst das sogen. lufttrockene Holz noch bis 10 Proz. des Eigengewichts an Feuchtigkeit festhält, zeigen sich bei Holz leicht die Erscheinungen des Wefens und Schwindens, ersteres wenn die Austrocknung an einer Seite (oder Stelle) rascher erfolgt als an den anderen Seiten, oder wenn eine Seite Feuchtigkeit von neuem aufnimmt. Alsdann wird das betr. Stück muldenförmig, bezw. in der Längsrichtung gekrümmt. Erfolgt die Abgabe der Eigenfeuchtigkeit

an allen Seiten gleichmässig, so schwindet das Holz. Nach Nördlinger beträgt das Schwindmaass in Prozent:

| Bei | Länge | Schwindmaass in der | |
|---------------------|-------|---------------------|--------------|
| | | radialen | tangentialen |
| | | Richtung | |
| Fichte | 0,00 | 2,08 | 2,62 |
| Kiefer | 0,00 | 2,50 | 2,87 |
| Eiche | 0,00 | 2,65 | 4,10 |
| Ahorn | 0,10 | 2,06 | 4,13 |
| Rothbuche | 0,20 | 5,25 | 7,00 |
| Linde | 0,10 | 5,73 | 7,17 |

Schutz gegen Feuchtigkeitsaufnahme wird durch Entfernung der leicht löslichen Eiweissstoffe des Holzes und Ersatz durch dauerhafte Füllstoffe (Imprägnirung) erzielt. Hölzer mit hohem Harzgehalt — wie ein paar amerikanische Coniferenarten — bedürfen der Imprägnirung nicht. Ein anderes Schutzmittel gegen Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz in die Holzporen, ist Oelfarbenanstrich, welcher sehr dicht und hart wird, aber erst spät aufgetragen werden darf. Zu Flächen, welche begangen werden, sollten nur sehr harte Holzarten Verwendung finden, weil diese zugleich die widerstandsfähigsten gegen Abnutzung sind und auch am wenigsten schwinden. Auf die besondere gesundheitliche Bedeutung des Schwindens von Fussbodenbrettern wird weiterhin unter „Deckenfüllmaterial“ noch eingegangen.

Xylolith (Steinholz) ist ein Surrogat für Holz und besteht aus Sägemehl, gemahlener Magnesia, basischem Chlormagnesium und Wasser. Es wird unter sehr hohem Druck in geformte Stücke (Platten) gepresst und als Fussboden, sowie auch anderweit verwendet. Der Stoff giebt gedämpften Klang; sein Verhalten mit Bezug auf Wärmeschutz ist günstig. Die Feuchtigkeitsaufnahme beträgt bei dem Porenvolumen von etwa 6⁰/₁₀ nur etwa 4⁰/₁₀. Die Erfahrungen mit dem Material sind noch nicht alt und vielseitig genug, um ein sicheres Urtheil über anderweite Eigenschaften von gesundheitlicher Bedeutung abgeben zu können.

d. Mörtel.

Da Mauerwerk immer zu einem wesentlichen Theile aus Mörtel besteht, indem bei solchem aus lagerhaften Bruchsteinen die Mörtelmenge 30—35⁰/₁₀, bei solchem aus Ziegelstein 25—30⁰/₁₀ beträgt und nur beim Quadermauerwerk eine Ermässigung auf 5—10⁰/₁₀ stattfindet, so ist der Mörtel von sehr grosser Bedeutung auch für die gesundheitlichen Wirkungen von Mauerwerk.

In dem Mauerwerk aus Ziegelstein oder Quadern bildet der Mörtel regelmässige Bänder oder Lamellen; in anderen Mauerwerkarten ist er mehr oder weniger unregelmässig vertheilt. Im Beton ist die Vertheilung des Mörtels die gleichmässigste. An die regelmässige Vertheilungsweise knüpfen sich Ungleichheiten, welche eine Mauer in bezug auf ihr Verhalten gegen Wärme und Feuchtigkeit zeigt. Und zwar wird das Verhalten des Mörtels wegen seiner relativ grossen Porosität günstiger sein als das der — dichteren — Steine,

am günstigsten bei Mauern aus natürlichen Steinen. Eine reichliche Mörtelmenge im Mauerwerk ist daher vom gesundheitlichen Standpunkte aus kein Uebelstand.

In anderer Hinsicht kommt der Mörtel hier insotern inbetracht, als bei der grossen Menge von Wasser, die derselbe bei der Verarbeitung enthalten muss, auch sehr bedeutende Wassermengen in das Mauerwerk gebracht werden, welche sich lange Zeit darin erhalten und die Austrocknung des Mauerwerks verzögern.

Es ist endlich darauf hinzuweisen, dass wenn das Anmachewasser des Kalks Salze enthält, das darin aufgeführte Mauerwerk dauernd feucht bleiben kann. Meerwasser und verunreinigtes Brunnenwasser enthalten Kochsalz. Wird solches Wasser zum Mörtelanmachen benutzt, so verbindet sich das Kochsalz mit der Kohlensäure zu Natrium-Carbonat, welches an der Aussenfläche der Mauer auswittert; daneben entsteht Chlorcalcium, welches sehr stark hygroskopisch ist, so dass es das Mauerwerk feucht macht. Durch den Wechsel zwischen Feuchtigkeit und Trockenheit, und die damit verbundenen, sich oft wiederholenden kleinen Volumenveränderungen wird ausserdem das Mauerwerk in rein mechanischer Weise zerstört. Letzteres findet ebenfalls statt, wenn Meerwasser zum Mörtelanmachen benutzt wird (das Chlormagnesium enthält). Wenn im Mörtelwasser oder in den Steinen Stickstoffverbindungen (salpetersaure Salze), vorhanden sind, oder aus der Umgebung, z. B. aus Düngerstätten oder Abortgruben aufgenommen werden, kann Mauerfeuchtigkeit entstehen und tritt alsdann diejenige Erscheinung auf, welche als „Mauerfrass“ oder „Salpeterfrass“ bezeichnet wird. Salze der Alkalien, welche in unreinem Mörtelwasser vorkommen oder dem Mörtel aus der Umgebung (unreinem Baugrund, Düngerstätten und Abortgruben) mitgetheilt werden, bringen auf der Aussenseite des Mauerwerks Auswitterungen in Kristallform — meist nadelförmige — hervor, welche aus kohlen-saurem Kali oder Chlorcalcium, kohlen- oder schwefelsaurem Natron bestehen. Sowohl der gewöhnliche Kalkmörtel als der Zementmörtel enthalten aber Alkalien in einiger Menge; daher nehmen Schäden und Zerstörungen der geschilderten Art gewöhnlich im Mörtel ihren Anfang.

Bei den beschriebenen chemischen Vorgängen sind Spaltpilze wesentlich betheiligt, deren Lebensbedingung: alkalische oder neutrale Reaktion des Mediums, in dem sie sich befinden, in der Weise geschaffen wird, dass unter Zutritt von Stickstoff die ursprünglich vorhandene starke Alkalität des Mörtels mehr und mehr schwindet und nach und nach ganz aufhört.

Das Anmachewasser des Mörtels soll daher rein, frei von Salzen aller Art, namentlich auch solchen sein, die das Wasser hart machen; möglichste Weichheit ist eine wichtige Eigenschaft des Anmachewassers, wozu daher am besten Regenwasser benutzt wird.

Verunreinigungen der angegebenen Art können auch im Mörtel-Sand, namentlich dem aus Gruben und an der Meeresküste gewonnenem Sand vorkommen, während der aus Flussbetten entnommene gewöhnlich reiner sein wird; der Grubensand enthält vielfach auch Lehmtheile, Pflanzenreste und Humusstoffe. Neben Reinheit des Mörtelwassers ist daher auch Reinheit des Mörtelsandes eine wichtige Forderung der Gesundheitspflege. Unreiner Sand sollte entweder gar nicht, oder erst nachdem er durch Waschen sorgfältig gereinigt ist, als Mörtelsand benutzt werden.

Hinsichtlich der Form der Sandkörner ist zu beachten, dass von ihr die Menge des Kalkzusatzes, bezw. bei seinem „Schwinden“ die Grösse des Porenvolumens abhängt. Grober Sand von gleichmässiger Korngrösse ergibt ein grosses Porenvolumen, was die Aufnahme von Nässe bei Regenfällen befördert. Am dichtesten legen sich die Sandkörner zusammen, wenn unter ihnen alle Korngrössen zu entsprechenden Antheilen vertreten sind. Sand aus groben Körnern von einiger Gleichmässigkeit der Grösse erfordert daher den grössten Zusatz an Kalk, Sand, in dem grobe und feine Sandkörner in entsprechendem Mischungsverhältniss enthalten sind, den geringsten. Da nun die Adhäsion zwischen Sandkörnern und Kalk grösser ist als diejenige zwischen den Kalktheilchen, so werden im Mörtel, der nur mit Grobsand, ohne Zumischung von Feinsand bereitet ist, leicht Risse entstehen, während solcher aus gemischtem Sand davon frei bleibt.

Am günstigsten verhält sich mit Bezug auf die Vermeidung von Rissen der sogen. scharfe Sand, der nicht aus runden, sondern eckigen Körnern aller Grössen besteht.

Der Kalk soll im Mörtel in derjenigen Menge enthalten sein, dass alle Sandkörner mit einer dünnen Haut überzogen und die dann noch verbleibenden Poren gefüllt sind. Bei guter Sandmischung beträgt das — durch Aufgiessen von Wasser auf ein bestimmtes Volumen Sand — leicht zu ermittelnde Porenvolumen 30—36 Prozent; dies, unter Hinzurechnung einiger Prozent, die für die Umhüllung der Sandkörner erforderlich sind, würde also die dem Mörtel zuzusetzende Sandmenge sein. Bei einem geringeren Zusatz liegen die Körner nicht dicht aneinander, so dass im frischen Mörtel Poren bestehen bleiben, die sich später bei Umwandlung des Aetzkalkes in kohlen-sauren Kalk vergrössern. Bei höherem Kalkzusatz rücken die Sandkörner auseinander und entstehen im Kalk, ebenfalls durch Schwinden, nachträglich Risse und Poren.

Die Mörtelmenge muss, gute Bereitung vorausgesetzt, etwa übereinstimmend mit der Menge des verwendeten Sandes sein.

Die Bereitung ist gut, wenn die Vertheilung des Kalks in der Masse gleichmässig und der Wasserzusatz nicht grösser ist, als dass der Mörtel einen steifen Brei bildet.

Bei Bereitung mit Hand kann die Mörtelvertheilung nicht leicht so gleichmässig ausfallen, als bei Bereitung mittels Mörtelmaschinen. Die Herstellung auf letzteren verdient daher den Vorzug. Ob aber Mörtel aus Mörtelfabriken bezogen, immer der bessere ist, erscheint nicht sicher, weil sowohl eine sichernde Kontrolle über die Beschaffenheit der Materialien und die Zusammensetzung des Mörtels fehlt, als auch, weil Fabriken leicht veranlasst sind, auf Vorrath zu arbeiten und alsdann ein Erzeugniss liefern, welches sich schon im vorgeschrittenen Zustande des Abbindens befinden kann. Der beste Mörtel ist daher derjenige, der auf der Baustelle selbst mittels Maschinen hergestellt wird; auf grösseren Baustellen sollten daher regelmässig Mörtelmaschinen benutzt werden.

Zu grosse Düninflüssigkeit des Mörtels bringt durch Verdunsten des Wassers Schwinden und dadurch Risse und grosse Poren hervor; es verzögert ausserdem das Abbinden des Mörtels und die Austrocknung der Mauern. Dies gilt namentlich bei Verarbeitung in kalter Jahreszeit, wo der chemische Prozess des Abbindens sich sehr verlangsamt. In solchen Zeiten müssen die Steine möglichst trocken sein und befördert man zweckmässig den Abbindeprozess ausserdem durch

leichtes Anwärmen derselben, bezw. Benutzung angewärmten Mörtelwassers.

Die Mörtelerhärtung ist im Anfang ein rein physikalischer Vorgang, indem ein Theil des Wassers im Mörtel von den Steinen aufgesaugt wird; ein anderer Theil verdunstet. Das sogen. „Anziehen“ des Mörtels, der Anfang des eigentlichen „Abbindens“ ist ein Vorgang chemischer Art. Das Mörtelwasser enthält Kalkhydrat, welches beim allmählichen Verschwinden des ersteren, auskristallisirt; an seine Stelle tritt aus der Luft aufgenommene Kohlensäure, wodurch mit dem im Mörtel enthaltenen Aetzkalk Kalkkarbonat (kohlensaurer Kalk) gebildet wird; daneben entsteht Kalksilikat.

Langsamer Verlauf des Abbindevorgangs vermehrt die Festigkeit des Mörtels; rascher Verlauf wirkt der Entstehung grösserer Festigkeit entgegen. Die passende Erhärtungszeit eines Mörtels ist nicht allgemein angebbar, da sie wesentlich von der Beschaffenheit des Kalks abhängt, d. h. von der Menge der im Kalk enthaltenen Silikate. Je grösser der Antheil an Silikaten, je magerer ist der Kalk und um so langsamer geht das Abbinden vor sich und umgekehrt; guter gelöschter Kalk — Kalkhydrat — der nach einigem Lagern in einer Grube sogen. „speckige“ Beschaffenheit annimmt, wird Fettkalk genannt. Bei diesem bildet sich die speckige Beschaffenheit durch Abgabe von Wasser in kurzer Zeit, während bei magerem Kalk, sofern die speckige Beschaffenheit überhaupt entsteht, sehr geraume Zeit — mehre Monate — dazu erforderlich sein können. Während der Zeit der Lagerung nimmt die Lösung noch ungelöster Kalktheile ihren Fortgang.

Aus dem Vorstehenden folgt, dass dem Kalklöschchen und der Aufbewahrung des Mörtels grosse Bedeutung zukommt. Bei überschüssigem Wasserzusatz „ersäuft“ der Kalk, indem die entstehende Temperatur nicht zu derjenigen Höhe anwächst, welche zur alsbaldigen vollständigen Lösung — Aufschliessung — aller Theile nothwendig ist. Es bleiben dann ungelöste Theile in der Masse, die erst bei längerer Lagerung des Kalks in der Grube, nach und nach aufgeschlossen werden. Wenn daher Kalk „frisch“ verwendet wird, so liegt leicht die Gefahr vor, dass sich ungelöste Theile in mehr oder weniger grosser Menge in der Masse befinden, welche später entweder gar nicht löschen, oder aber — durch die dabei stattfindende Volumenänderung — die Festigkeit und Porosität des Mörtels nachtheilig beeinflussen.

Gruben zur Aufbewahrung von gelöschtem Kalk sollen, um die Wasserabgabe des Kalks auch an die Einfassung und den Grund zu erlauben, nicht wasserundurchlässig hergestellt werden.

Das Vorstehende bezieht sich auf den meist angewendeten eigentlichen Kalkmörtel. Um die lange Abbindezeit d. h. auch die lange Zeit, welche zur Trocknung des Mauerwerks erfordert wird, etwas abzukürzen, kann man dem Kalkmörtel geringe Mengen von Portlandzement hinzusetzen, der rasch erhärtet und dem Mauerwerk daher auch rasch zu einer grösseren, als der bei reinem Kalkmörtel sich ergebenden Festigkeit verhilft.

Beim Zement unterscheidet man Romazement und Portlandzement. Der Unterschied beider Arten liegt theils in der Zusammensetzung des Rohmaterials, zumeist aber in der Temperatur, welche beim Brennen angewendet wurde. Romazement wird bei einer Temperatur unter Sinterungshitze erbrannt, Portlandzement

bei vollständiger Sinterung. In diesem Unterschiede besonders liegt es begründet, dass sich beim Romanzement „Treiben“ einstellt, beim Portlandzement nicht, oder nur in minimalstem Umfange. Romanzement ist nur unter Wasser verwendbar; Portlandzement fast gleich gut, sowohl als Wasser- wie als Luftmörtel. Letzterer kann durch Sandzusatz sicher vor Treibeerscheinungen geschützt werden. Desgleichen vermindert der Sandzusatz die Raschheit des Erhärtens. Mörtel aus Portlandzement hat vor Kalkmörtel den Vorzug voraus, nicht zu schwinden, wenigstens nicht in solchem Maasse, dass die Schwindung praktische Bedeutung besitzt. Die speziell gesundheitlichen Eigenschaften des Mörtels aus Portlandzement (Beton) sind schon auf Seite 786 ff zur Besprechung gekommen. Bei der Bereitung wird die Menge des Zements zweckmässig ebenso wie beim Kalkmörtel bemessen: der Zement braucht nur die kleinen Zwischenräume zwischen den Sandkörnern auszufüllen und die Sandkörner einzuhüllen. Er kann aber auch, wo man höhere Festigkeit und grössere Dichte des Materials erzielen will, zu höherem Antheile beigemischt werden. Die Bereitung geschieht, indem zunächst das Zementpulver und der — möglichst trockene — Sand in entsprechendem Verhältniss gemischt werden und darauf der Wasserzusatz erfolgt. Dieser ist, wenn man der Güte des Mörtels nicht schaden will, auf diejenige Menge zu beschränken, dass eine halbtrockene krümelige Masse, etwa von der Konsistenz feuchter Ackererde entsteht; ein geringes, zur Verarbeitung des Mörtels erforderliches Mehr an Wasser wird erst unmittelbar vor dem Verbrauch zugemischt.

Die Raschheit, mit welcher der Mörtel aus Portlandzement „abbindet“ — wenige Stunden — setzt denselben insofern gegen Kalkmörtel in Nachtheil, als eine Bereitung im voraus ganz ausgeschlossen sein muss. Ein Mittel, um die daraus hervorgehenden praktischen Schwierigkeiten zu mildern, besteht darin, dass man dem Mörtel etwas Aetzkalk, oder auch hydraulischen Kalk hinzufügt. Diese Menge kann von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ der Zementmenge betragen. Der Zusatz erfolgt am zweckmässigsten so, dass man den Kalk dem Anmachewasser hinzufügt und vollständig auflöst.

Der Kalkzusatz bringt den weiteren Vortheil mit sich, dass die Verarbeitung des Mörtels erleichtert wird, indem der Mörtel eine mehr leimige Konsistenz annimmt. Die Festigkeit des Mörtels wird durch so geringe Kalkzusätze wie die angegebenen kaum berührt, dagegen die Dichtigkeit stark vermehrt. Zementmörtel mit Kalkzusatz ist daher an Stellen auszuschliessen, wo den Mauern eine grössere Porosität gewahrt werden soll.

Hydraulischer Kalk (Kalk, dessen Rohmaterial höhere Antheile an Silikaten enthält) kann, je nach der Menge der Silikate, sowohl zu Wasser- als Luftmörtel benutzt werden. Mörtel aus demselben hat vor dem gewöhnlichen Kalkmörtel den Vorzug voraus, — wie der Mörtel aus Portlandzement — nicht zu schwinden; er wird ausserdem relativ wasserdicht und ist gut verwendbar zum Ausfügen von Mauerwerk, von Fussbodenbelägen und Wandbekleidungen, weil er, bei geringeren Antheilen von Alkalien, keine Auswitterungen und Effloreszenzen ergiebt, mit denen bei Portlandzementmörtel immer gerechnet werden muss. Mörtel aus hydraulischem Kalk hat sehr grosse Dichte.

Ueber Gipsmörtel ist an früheren Stellen (S. 788) bereits das Nöthige vermerkt. Er wird ohne Sandzusatz hergestellt und hat die Eigenschaft, fast unmittelbar zu erhärten. In der Regel ist zu

fürchten, dass Gipsmörtel durch Wiederaufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft nachträglich sein Volumen — sogar in sehr bedeutendem Maasse — ändern, und so zu Zerstörungen des damit hergestellten Mauerwerks die Ursache werden kann.

Lehm ist kein eigentliches Mörtelmaterial, insofern demselben die Eigenschaft fehlt, „abzubinden“. Die Erhärtung desselben findet nur infolge der Verdunstung seiner Feuchtigkeit statt; er stimmt in dieser Hinsicht völlig mit dem — feuerbeständigen — Chamottemörtel überein. Doch wird Lehmmörtel zu Wänden geringer Gebäude (Fachwände) noch vielfach benutzt, wobei er oft einen Bewurf aus Kalkmörtel erhält, der ihn vor der Zerstörung durch Regen schützen soll, diesen Zweck auch in gewissem Grade erfüllt. An feuchten Stellen ist Lehm ganz unanwendbar; dass seine Verwendung zu Aussenwänden, wegen der leichten Durchfeuchtung gesundheitlichen Rücksichten zuwiderläuft, bedarf der besonderen Erwähnung kaum; günstiger liegen die Verhältnisse bei inneren Wänden, wo Zutritt von Feuchtigkeit ausgeschlossen ist.

e. Deckenfüll-Material.

1. Lose (ungeformte) Massen.

Seit im Jahre 1881 Emmerich ermittelt hat¹⁾ dass das Deckenfüllmaterial vielfach hochgradige Verunreinigungen mit organischen Stoffen zeigt und verunreinigtes Füllmaterial sowohl durch Entwicklung von üblen Gerüchen, als durch Verstäubung aus den Fugen des Dielenfussbodens, als endlich auch vielleicht als Aufenthaltsort von pathogenen Mikroben ernstliche gesundheitliche Gefahren mit sich bringen kann, ist die Aufmerksamkeit der Fachleute diesem Gegenstande zugewendet gewesen und bemüht man sich häufig, — leider noch längst nicht immer — seine Gefahren zu vermeiden. Dies kann in sehr verschiedener Weise geschehen.

Früher hat man als Deckenfüllmaterial fast jedes Material gut geheissen, welches mit geringem Gewicht rasche Austrocknung und Feuersicherheit verband, daneben billig war. Diesen Rücksichten entsprachen vielfach Bauschutt, Kohlenklein, Kohlenasche, Gartenboden, Sand und lehmiger Sand. Hier handelt es sich — meist ausgenommen Sand und lehmigen Sand — um Materialien, welche an sich verunreinigt sind, daher mit ihnen die Unreinigkeiten schon beim Bau in die Zwischendecken hineingetragen werden.

Es kann aber auch der andere Fall vorkommen, dass das ursprüngliche reine Füllmaterial erst in der Decke selbst verunreinigt wird, nämlich sowohl während des Neubaues, als nachträglich während der Benutzung des Hauses. Verunreinigungen während des Neubaues kommen oft in sehr grossem Umfange vor, regelmässig immer dann, wenn auf der Baustelle nicht für Bedürfnisanstalten zum Gebrauch der Arbeiter gesorgt ist, oder wenn nicht mit der allergrössten Strenge darauf gehalten wird, dass vorhandene Bedürfnisanstalten von den Arbeitern benutzt werden; die Arbeiter nehmen nicht leicht Anstand, abgelegene Ecken oder Räume in einem Neubau als Bedürfnisanstalten zu benutzen. Während der Bewohnung des fertigen Hauses ist das Deckenfüllmaterial der Gefahr der Verunreinigung dadurch ausgesetzt, dass insbesondere bei der nassen Reinigung der Dielen-

¹⁾ R. Emmerich, Die Verunreinigung der Zwischendecken unserer Wohnräume in ihrer Beziehung zu den ektogenen Infektionskrankheiten. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 18.

fussböden Schmutzstoffe durch die undichten Fugen, und die fast immer undichten Anschlüsse an die Umfassungswände des Raumes, in das Füllmaterial einsickern. Desgleichen ist auch beim gelegentlichen Verspritzen von Wasser (wie z. B. beim Waschen und Baden) und von nassen Speisen, beim Verspritzen des Inhalts von Nachtgeschirren usw., die Möglichkeit von Verunreinigungen des Deckenfüllmaterials unmittelbar gegeben. Nur bei sehr dichtem Fussboden, und da, wo Belegung des Fussbodens mit Linoleum oder Teppichen stattfindet, sind die Gefahren nachträglicher Verunreinigung des Deckenfüllmaterials ausgeschlossen, bezw. gemindert. Am grössten sind dieselben in den engen und dürrtigen Wohnungen der ärmeren Volksklassen.

Die gegen Verunreinigungen während des Baues und gegen nachträgliche Verunreinigungen zu treffenden Vorkehrungen fallen in das Gebiet der Konstruktionen, und sind daher erst an späterer Stelle zu besprechen. Hier wird es also nur darauf ankommen, die Eigenschaften der gesundheitlich einwandfreien Deckenfüllmittel anzugeben.

Deckenfüllmaterial soll frei von Stickstoff, von Ammoniak, von Nitriten und Nitraten, von Chlorverbindungen (Kochsalz), auch von Alkalien sein und geringen Glühverlust geben, d. h. geringe Mengen von organischen Stoffen enthalten.

Emmerich theilt a. a. O. folgende Analysen von einigen viel gebrauchten Deckenfüllmaterialien, und von Boden aus stark verunreinigten städtischen Strassen mit:

| No. | Material | 1 cbm bei 100 ^o getrocknet enthielt gr | | | | | | | |
|-----|---|---|--------------------------|---------|----------|---------|----------|---------------|----------|
| | | Glühverlust | Stickstoff | Aether- | Alkohol- | Wasser- | Kochsalz | Salpetersäure | Ammoniak |
| | | | | Extrakt | | | | | |
| 1 | Sand und Kies | 1500 | 0 | 0 | 150 | 1120 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Ziegelsteinstücke | 810 | 0 | 0 | 0 | 190 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | Mörtelstücke | — | 0 | — | — | 6860 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Kobenschlacken | — | 2420 | 590 | 590 | 23390 | 1760 | 0 | 1 |
| 5 | desgl. | — | 1420 | 320 | 320 | 7660 | 160 | 0 | 1,4 |
| 6 | Deckenfüllmaterial aus einem Leipziger Neubau | 24200 | 1040 | 1360 | 930 | 4610 | 930 | 30 | 8 |
| 7 | desgl. | 63220 | 1760 | 1900 | 1470 | 7540 | 1770 | — | 104 |
| 8 | 3 Bodenproben aus Berliner Strassen . . | — | { 1040 1220 1770 } | — | — | — | — | — | — |
| 9 | 3 Bodenproben aus Dresdener Strassen . | — | { 850 1140 1920 } | — | — | — | — | — | — |
| 10 | 3 Bodenproben aus Leipziger Strassen . . | — | { 1040 1210 2450 } | — | — | — | — | — | — |

Der Vorzug, welchen Sand und Kies, auch alter Kalkmörtel, besitzen, tritt aus diesen Zahlen klar hervor. Sandiger Lehmboden ist weniger zu empfehlen, weil er Alkalien enthält, Boden mit Humusgehalt zu verwerfen.

Wenn der verunreinigte Boden von Strassen als gesundheitsgefährlich gilt, um wie viel grösser wird die Gesundheitsgefährlichkeit des Füllmaterials von Decken sein, dessen Verunreinigungszustand (nach der Tabelle) ebenso hoch wie der des Strassenbodens ist! Dies gilt für die unter den No. 4 u. 5 aufgeführte Kohlenschlacke, die demnach ein ausserordentlich bedenkliches Füllmaterial ist. Als noch viel bedenklicher müssen die unter No. 6 u. 7 verzeichneten Deckenfüllmaterialien bezeichnet werden.

Ein durch häufige Wiederholungen sicher erbrachter Beweis für den unmittelbaren Zusammenhang gewisser Krankheitsformen mit Verunreinigungen des Deckenfüllmaterials, scheint bisher nicht vorzuliegen; doch besteht auch kein erkennbarer Grund, an einem solchen Zusammenhange zu zweifeln. In häufigen Fällen ist indess die Verbreitung übler Gerüche von dem Deckenfüllmaterial aus festgestellt worden.

Um bei der zweifellosen Häufigkeit der Verwendung unreinen Füllmaterials es zu verstehen, dass Fälle von Gesundheits-Schädigungen, nicht öfter als es bisher anscheinend der Fall ist, konstatiert worden sind, muss beachtet werden, dass dem Gegenstande erst seit den Ermittlungen Emmerich's, die nur etwa 15 Jahre zurück liegen, Aufmerksamkeit zugewendet, und dass seit jener Zeit die Benutzung bedenklichen Füllmaterials vielfach vermieden wird. Daneben ist festzuhalten, dass Boden aller Art eine grosse Absorptionsfähigkeit für Gerüche besitzt, dies namentlich für trockenen Boden gilt, sowie dass Trockenheit für das Gedeihen von Spaltpilzen — abgesehen von einer geringen Anzahl von Arten — nicht zuträglich ist. Im allgemeinen wird aber das Deckenfüllmaterial in bewohnten Häusern bald einen ziemlich hohen Grad von Trockenheit erreichen.

In Anbetracht der gesundheitlichen Gefahren, welche mit der Benutzung von Bauschutt als Deckenfüllmaterial verbunden sind, würde sich ein betr. allgemeines polizeiliches Verbot rechtfertigen; in einzelnen Orten (München) besteht ein solches Verbot bereits.

Unreines Füllmaterial natürlichen Ursprungs sollte, wenn seine Benutzung nicht zu vermeiden ist, vor dem Einbringen durch Hitze sterilisirt werden. Dies kann schon auf einer eisernen stark erhitzten Platte (Blech) geschehen, ein Verfahren, von welchem bisher öfter zu dem anderen Zwecke Gebrauch gemacht worden ist, feuchtes Füllmaterial zu trocknen. Ein mehr leistungsfähiger Apparat benutzt anstatt der Platte einen geneigt liegenden doppelwandigen Blechzylinder, zwischen dessen beiden Wänden die Abzugsgase einer Feuerung sich bewegen. In dem inneren Zylinder liegt eine durch Handkurbel zu bewegende Schraube, die das am oberen Zylinderende mittels eines Trichters eingefüllte Material nach dem unteren Zylinderende hinschiebt, an dem es austritt und auf eine Eisenplatte fällt, unter der die Feuerung liegt. Der von Kessler in Wien konstruirte Apparat ist u. a. beim Bau der Decken in dem neuen Regierungsgebäude zu Hildesheim benutzt worden.¹⁾

Ein gutes Füllmittel natürlicher Herkunft ist die Infusorien-erde (Diatomeen-Erde), die indess durch entsprechende Zubereitung (Aufschliessen durch Schwefelsäure, Wiederauswässerung, Glühen) und hohe Transportkosten für allgemeine Benutzung zu theuer wird. Infusorienerde hat ein Porenvolumen von 86%, kann also in gesättigtem Zustande aussergewöhnlich hohe Feuchtigkeitsmengen festhalten; dieser Mangel wird aber durch die andere Eigenschaft wieder auf-

¹⁾ Vergl. Centrallbl. d. Bauverwltg. 1889.

gehoben, dass die Aufnahme von Wasser ausserordentlich schwer erfolgt. Die aus der Zubereitung der Infusorienerde herrührenden schwefelsauren Eisensalze wirken keimtödtend. Das Eigengewicht der Infusorienerde beträgt nur etwa 300 kg/1 cbm.

Ebenfalls sind Schlackenwolle und Schlackensand bei Freiheit, oder nur minimalem Antheil von Schwefelcalcium gute Füllmittel. Erstere wird auf Eisenwerken dadurch erzeugt, dass man in die aus dem Hohofen abfliessende Schlacke mittels eines Dampfstrahls einen dünnen Strahl von Wasserdampf leitet, der den Schlackenstrahl in feine fadenähnliche Theilchen zerreisst. — Um Schlackensand herzustellen, wird in den Schlackenstrom ein kräftiger Wasserstrahl geleitet, der denselben in Körner von Erbsen- bis Bohnengrösse theilt.

Schlackensand ist billiger als Schlackenwolle; er muss aber vor dem Einbringen in die Decke sorgfältig getrocknet werden.

Der oben berührte Schwefelcalciumgehalt kann bei Anwesenheit von Feuchtigkeit und Kohlensäure für die Bildung des hoch giftigen Schwefelwasserstoffs (und schwefelsauren Kalks) die Ursache werden. Schlackenwolle saugt auch Feuchtigkeit begierig auf und trockene Schlackenwolle giebt einen feinen Staub aus nadelförmigen Partikeln, welcher die Athmungsorgane belästigen kann. Wegen der Möglichkeit von Wasseraufnahme und Staubbildung muss eine in die Decke gebrachte Schicht aus Schlackenwolle mit einem wasserundurchlässigen Stoff (Dachpappe, Dachleinwand, Asphaltpapier) abgedeckt werden.

Torfmulle für sich ist als Deckenfüllmaterial wegen seines hohen Gehalts an Stickstoff und Ammoniak, und grosser Aufnahmefähigkeit für Wasser, wobei günstige Bedingungen für das Gedeihen niederer Organismen (Hausschwamm und sonstige niedere Pilze) gegeben sind, nicht geeignet. Eine Zumischung von 1 Raumtheil Aetzkalk, der mit Wasser zu einem dünnen Brei angemacht wird, zu 4—6 Raumtheilen Torfmulle, giebt den sogen. Kalktorf, der, nach Untersuchungen von Nussbaum, ein gutes Deckenfüllmaterial ist, da der Gehalt an Stickstoff und Ammoniak in demselben stark herabgesetzt und das Gedeihen von niederen Pilzen für so lange ausgeschlossen ist, als der Kalktorf noch Aetzkalk enthält. Auch der Kalktorf muss gegen den Zutritt von Nässe an der Oberseite durch Auflegen eines wasserundurchlässigen Stoffes oder einer solchen Schicht (z. B. Asphalt) geschützt werden, und ist für allgemeinere Anwendung zu theuer; er kann nur in Gegenden infrage kommen, wo Torfmulle unmittelbar zur Hand ist.

Hinsichtlich des Wärmeverbrauchs (spezif. Wärme) verhalten sich die losen Deckenfüllmaterialien im allgemeinen günstig. Obenan steht die Infusorienerde, von welcher deshalb als Wärmeschutzmittel in ausgedehntem Umfange Gebrauch gemacht wird. Kalktorf stellt sich bei seinem geringen Gewicht (von nur 150—220 kg/1 cbm) ebenfalls als ein gutes Wärmeschutzmittel heraus; über das analoge Verhalten von Schlackenwolle und Schlackensand scheinen sichere Feststellungen noch nicht vorzuliegen; doch sind auch diese Materialien als Wärmeschutzmittel in Gebrauch gekommen.

Wird die Wärmeleitung ruhender Luft = 100 gesetzt, so beträgt diejenige der Infusorienerde nur 77, bei Asche 118 und bei Sand 137.

Von gesundheitlichem Standpunkt aus sind schliesslich die Luftdurchlässigkeit und die Leitungsfähigkeit der Deckenfüllmaterialien für den Schall zu erwähnen. Erstere kommt hier deshalb speziell in Betracht, weil die luftdurchlässige Decke in höher liegenden Räumen, die verdorbene Luft aus den unteren Räumen zuführt, wie es durch Messung des Kohlensäuregehalts der Luft in

über einander liegenden Räumen, ermittelt worden ist. Doch ist hierbei das Deckenfüllmaterial meist nur untergeordnet betheilig, und kommt es mehr darauf an, in welchem Maasse luftdurchlässig die untere Aussenschicht der Decke ist, und ob die Decke wirklich dicht an die Umfassungswände des Raumes, oder mit Zwischenraum anschliesst. Bei der sonach bestehenden Unsicherheit über die Wege, welche die Luft beim Durchpassiren durch die Decken einschlägt, ist aus den vorliegenden Beobachtungen über Zunahme der Kohlensäure mit der Höhe in über einander liegenden Räumen, das Urtheil darüber, welche Rolle dabei das Deckenfüllmaterial spielt, kaum zu gewinnen.

Ganz ähnlich liegt die Beantwortung der Frage nach der Schallleitung durch Zwischendecken. Im allgemeinen weiss man nur, dass das weniger dichte und weniger fest gelagerte Material Schall weniger gut leitet als dichteres und dicht gelagertes. Doch dürfte bei grösserer Porosität leicht eine Grenze erreicht werden, bei der die Erscheinung sich umkehrt. Dies kann aus der starken Schallleitung hohler Decken oder solcher, in denen die Dicke der Füllschicht gering ist, gefolgert werden. Bei der Schallleitung spielen aber auch Resonanz, Schwingungen fester Um- und Einschliessungen und Anderes eine Rolle, so dass auch über die Frage der am wenigsten schallleitenden Zwischendecke nicht leicht ein ganz sicheres Urtheil gewonnen werden kann. Uebrigens mag mitgetheilt werden, dass nach Versuchen von Nussbaum die Schallleitungsfähigkeit einiger Deckenfüllmaterialien in folgenden Verhältnissen steht:

| | | | |
|-----------------------------|------|-----------------------|------|
| Schlackenwolle | 1,0 | Kieselguhr | 1,33 |
| Feiner Sand, Torfmuß, Kalk- | | Feiner Kies | 1,50 |
| Torf | 1,17 | Gipdielen | 2,17 |

Zusätzlich ist anzuführen, dass mit Bezug auf Feuersgefahr Infusorienerde, Schlackenwolle, Schlackensand und Kalktorf einwandsfrei sind.

2. Feste (geformte) Deckenfüllmaterialien.

Theils veranlasst durch die gesundheitlichen Bedenken, die gegen loses Deckenfüllmaterial zu erheben sind, ebenso sehr aber aus dem Bestreben nach Feuersicherheit, hat man in den letzten 10—15 Jahren vielfach zu geformten Deckenfüllmitteln gegriffen, in welchen beide verlangten Eigenschaften sich vereinigen.

Die Einzelheiten derartiger Decken sind im Abschnitt IV. (S. 385 ff., der die Rücksichten auf Feuersgefahr und Verkehrssicherheit in den Gebäuden betrifft) behandelt; die folgenden kurzen Angaben wollen nur eine Ergänzung vom Standpunkte des Hygienikers hinzu bringen.

1. Das älteste hierher gehörige Material bildet Beton, der in die Decke selbst eingeformt wird, aber auch in Platten herstellbar ist. Bei der geringen Zug- aber hohen Druck-Festigkeit von Beton empfiehlt sich aber die Form der ebenen Platte nur wenig und ist die Wölbform im Vorzuge. Ungünstig für die Verwendung des Betons zu Zwischendecken sind: hoher Preis und grosses Gewicht. Ermässigung beider Eigenschaften ist dadurch möglich, dass man den eigentlichen tragenden Theil aus besseren Mischungen, den füllenden — obenauf liegenden — Theil aus geringwerthigen und spezifisch leichteren Materialien, wie Kalk und Kohlschlacke (sogen. Lösche) herstellt. Ueber die Eigenschaften des Zement-Betons mit Bezug auf Luftdurchlässigkeit vergl. die Angaben S. 771 und 775.

— Bei der grossen Dichte, welche Zement-Beton besitzt, ist derselbe stark schalleitend.

2. Zementdielen sind plattenartige Körper mit nur einer ebenen Seite, während die Begrenzung der anderen Seite zellenartige Vertiefungen zeigt. Bei gleicher Dicke haben daher Zementdielen entsprechend verringerte Massen und Gewichte. Eine weitere Gewichtsverminderung tritt durch Zumischung poröser Stoffe (Sägespääne usw.) ein. Zementdielen lassen sich mit Säge und Hammer genau formen, können daher mit möglichst dichtem Anschluss eingefügt werden. Auch die Porosität sichert denselben einen Vorzug vor dem Beton gewöhnlicher Art. Das Gewicht ist 1100 kg/1 cbm.

3. In den Decken nach System Holzer wird die Betonlage auf dem Rohrgewebe der Decke ausgebreitet, welches gleichzeitig die Einschalung vertritt; die Konstruktion, welche sehr dichte Lage der Träger verlangt, steht im übrigen den Betonkonstruktionen gleich.

4. Monierplatten, ebene oder in gebogener Form hergestellte, nur wenige Centimeter dicke Körper aus Zementmörtel mit Draht-einlagen, durch welche die geringe Zugfestigkeit des Zementmörtels ergänzt wird. Indem man zwei Platten, eine zur oberen und eine zur unteren Begrenzung der Decke verwendet, erhält man eine hohle Decke, welche bei der grossen Dichte und der Elastizität der Platten stark schalleitend wirken muss. Der Preis ist hoch.

5. Rabitz-Wände unterscheiden sich von den Monierplatten konstruktiv nicht; als Material wird in denselben anstatt Zement Kalk- oder Gipsmörtel verwendet.

6. Magnesitplatten. Die Platten sind mit einer Einlage aus Sackleinwand aus porösen Materialien und Mörtel aus Bitterkalk hergestellt. Beurtheilung wie vor.

7. Lochsteine, Ziegel mit geformten Hohlräumen, die ein entsprechend der Grösse derselben verringertes Gewicht haben. Wenn die Hohlräume so gelegt sind, dass sie nach dem Einsetzen (Vermauern) in die Decke dem Luftzutritt nicht offen stehen, enthalten die Hohlräume nahezu ruhende Luft. Decken aus Lochsteinen werden daher wärmebeständig sein, wahrscheinlich aber in geringerem Maasse als man erwartet (vergl. Tab. S. 781).

8. Poröse Ziegel. Die Porosität wird durch Zumischung von Asche oder Pflanzenstoffen zum Thon erzielt; letztere werden beim Brennen in Asche verwandelt, wobei sich entsprechend grosse unregelmässige Hohlräume bilden. In Bezug auf Wärmebeständigkeit dürften sie den Lochsteinen nachstehen.

9. Korksteine und plattenförmige Stücke dieser Art werden aus zerkleinerten Korkabfällen unter Zumischung von Kalkhydrat hergestellt, welches zur Umhüllung der Korktheile und als Bindemittel dient. Das Gewicht ist gering, der Preis etwa 50 M./1 cbm. So lange Aetzalkali in den Korksteinen vorhanden ist, wirken dieselben desinfizierend. Die Wärmebeständigkeit der Korksteine steht sehr hoch; Zahlangaben darüber sind auf S. 781 nachzusehen.

10. Gipsdielen (-Platten) werden aus Gips, mit oder ohne Zusatz von Stoffen, welche entweder die Festigkeit vermehren, oder die Masse porös machen sollen, hergestellt. Da die spezif. Wärme sowohl als die Wärmeleitung von Gips gross sind (S. 778, 779), wird Zwischendecken aus Gips geringe Wärmebeständigkeit eignen sein. Ausser

massiv werden die Gipsdielen auch mit regelmässig geformten Hohlräumen hergestellt. Die Hohl dielen können den massiven in bezug auf Wärmeschutz überlegen sein, wenn ihre Verlegung so stattfindet, dass die Luft der Hohlräume ruhend wird. Bei dem sehr grossen Porenvolumen indessen welches Gips besitzt (S. 771), kann auf Ruhezustand der in Gipsdielen eingeschlossenen Luft wohl nur wenig gerechnet werden. Ein Vorzug der Gipsdielen ist ihre Schneidbarkeit mit Säge oder anderen Werkzeugen, vermöge dessen sie sehr dicht „eingepasst“ werden können.

11. Schilfbretter bestehen ebenfalls aus Gips. Der Unterschied gegen Gipsdielen besteht nur darin, dass in die Masse langfaserige Stoffe eingebettet werden. In bezug auf Leistung und Verhalten dürfte hierdurch ein wesentlicher Unterschied nicht herbeigeführt werden. Ueber die Grösse der Wärmeleitung s. Tab. S. 781.

12. Spreutafeln sind Platten mit oder ohne regelmässig geformte Hohlräume. Herstellung aus Kalkmörtel unter Zusatz von Faserstoffen (gehacktem Stroh, Flachsabfällen usw.) Geringes Gewicht, Formbarkeit, Porosität sind die gleichen Vorzüge, welche hier, wie bei anderen der oben sonst genannten Füllmittel angemerkt werden.

Hinsichtlich der spezif. Wärme, sowie der Wärme- und Schallleitungsfähigkeit der meisten der oben kurz besprochenen geformten Deckenfüllmaterialien liegen exakte Bestimmungen oder ausreichend lange Erfahrungen nicht vor. Bei denjenigen darunter, die stark porös sind, ist die Möglichkeit zu beachten, dass von denselben durch Undichtigkeiten des Fussbodens mehr oder weniger grosse Mengen von Wasser aufgenommen werden können, wodurch die Erreichung des in der Anordnung dieser Materialien erstrebten gesundheitlichen Zwecks mehr oder weniger infrage gestellt werden kann.

f. Zerstörungen und Krankheiten von Baumaterialien, sowie Schutzmittel.

1. Steine und Metalle.

Alle Materialien ohne Unterschied, Steine und Metalle, sind der Zersetzung — Zerfall in ihre elementaren Bestandtheile — unterworfen. Wie langsam oder wie rasch diese Art der Zerstörung erfolgt, hängt von der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des betr. Materials ab; der Zerstörungsvorgang kann aber durch besondere Umstände oder Bedingungen, denen das Material unterworfen ist, beschleunigt werden. Andererseits lässt sich durch geeignete Schutzmittel der Einfluss der besonderen Zerstörungsursachen mildern, wenn nicht ganz aufheben. Solche Schutzmittel können sowohl spezifischer Art sein, wie z. B. die Zuführung besonders widerstandsfähiger Stoffe zu dem betr. Material, (Imprägniren, Farbenanstriche usw.) oder auch in einer solchen Benutzungsweise des Materials bestehen, dass dasselbe Einflüssen, welche besonders schädigend wirken, mehr oder weniger entzogen ist; in letzterem Falle handelt es sich um Anwendung besonderer Vorsichtsmaassregeln in der Konstruktion.

Besondere Ursachen der Zerstörung sind: Feuchtigkeit, Wärme und einige chemische Agentien, welche, durch Feuchtigkeit oder Luft mit den dafür empfänglichen Bestandtheilen der Materialien zur Berührung gebracht werden; es ist endlich die Elektrizität als besondere Zerstörungsursache hier zu erwähnen.

Aufnahme von Feuchtigkeit erfolgt entsprechend der Porosität des Materials; daneben unter Mitwirkung der spezifischen Wärme. Je grösser die Dichte eines Materials, je geringer die Feuchtigkeitsaufnahme; das dichtere Material wird daher in Rücksicht auf die Wirkungen der Feuchtigkeit, das beständigere sein. Das gilt jedoch nicht uneingeschränkt, insofern der Umstand mitspricht, wie gross die Volumenvermehrung ist, die ein Material infolge der Aufnahme von Feuchtigkeit erfährt. Schumann hat eine Reihe von Bausteinen usw. auf diese Eigenschaft untersucht und folgende Volumen-Vergrößerungen ermittelt, die sich ergeben, wenn das trockene Material durch 2-wöchentliches Liegen im Wasser gesättigt wird:

| | | |
|--|-----|------------------|
| Ziegelsteine | von | 0,00018—0,00057. |
| Sandsteine | „ | 0,00018—0,00618. |
| Kalksteine | „ | 0,00012—0,00078. |
| Basalt | „ | 0,00069—0,00144. |
| Granit | „ | 0,00018. |
| Zementmörtel ohne Sandzusatz | „ | 0,00042—0,00400. |
| „ aus 1 Gew.-Th. Zement und 3 Gew.-Th. Sand | „ | 0,00015—0,00120. |

Indem die Volumenvergrößerung angenähert das Dreifache der linearen Vergrößerung ist, würde man in dem Falle sein, aus diesen Zahlen mit einiger Annäherung die bei Feuchtigkeitsaufnahme vor sich gehende Verlängerung bzw. Höhen-Vermehrung einer Mauer zu ermitteln.

Die mitgetheilten Zahlen sehen von der Temperatur der aufgenommenen Feuchtigkeit ab. Diese kann aber in dem Falle von grossem Einfluss sein, wenn das in den Poren des Materials enthaltene Wasser gefriert, da bei Temperaturen unter Null das Volumen desselben von 1,0000 bei $+4^{\circ}$ sich um:

| | |
|---------|---------------------|
| 0,00014 | bei $\pm 0^{\circ}$ |
| 0,00072 | „ -5° |
| 0,00191 | „ -10° |
| 0,00702 | „ -20° |
| 0,01706 | „ -30° |

vergrössert.

Wie durch Feuchtigkeit verändern die Materialien ihr Volumen auch durch Wärme. Für einige der wichtigeren Baumaterialien werden die für die Längenänderung geltenden Ausdehnungskoeffizienten nachstehend mitgeteilt; dieselben gelten für diejenige Ausdehnung, welche vorhanden ist, wenn die Temperatur von 0 auf 100° steigt. Die Volumenänderung ist angenähert das Dreifache der Längenausdehnung.

| | | | | | |
|-------------------------|---|---|------------------|---|------------------|
| Glas | 0,000812—0,000872 | = | $\frac{1}{1243}$ | — | $\frac{1}{1147}$ |
| Stahl | { weich . 0,001079 gehärtet 0,001240 | = | $\frac{1}{927}$ | . | . |
| | | | $\frac{1}{807}$ | | |
| Gusseisen | 0,001110 | = | $\frac{1}{901}$ | . | . |
| Schmiedeeisen | 0,001220—0,001235 | = | $\frac{1}{819}$ | — | $\frac{1}{812}$ |

| | | | |
|-------------------|-------------------|---|-----------------------------------|
| Kupfer | 0,001717 | = | $\frac{1}{582}$. |
| Messing | 0,001875—0,001933 | = | $\frac{1}{533} - \frac{1}{517}$. |
| Zinn | 0,001938 | = | $\frac{1}{516}$. |
| Blei | 0,002848 | = | $\frac{1}{351}$. |
| Zink | 0,002942 | = | $\frac{1}{340}$. |

Wenn für solche Ausdehnungen — bei unrichtiger oder sorgloser Konstruktionsweise — der Raum fehlt, können Verbiegungen oder weiter gehende Zerstörungen (Brüche) eintreten.

Lockerungen des Gefüges der Materialien können sich auch schon aus den Ungleichheiten der Ausdehnungskoeffizienten und der spezif. Wärme ergeben, die bei den verschiedenen Bestandtheilen, aus denen ein Material sich zusammensetzt, entstehen.

Zerstörungen der Metalle ergeben sich, wenn Materialien mit einander verbunden sind, oder durch Feuchtigkeit mit einander in Verbindung treten können, welche verschiedene Elektrizitäten besitzen: positive und negative. Je weiter zwei Metalle in der „elektrischen Spannungsreihe“ auseinander liegen, je grösser ist die Zerstörungsgefahr, und umgekehrt, je näher sie in jener Reihe liegen, um so geringer. In der von Berzelius aufgestellten Spannungsreihe nehmen einige Metalle folgende durch die beigefügten Zahlen kenntlich gemachten Stellen ein:

| | |
|------------------|----|
| Kupfer | 31 |
| Zinn | 33 |
| Blei | 34 |
| Eisen | 38 |
| Zink | 39 |

stehen sich also im allgemeinen nahe. Dennoch können, wenn durch Wasser leitende Verbindungen hergestellt werden, beträchtliche Zerstörungen stattfinden; besonders zerstörend wirken leitende Verbindungen zwischen Kupfer und Eisen, und Kupfer und Zink.

S. 793 haben diejenigen Zerstörungen bereits eine Besprechung gefunden, welchen Mörtel untersteht, wenn derselbe in Berührung mit gewissen Stoffen: Kohlensäure, Schwefelsäure, Kochsalz, menschlichen Auswurfstoffen usw. tritt. Ganz ähnliche Zerstörungen ergeben sich auch bei Ziegelsteinen und einigen natürlichen Steinen, wenn dieselben gleiche Bestandtheile wie der Mörtel enthalten.

In besonderem Maasse ist Kalkstein der Zerstörung unterworfen, da kohlenaurer Kalk in Wasser, welches Kohlensäure enthält, leicht löslich ist, in der Weise, dass sein Bikarbonat in einfaches Karbonat übergeführt wird. Kohlensäure ist aber beständig in der Luft sowohl als im Wasser in gewissen Mengen anwesend. Nahe der Bodenoberfläche sind Kohlensäure und Feuchtigkeit in grösseren Mengen vertreten als in höheren Lagen, daher die Verwendung von Kalksteinen in den unteren Theilen von aufgehenden Mauern immer die Gefahr rascher Schädigung mit sich bringt, wogegen bei Be-

nutzung zu höher liegenden Mauertheilen Angriffe des Kalksteins so gut wie ausgeschlossen sein können.

Desgleichen werden Kalksteine durch Humussäure angegriffen, welche in Acker- und Gartenerde enthalten ist. Endlich sind dieselben noch der raschen Zerstörung durch schweflige Säure und Schwefelsäure unterworfen, welche in den Abzugsgasen von Feuerungen immer in gewissen Mengen vorkommt; daher verbietet sich die Verwendung von Kalksteinen auch zu Schornsteinen, Rauchrohren und Schornsteinköpfen.

Auch einzelne Sandsteinsorten enthalten Schwefelsäure, welche ihre Zerstörung bewirken kann.

Aehnlichen Zerstörungs-Gefahren wie Kalkstein ist auch Dolomit unterworfen. — Schiefer enthalten, als leicht angreifbare Bestandtheile, oft kohlen-sauren Kalk, Schwefelkies und Stoffe organischer Herkunft. Ersterer leidet in derselben Weise wie Kalkstein von der Kohlensäure der Luft und des (Regen-) Wassers. Schwefelkies wird durch den Sauerstoff der Luft leicht in Schwefelsäure und wasserlösliche Verbindungen mit Thonerde und Eisenoxydul übergeführt, wodurch sich rasche Zerstörung des Schiefers ergibt. Von solcher Gefahr ist Schiefer um so mehr frei, je höher sein Antheil an gebundener Kieselsäure ist; bei guten Schiefen wechselt derselbe zwischen 50 und 80 Prozent.

Leichter bzw. baldiger Zerstörung durch die Atmosphärlilien verfallen unter Umständen Eisen und Zink. Bei Eisen liegt die Ursache in der hohen Affinität sowohl zum Sauerstoff als zum Schwefel, welche aus Luft und Wasser heraus Zutritt gewinnen. Eisen bedarf daher in besonderem Grade eines schützenden säurefreien Ueberzuges.

Zink leidet durch schweflige Säure, die das Gefüge des Metalls stark lockert. Ebenfalls wirken Alkalien auf Zink in der Weise, dass sich in demselben kleine Löcher bilden. Bei Zinkrinnen, die unmittelbar ohne Zwischenmittel auf einem Mörtelbett liegen, hat man daher mit der Entstehung undichter Stellen zu rechnen. Auf eine bisher bei uns kaum beachtete Zerstörungsursache von Zink ist bereits auf S. 656 hingewiesen worden: Sie liegt in Auslaugungen von Holz, wenn dieses grössere Feuchtigkeitsmengen aufnimmt, oder in noch stark feuchtem Zustande — etwa zu Schalungen von Zinkdächern benutzt wird. Gegen diese Gefahr wird am besten durch Verwendung von Holz vorgekehrt, welches „ausgelaut“ ward, etwa durch längeres Liegen in fliessendem Wasser. —

Mittel, welche man zur Sicherung von natürlichen und künstlichen Bausteinen vor der Zerstörung durch Atmosphärlilien angewendet hat, sind sehr zahlreich und stellen auch nur selten vollständige Erfolge in Aussicht.

Ziegel erhalten zuweilen Glasur. Diese ist aber nur auf vorzüglich erbrannten Steinen haltbar, welche die Glasur entbehren könnten. Bei minder guter Beschaffenheit der Ziegel ist die Glasur von keiner Dauer, bei welcher übrigens grosse Abstufungen in der Güte der Masse und in der Erzeugungsweise bestehen.

Imprägnirung von Ziegeln mit Kohlentheer muss um einige Dauer zu versprechen, an hoch erhitzten und gut ausgetrockneten Steinen durch Auftragen heiss-flüssigen Theers, oder durch Eintauchen in denselben ausgeführt werden. Auch die Theer-Imprägnirung ist bei mangelhaftem Brande der Steine ohne besondere Wirkung. Mit der Zeit werden die öligen Bestandtheile des Theers verflüchtigt

und hört alsdann, auch bei guter Beschaffenheit der Ziegel, der Nutzen der Imprägnirung auf. Wenn bei derselben auf der Steinfläche mehr als eine dünne Haut gebildet wird, geht der Ueberzug schon infolge der ungleichen Ausdehnung von Unterlage und Ueberzug durch die Wärme bald zugrunde.

Gegen Säuredämpfe hat man eine Imprägnirung mit in Theer gelöstem Asphalt angewendet.

Natürlichen Steinen von feinem Korn kann durch Schleifen und Poliren ein gewisser Schutz vor baldigem Verwittern verschafft werden, da die so behandelten Flächen dichter werden, auch weder Feuchtigkeit noch Staub festhalten, noch niederes pflanzliches Leben (Flechten und Moose) aufkommen lassen.

Geschliffene oder polirte Flächen kann man zur Erzielung grösserer Wirkung, namentlich zur Verhütung von Flechtenansatz, noch mit gewissen Flüssigkeiten tränken. Bei Kalkstein empfiehlt sich ein Anstrich aus schwefelsaurer Thonerde, dem ein solcher von Oxalsäure und noch ein dritter von Barytwasser folgt; auf solche Weise entsteht eine Imprägnation mit oxalsaurer Thonerde. Ebenfalls kann man Kalksteine mit Barytwasser und Borsäure tränken.

Einigermassen poröse natürliche Steine (besonders Sandsteine) hat man mitunter durch Tränken mit heissem Leinöl vor baldiger Zerstörung geschützt. Der Stein muss aber gut getrocknet sein, damit das Oel genügend tief eindringt. Danach wird die Tränkung einer fertig dastehenden Mauer aus Sandstein kaum Aussicht auf Erfolg bieten.

Grosse Erfolge für den Schutz von porösen Steinen hat man sich eine Zeit lang von dem Wasserglas versprochen; die hohen Erwartungen sind aber nur in einer beschränkten Anzahl von Fällen bestätigt worden. Ein Wasserglasanstrich darf nur unter Mitwirkung eines erfahrenen Chemikers angewendet werden, wenn er Nutzen gewähren, vielleicht sogar nur Schaden verhindert werden soll. Zweckmässig ist es, den Wasserglasanstrich nachträglich mit Chlorcalcium zu behandeln.

2. Hölzer.

Hölzer leiden vor allem durch Aufnahme von Feuchtigkeit. Gegen seine Zerstörung werden also Mittel anzuwenden sein, durch welche entweder die leicht zersetzbaren Stoffe (Eiweissst.) aus denselben entfernt und weniger leicht zerstörbare an ihre Stelle gebracht werden, oder — weniger gut — auch nur solche, durch die von dem — vorher ausgetrockneten — Holz der Zutritt von Feuchtigkeit abgehalten wird.

Zu letzterem Zweck dient der Oelfarbanstrich, der zwar nachher undurchlässig und hoch widerstandsfähig gegen Abnutzung ist, doch aber bei Fussböden seinen Zweck insofern nicht voll erfüllt, als bei Entstehung selbst nur enger Fugen — die in geschlossenen Räumen nie ganz zu verhindern ist — Feuchtigkeit Gelegenheit findet von den Seiten oder von unten aus in das Holz einzudringen.

Vollkommen wirkt daher nur das erstangegebene Mittel, die Imprägnirung, welche nach verschiedenen Verfahrensweisen ausgeführt wird, auf die hier nicht eingegangen werden kann, zumal die Art des Verfahrens sich wesentlich nach den besonderen Verwendungszwecken des Holzes richten muss.

Wo Schutz weder durch Anstrich noch Imprägnirung zu schaffen ist, muss Feuchtigkeitszutritt zum Holz möglichst verhindert und, wo

dies nicht angeht, für dauernde Luftumspülung des Holzes gesorgt werden, damit nach Anfeuchtung immer wieder rasch Trocknung stattfindet.

Ueber den Wassergehalt und die Wasseraufnahmefähigkeit von Eichen- und Fichtenholz sowohl nach Menge als nach Zeiterforderniss hat Eisenlohr einige Versuche angestellt, welche folgende Ergebnisse lieferten:

Kleine, gleich grosse Stücke Holz beider Arten, welche je 34,88 qcm Oberfläche hatten, wogen im lufttrockenen, bezw. bei 100° getrocknetem Zustande:

| | | | | | |
|-------------|---|------------|------------|---|------------|
| Fichtenholz | { | 368,66 gr; | Eichenholz | { | 512,37 gr; |
| | | 321,95 „ | | | 487,32 „ |

Daher Feuchtigkeitsverlust „ 12,70/0. „ 50/0.

Die nur der Einwirkung von, bei Zimmertemperatur verdunstendem Wasser ausgesetzten Holzstücke nehmen die Feuchtigkeit sehr ungleich schnell auf, das Fichtenholz viel rascher als das Eichenholz. Nach etwa 100 tägiger Dauer der Aufnahme hatten an Wassergewicht zugenommen: das Fichtenholz um 19,540/0, das Eichenholz 16,180/0 des Trockengewichts; dabei war das Fichtenholz gesättigt, das Eichenholz noch nicht ganz.

Die Versuche wurden nun bei denselben Holzarten noch in der Weise weiter geführt, dass auch Klarheit über die Raschheit der Wasseraufnahme erlangt wurde, unter ähnlichen Umständen, wie sie bei Anfeuchtung von Zimmerfussböden beim Reinigen vorliegen. Man nahm lufttrockene, sowohl als gesättigte Holzstücke, benetzte die Oberflächen und entfernte durch Abwischen alsbald den an der Oberfläche verbliebenen Theil der Feuchtigkeit. Dabei fanden sich folgende Gewichts-Zunahmen:

Wenn:

| | lufttrocken | gesättigt |
|---------------------|-------------|-----------|
| Fichtenholz | 2,49 gr | 1,00 gr |
| Eichenholz | 1,25 „ | 0,51 „ |

Die Wasseraufnahme ist demnach bei nasser Fussbodenreinigung bei Fichtenholz etwa doppelt so gross als beim Eichenholz.

Ausser der allgemeinen Rolle, welche Feuchtigkeit beim Zerstören des Holzes spielt, giebt es einige besondere Ursachen — Krankheiten — durch welche Holz zugrunde geht. Bei ihnen handelt es sich um Pilze, welche in dem Holz ihre Nahrung finden und daher die ihnen zusagenden Substanzen aufzehren. Der wichtigste unter den betr. Pilzarten, der gewaltige Zerstörungen anrichtet, ist der Hausschwamm, *Merulius lacrymans*. Früher ging die Meinung dahin, dass der Pilz ausschliesslich an todttem Holz gefunden werde. Neuerdings ist derselbe auch in Wäldern entdeckt worden; es scheint aber sicher, dass er dort nicht an lebenden Bäumen, sondern nur an morschem, oder der Vermoderung verfallenem Holze gedeihen kann. Nach der Feststellung, dass der Pilz auch in Wäldern sich findet, muss mit der Infektionsgefahr auch von dorthier gerechnet werden. Ausserdem wird durch diese Art des Vorkommens die früher verbreitete Ansicht widerlegt, dass der Hausschwamm nur bei Lichtmangel oder Lichtabwesenheit gedeihen könne.

Bis heute unentschieden ist die Frage: ob *Merulius lacrymans* spezifisch giftige Eigenschaften beim Genuss oder beim Einathmen in Staubform äussern könne? Die Einen bejahen, die Andern verneinen diese Frage. Kohlensäure-Erzeugung, die man früher dem

Hausschwamm zuschrieb, findet wahrscheinlich nicht statt. Aber abgesehen von der Frage spezifisch giftiger Wirkungen des Hausschwammes, ist seine allgemeine Schädlichkeit für die Bewohner eines mit Schwamm behafteten Gebäudes eine sehr hohe, wie sich aus dem Folgenden ergibt.

Der Pilz besteht zu hohem Antheil aus Wasser; bei verschiedenen Proben ergab sich sein Wassergehalt zwischen 48 und 68,4⁰/₁₀₀ liegend; getrocknete Pilzmasse enthielt 4,9⁰/₁₀₀ Stickstoff, 15,2⁰/₁₀₀ Fett und ausserdem mehre andere, noch nicht näher bestimmte Stoffe.

Gewöhnlich tritt der Hausschwamm an Nadelhölzern, nur selten an Laubhölzern auf; doch sind letztere keineswegs infektionsfrei. Neben Fichten- wird Eichenholz befallen, während das Holz der Rothbuche eine Art Immunität zu besitzen scheint.

Die besondere Zerstörungsweise des Holzes durch den Pilz beruht darauf, dass aus seinen, die Holzmasse durchdringenden feinen, mit dem unbewaffneten Auge nicht erkennbaren Fäden Stoffe (Fermente) ausgeschieden werden, welche die Wände der Holzzellen durchdringen, gewisse Bestandtheile der Wände auflösen und so zur Ernährung des Pilzes vorbereiten. Zu den letzteren dienen besonders die Eiweissstoffe des Holzes, daneben Schwefel, Phosphorsäure, Alkalien usw., besonders aber Coniferin und Cellulose. Darnach kann die Entwicklung des Hausschwammes fast nur an Holz geschehen und Ernährung aus Boden, Mauerwerk usw. nur in untergeordnetem Maasse stattfinden.

Von Hausschwamm ergriffenes Holz nimmt gelblich-braune Färbung an, aber erst nachdem ein gewisser Substanzverlust an der Holzmasse eingetreten ist; diese kann bis vielleicht 70⁰/₁₀₀ des Holzvolumens gehen. An die Stelle der aufgezehrten Holzsubstanz tritt Wasser, welches begierig aufgesaugt wird. Wo kein Wasser vorhanden ist tritt Schwindung des Holzes ein, welche, abweichend von der gewöhnlichen Art der Schwindung, — S. 792 — in allen drei Richtungen (Längen-, radialen- und tangentialen-R.) sich etwa gleich gross herausstellt. Bretter müssen bei Trockenheit oder nicht ausreichender Füllung der Lücken mit Wasser, nach der der angegriffenen Stelle abgewendeten (oberen) Seite hin sich krümmen. Im weiteren Fortgange der Zerstörung bilden sich an der Oberfläche in allen 3 Richtungen des Holzstücks kloffende Sprünge, wodurch das Stück in kleinere und grössere würfelartige Theile zerlegt wird, und der Zusammenhalt der Theile nach und nach so weit zerstört wird, dass schon bei sehr geringem Druck oder Stoss vollständige Zerbröckelung stattfindet.

Man hat aus dem Wechsel, der nach den Jahreszeiten in der Zusammensetzung der Stoffe, welche das Holz bilden, annehmen wollen, dass Holz, welches in warmer Jahreszeit geschlagen worden, für die Infektion des Hausschwammes besonders empfänglich sei; die Richtigkeit dieser Vermuthung hat sich aber nicht erweisen lassen. Ein Unterschied scheint aber mit Bezug auf die Art der Coniferen zu bestehen: Kiefernholz ist mehr geschützt als Fichtenholz, selbst wenn ersteres nass, letzteres trocken ist. Daneben werden sicher Unterschiede mit Bezug auf das Alter des Holzes stattfinden, weil mit diesem die chemische und physikalische Beschaffenheit der Holzmasse sich ändert.

Der Hausschwamm entwickelt sich aus Sporen, die etwa 0,01 mm Länge, bei nur etwa 0,005 mm Dicke haben und ausserordentlich widerstandsfähig gegen äussere Einflüsse sind. Form und Widerstandsfähigkeit der Sporen sind es insbesondere, welche die grosse Gefahr der Verschleppung des Hausschwammes selbst auf weite Ent-

fernungen und in der allerverschiedensten Art mit sich bringen. Aus der Spore entwickelt sich das fadenförmige Mycelium, welches, von dünnen, kaum sichtbaren Fäden in einzelnen Strängen, bis Bleistift-dicke erreichen kann; das Ganze verbreitet sich an der Oberfläche des befallenen Stücks gleich einem wurzelartigen Gewebe. Oft verwächst das Gewebe zu einer geschlossenen Haut, von nicht unbeträchtlicher Dicke. Zunächst hat das Mycel rein weisse Farbe, später tritt schwach rauch-graue Färbung und noch später eine ausgesprochen rauch-graue Färbung ein, welcher etwas gelb beigemengt ist. Gegen Trockenheit ist das feine Mycel so empfindlich, dass es, in Luft von nur mittlerer Sättigung gebracht, schon nach Verlauf von etwa 10 Minuten zusammenfällt und abstirbt, wogegen die stärkeren Stränge auch bei längerer Trocknung noch nicht sicher zugrunde gehen, sondern demnächst neues Mycel entstehen lassen können.

Obwohl der Hausschwamm zur Ernährung Holz nicht entbehren kann, wird er doch auf Mauern und Erdboden angetroffen. Diese Unterlagen bilden dann aber nicht den eigentlichen Nährboden, sondern dienen ihm etwa nur als Zwischenträger. Dies findet oft statt, weil der Hausschwamm die Fähigkeit besitzt, sich auf langen Wegen, durch Mauern hindurch, und weit über deren Oberfläche ausbreiten zu dürfen. Zum Auftreten auf ungeeigneter Unterlage ist er im Stande, da er es vermag, den im Wachstum befindlichen Spitzen der Mycel-fäden aus meterweiter Entfernung die Grundlage ihrer Existenz, Wasser zuzuführen. Er kann also zu gleicher Zeit in der Doppelrolle von „Ursache“ und „Erzeugniss“ sich befinden, oder, mit anderen Worten, schon feuchte Gegenstände noch feuchter und noch trockenere erst feucht machen. In dieser Thatsache, ist eine der Holzzerstörung hinzutretende zweite Schädlichkeit des Hausschwammes begründet.

Eine dritte beruht in der Eigenschaft, dass der Hausschwamm nach dem Absterben (Vertrocknen) einen üblen — muffigen — Geruch abgibt; der lebende Hausschwamm besitzt diese Eigenschaft nicht; ein von ihm ausgehender Geruch ist keineswegs unangenehm.

Zur Entstehung des Hausschwammes ist ein gewisser Grad von Feuchtigkeit — nicht Wasser — unerlässliche Bedingung. Wärme begünstigt sein Gedeihen; gegen Frost scheint er sehr empfindlich zu sein, ebensowenig aber auch Temperaturen die nur wenig hoch liegen (40° und darüber) zu vertragen. Feuchte Luft ist für die Entwicklung Bedürfniss, während Berührung mit trockener Luft ihn bald und sicher vernichtet. Eine Ausnahme hiervon machen die stärkeren Stränge und die Sporen, welche selbst längere Trockenperioden überstehen können. Gegen Licht scheint der Hausschwamm sich einigermaassen indifferent zu verhalten; sicher genügen aber sehr geringe Lichtmengen zu seinem Gedeihen, während andererseits reichliches Licht denselben schädigt. Damit die Sporen auskeimen, müssen geringe Mengen von Alkalien anwesend sein, die aus verschiedenen Quellen herzu getragen werden können. Solche sind z. B. menschliche Auswurfstoffe, der Mörtel in Mauern, Küchenabfälle und eine — besonders reiche Quelle — Kohlengrus. Auch Humusboden enthält Alkalien. Die Gegenwart von Ammoniaksalzen begünstigt das Gedeihen sehr.

Am häufigsten werden vom Hausschwamm Balken und Fussböden ergriffen. Die Ursache davon wird, abgesehen von dem Falle der Einschleppung mit infiziertem Bauschutt (Urbau) — gewöhnlich darin liegen, dass entweder die Balkenköpfe dem Eindringen der Feuchtigkeit unmittelbar offen stehen, oder dass das Deckenmaterial

feucht war als die Herstellung des Fussbodens erfolgte, oder erst nachträglich feucht wurde, sei es, dass Wasser durch offene Fugen Zutritt fand, sei es, dass in der Füllmasse der — nicht warmem — Decke Feuchtigkeit aus der von unten durchgetretenen Luftmenge sich verdichtete. Da dichte natürliche Steine „kalt“ sind, kondensirt an denselben leicht Wasser, welches, herab rinnend, Decke und Fussboden ebenfalls feucht machen kann. Die trockene und reine Beschaffenheit des Deckenfüllmaterials ist dem Vorstehenden nach mit Bezug auf die Vermeidung von Hausschwamm von der allergrössten Wichtigkeit, und besonderen Vorschub erfährt die Schwamm-bildung durch Benutzung von Steinkohlengrus als Deckenfüllmaterial.

Am meisten gefährdet sind hölzerne Keller-Fussböden, wenn dieselben nicht gegen Zutritt aufsteigender Bodenfeuchtigkeit geschützt sind, oder auch sich Abortgruben in der Nähe befinden. Desgleichen findet sich der Hausschwamm leicht in hölzernen Fussböden von Kloseträumen, Küchen, Bade- und Waschkammern ein.

Vorbeugungsmaassregeln gegen die Entstehung und Ausbreitung von Hausschwamm sind:

1. Vermeidung von Einschleppungsgefahr an Kleidern und Werkzeugen von Arbeitern, die bei Ausbesserung von Schwamm-schäden in anderen Gebäuden beschäftigt waren: Abwaschen, Desinfektion der betr. Stücke.

Das bei Schwammreparaturen ausgewechselte oder abgefallene Holz muss rasch an Ort und Stelle vernichtet — verbrannt — werden; verdächtiges Holz aus alten Gebäuden darf keine Wiederverwendung finden.

Auf Lagerplätzen darf das neue Bauholz nicht mit Holz, das aus Abbrüchen stammt, in Berührung kommen.

2. Trockenheit bezw. künstliche Trockenlegung des Baugrundes.

3. Natürliche Steine dürfen nicht in bruchfeuchtem Zustande verwendet werden, desgleichen nicht Ziegel, welche übermässig ange-nässt wurden.

Das Bauholz muss gut ausgetrocknet und möglichst frei von Splint sein. Für Theile, die in besonderem Maasse gefährdet sind, ist die Verwendung von imprägnirten Holz anzurathen.

4. Bauschutt sollte zu Deckenfüllmaterial nicht benutzt werden, wenn ja, erst nach zuvorigem Ausglühen.

Desgleichen dürfen Steinkohlen-Grus und -Asche, Koke und Holz-asche nicht als Deckenfüllmaterial verwendet werden.

Unter sonstigen Deckenfüllmaterialien stehen diejenigen obenan, welche trocken und rein sind und das kleinste Wasseraufnahme-Vermögen haben; nasses und feuchtes Füllmaterial muss aus-geschlossen sein.

5. Wo keine Unterkellerung stattfindet, müssen die Holz-Fussböden des Erdgeschosses gegen Aufsteigen der Bodenfeuchtigkeit ge-schützt werden. Daneben sind unter dem Fussboden entweder lose Packungen anzulegen, deren Hohlraum für Luftwechsel dauernd offen steht, oder es ist in sonstiger Weise für gute Lüftung des unter dem Fussboden zu belassenden Hohlraumes zu sorgen.

6. Der Rohbau muss reichliche Zeit zum Austrocknen haben.

Die Putzarbeiten und die Tischlerarbeiten sind erst nach völliger Austrocknung in Angriff zu nehmen.

Fussbodenbretter und Holzverschalungen dürfen nicht hart gegen Mauern stossen; besonders ist die unmittelbare Berührung von Hirnholzenden mit Mauerwerk zu scheuen.

Zur Befestigung von Scheuerleisten sollte man nicht eingemauerte Dübel verwenden, die leicht feucht bleiben und schwammfördernd wirken.

Das Streichen der Fussböden mit Oelfarbe muss möglichst lange hinaus geschoben werden.

Aborte und Pissoirs müssen so eingerichtet werden, dass das Eindringen von Flüssigkeiten von denselben aus in Fussböden sicher vermieden wird.

7. Ableitungen, in denen sich Wasser bewegt (Wasserleitungs- und Entwässerungsröhre) müssen mit besonderer Rücksicht auf Dichtigkeit an Stellen, an denen sie nicht frei liegen, oder nicht vor Frost gesichert sind, angelegt werden, damit nicht unbemerkt Infiltrationen entstehen. Grosse Sorgfalt erfordern die Ableitungen; immer verdächtig sind Ueberläufe von Badewannen, wenn diese in Räumen mit hölzernen Fussböden angelegt sind.

8. Verunreinigungen des Neubaus durch die Bauarbeiter sind streng zu verbieten und ist mit aller Schärfe auf die Durchführung dieses Verbots zu achten.

9. Sorge für gut funktionirende Lüftungseinrichtungen eines Hauses, besonders bei denjenigen Räumen, welche durch Feuchtigkeit usw. in besonderem Maasse durch Schwamm gefährdet sind. —

Die Mittel zur Bekämpfung vorhandenen Hausschwammes fallen theilweise mit den Vorbeugungsmitteln zusammen. Das wichtigste Mittel ist Trockenlegung und dauernde Trocken-Erhaltung der ergriffenen Stellen, möglichst in Verbindung mit reichlicher Belichtung. Die zu ergreifenden Maassregeln hängen im Einzelnen von den Besonderheiten des Falles ab; gewöhnlich wird Einrichtung von Luftzug, unter Benutzung der Ofenheizung, oder von Schornsteinröhren die besten Dienste leisten.

Wegen der Unsichtbarkeit der Mycelfäden und deren grossen Länge ist es geboten, die Entfernung ergriffener Bautheile nicht auf die erkennbar ergriffenen Theile zu beschränken, sondern darüber um ein Stück — vielleicht 1 m, nach Umständen noch mehr — hinaus zu gehen. Mauerflächen, auf denen Schwamm wuchert, sind in entsprechend grösserer Entfernung abzukratzen und zu reinigen, besonders die Fugen tief auszukratzen. Es empfiehlt sich nach der Reinigung mit einer Gebläseflamme über die Fläche fortzugehen. — Das Füllmaterial von Decken unter vom Schwamm ergriffenen Fussböden ist zu entfernen und durch schwammssicheres — ursprünglich reines, oder durch Glühen sterilisirtes Material — zu ersetzen. Die neue Einfüllung ist gegen Eindringen von Feuchtigkeit durch die Fussbodenfugen zu sichern, was durch Auflegen von Pappe oder einen schützenden Ueberzug aus dichtem Mörtel usw. geschehen kann. —

Besondere Schwammvertilgungs-Mittel, deren eine Anzahl angepriesen wird, sind in der Wirkung nicht unbedingt zuverlässig; nur einzelne derselben versprechen Erfolg, während bei anderen der Erfolg mehr oder weniger unwahrscheinlich ist, auch wohl ganz ausbleibt. Kohlentheer und Lösungen aus Kochsalz und Eisenvitriol wirken als Anstriche nicht sicher, vielleicht weil sie nur ungenügend tief in die Holzmasse eindringen. Mit Antimerulion und Mycothanaton erzielte Hartig bei Versuchen nur ungünstige Resultate, während andererseits auch von Erfolgen berichtet worden ist. Am günstigsten

erwies sich bei den Hartig'schen Versuchen Creosotöl. In einigen Theerpräparaten, die unter der Bezeichnung Carbolineum gehen, bildet das Creosotöl einen mehr oder weniger grossen Bestandtheil; auch diese Mittel können sich daher als wirksam erweisen. Ebenso ist eine Tränkung mit Petroleum zuweilen von Erfolg.

Bei Tränkung des Holzes mit irgend einer der genannten Flüssigkeiten kommt es auf tiefes Eindringen derselben in die Holzmasse an; diese ist jedoch oft dadurch verhindert, dass das Holz im Innern noch freies Wasser enthält; in solchen Fällen stellt sich nur ein vorübergehender Erfolg ein und bricht der nur an der Oberfläche vernichtete Hausschwamm später aus dem Innern des behandelten Stücks von neuem hervor. Auch für infizierte Mauertheile empfiehlt sich ein Anstrich mit Creosotöl. —

Häufig findet eine Verwechslung von *Merulius lacrymans* mit einem anderen Pilz: *Polyporus vaporarius* statt, dessen Mycel in seinen Formen grosse Aehnlichkeit mit dem des ersteren hat, doch sich von jenem dadurch unterscheidet, dass es beständig rein weiss bleibt, während die Farbe des Mycels von *Merulius lacrymans* aus dem ursprünglichen Weiss bald in Graugelb übergeht. Auch die Farbenveränderung des befallenen Holzes weicht von der durch *Merulius lacrymans* bewirkten ab, indem sie dunkel-rothbraun (gegen graugelb) ist.

Polyporus vap. entsteht aus Sporen, aber schon an lebenden Bäumen im Walde, und zwar an Kiefern und Fichten; die Sporen 0,005 bis 0,06 mm lang und 0,0030—0,0035 mm dick und geben einen scharfen, würzigen Geruch ab. Das Holz nimmt, wie beim Hausschwamm, Risse in allen drei Richtungen an, und zerfällt in würfelförmige Theile, die sich mit dem Finger zerreiben lassen. Die Gefährlichkeit von *Polyporus vap.* ist, vermöge seiner alleinigen Herkunft aus dem Walde, bei weitem nicht so gross, als diejenige von *Merulius lacrymans*. —

Unter den Bezeichnungen Rothstreifigkeit oder Trockenfäule ist eine Holzkrankheit bekannt, welche ebenfalls von einem Pilze verursacht wird, und im Walde an geschlagenem Holze entsteht, wenn dieses so gelagert ist, dass es viel Feuchtigkeit aufnimmt. Im Holz bilden sich zwischen den Fasern verlaufende, mehr oder weniger breite, roth-braune Streifen, welche das betr. Stück so sehr schädigen, dass dasselbe nur noch zu untergeordneten Zwecken benutzbar bleibt. Der Pilz kann nur bei Feuchtigkeit gedeihen. Werden derartige Hölzer trocken, so hört seine Existenzmöglichkeit auf; die Krankheit des Holzes wird dann aber als Trockenfäule bezeichnet, die immer, infolge Abgabe des Wassers, von starkem Schwinden begleitet ist. Man spricht bei Trockenfäule auch wohl von „Stickigkeit“ des Holzes. Die Rothstreifigkeit kann bei Holz im vorbenannten Zustande weiter-schreiten, wenn dieser Zustand die Austrocknung verhindert. Das geschieht z. B. auch, wenn Fussböden usw. den Anstrich aus deckenden (Oel-) Farben zu früh erhalten.

Sonder-Litteratur über Hausschwamm und Trockenfäule. Hartig, der echte Hausschwamm; Berlin 1885: — Göppert, der Hausschwamm, seine Entwicklung und seine Bekämpfung. — Hennings, der Hausschwamm, und die durch ihn und andere Pilze verursachte Zerstörung des Holzes; Berlin 1891. — Gottgetreu, die Hausschwammfrage der Gegenwart; Berlin 1891. — Kern, Hausschwamm und Trockenfäule; Halle 1889. — Keim, die Feuchtigkeit der Wohngebäude, der Mauerfrass und Holzschwamm; Wien.

IV. Konstruktionen.

Bei der Beschaffung und Erhaltung eines gesunden und künstlichen Klimas in unseren Wohnungen handelt es sich um die Aufgabe, Temperaturen herzustellen, deren Schwankungen nicht über gewisse untere und obere Grenzen hinaus gehen, sowie um Abhaltung von Feuchtigkeit äusseren Ursprungs. Gleichzeitig ist Schutz gegen solche Feuchtigkeit zu schaffen, welche durch die Bewohnung oder anderweite Benutzung von Räumen entsteht, und sich unter gewissen Verhältnissen an deren Umschliessungen niederschlägt.

Feuchtigkeitszutritt von Aussen ist entweder durch Abhaltung derselben, d. h. durch Herstellung möglichst dichter Umschliessungen zu verhindern; oder aber, bei Verzicht hierauf, durch möglichst rasche Wiederentfernung, nachdem Zutritt erfolgt ist, durch Austrocknen des vermittelnden Bautheiles. Zwischen den beiden Verfahrensweisen, wenn ihre Bedeutung in strengem Sinne aufgefasst wird, liegen Zwischenstufen; die eine oder die andere derselben bildet den gewöhnlichen Fall.

Auch der Wärmeschutz kann in mehrfacher Weise geschaffen werden.

Im allgemeinen kommen die Vorkehrungen und Einrichtungen, welche zum Schutz gegen Feuchtigkeit getroffen werden, auch dem Wärmeschutz zustatten.

a. Mauern und Wände.

Schutzvorkehrungen allgemeiner Art gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit sind bereits früher, unter II, kurz berührt. Spezielle konstruktive Einrichtungen, sowohl gegen aufsteigende Feuchtigkeit, als gegen seitlich zutretende, finden sich S. 50—57 unter Beifügung von Abbildungen ausführlich mitgetheilt, worauf hier zu verweisen ist. Auch anderweit ist der Gegenstand unter „Maurerarbeiten“ und „Baumaterialien“ mehrfach berührt.

An dieser Stelle sei hinzugefügt, dass die Anlage von Kanälen für die Zwecke von Zentralheizungen unter der Kellersohle sich in der Regel als höchst wirksames Mittel für Trockenhaltung der unteren Theile eines Wohngebäudes erweist.

Einzelnes bleibt nachzutragen:

Da wo auf das gelegentlichste Einsinken von Wasser an einer Gebäudemauer gerechnet werden muss, ist es von einiger Bedeutung, dem Einsinken hinter der Mauer kein Hinderniss zu bereiten. Die ins Erdreich hinab reichenden Theile der Mauer sollen deshalb auf der Aussenseite glatt sein. Einzelne Steine oder ganze Schichten dürfen nicht aus der Fläche hervor treten; Absätze sind stark abzuschrägen, die Fugen nicht hohl zu lassen, sondern besser übervoll zu machen und zweckmässig ebenfalls etwas nach unten abzuschrägen. Hydraulischer Mörtel ist bei solchen Mauertheilen im Vorzuge vor Luftmörtel.

Die Einlegung von Isolirsichten gegen aufsteigende Feuchtigkeit kann sich unter besonderen Umständen als nachtheilig für ein Gebäude erweisen. Folgen unmittelbar über der Isolirsicht Steine, welche Wasser gut festhalten, und ist die betr. Mauer dem Herabrieseln von Regenwasser stark ausgesetzt, so wird sich solches Wasser in dem Theile über der Isolirsicht sammeln und diesen feucht machen. Diese Erscheinung kann Veranlassung geben, an Stellen, wo das Einlegen einer Isolirsicht gegen aufsteigendes Wasser nicht durchaus

nothwendig ist, davon Abstand zu nehmen. Auch kann die Verwendung besonders dichten Gesteins unmittelbar über der Isolirschicht, oder ein anderes den örtlichen Verhältnissen entsprechendes Mittel, gegen Ansammlung von Feuchtigkeit über der Isolirschicht infrage kommen.

Da nach vorliegenden Beobachtungen im Boden unter Gebäude Spaltpilze günstige Existenzbedingungen finden können und da es möglich scheint, dass dieselben mit durch Kapillarkraft gehobenem Wasser Zutritt zu den unteren Räumen des Gebäudes gewinnen, ist ein wasserdichter Abschluss der Sohle von Wichtigkeit, auch mit Bezug auf diese besondere Gefahr. Es sollten demnach in Wohnräumen Holzfussböden, ohne dass der Erdboden darunter dicht abgedeckt ist, nicht zugelassen werden, noch weniger Lehimestriche, da diese dem Durchgange von Pilzen aller Art keinen ausreichenden Widerstand entgegen setzen.

Auch mangelhafte Abdeckung von Mauern, die vor Winter unvollendet liegen geblieben sind, kann weit in die Tiefe hinab reichende, schwer zu trocknende Durchfeuchtungen des Mauerwerks zur Folge haben. In ungeschützter Lage, in Gegenden stehende Gebäude, in welchen der Regen weniger in grösseren Massen und kurzen Zwischenräumen, als vielmehr öfter und in geringen Mengen fällt, oder auch da, wo ein grosser Theil des Niederschlags sich aus Nebeln ergiebt, d. h. also allgemein in Gegenden nahe der Meeresküste — wird die Aussenseite der Gebäudemauern gewöhnlich feucht sein. Da bei den in solchen Gegenden herrschenden stärkeren Winden die auf der Mauerfläche fein vertheilte Feuchtigkeit durch den Winddruck tiefer ins Innere der Mauern hinein gedrängt wird, bedürfen Gebäude in Lagen, wie sie hier gedacht sind, verstärkten Schutzes gegen Feuchtigkeit, der entweder im Material selbst (künstliche Steine von besonderer Dichte oder Glasur), oder Putzüberzug mit Oelfarbenanstrich, oder sonstwie zu schaffen ist. —

Die an früherer Stelle des Buches angegebenen Mauerstärken von Gebäuden, sind diejenigen, welche aus Rücksichten der Standicherheit nothwendig sind; diese stehen auch in erster Linie. Nebenher hat die Mauerstärke auch den Rücksichten auf Schutz gegen Feuchtigkeit und auf Wärme zu entsprechen, und ist von diesem Gesichtspunkt hier einer nochmaligen Besprechung zu unterziehen.

Von Aussen an eine Mauer heran kommende Feuchtigkeit wird um so früher zur anderen Seite der Mauer in gewissen Mengen gelangen, je geringere Dicke dieselbe hat; ungefähr wird die verlaufende Zeit zur Mauerdicke im umgekehrten Verhältniss stehen. Das Feuchtwerden einer Mauer kann aber auch an der Innenseite derselben beginnen, nämlich ausser dem Falle der direkten Annässung der Mauer auch in dem anderen Falle, dass in dem betr. Raume grössere Feuchtigkeitsmengen durch Verdunstung, Respiration usw. erzeugt werden, die infolge der niedrigen Wandtemperatur sich an derselben niederschlagen.

Wie die Menge der Feuchtigkeit steht auch die Wärmemenge, welche durch eine Mauer passirt, etwa im umgekehrten Verhältniss zur Dicke derselben. Doch scheint dies Gesetz bei Mauern von grösserer Stärke nicht mehr genau anwendbar zu sein, da die Beobachtung ergiebt, dass mit der Mauerstärke die Wärmedurchleitung in geringerem als dem einfachen Verhältniss abnimmt, d. h. von einer gewissen Dicke ab mit der Vermehrung der Mauerdicke keine entsprechende Verminderung der Wärmeleitung mehr verbunden ist. Einen

Beweis dafür, dass es sich so verhält, kann man vielleicht schon in der Thatsache erblicken, dass die in früherer Zeit üblich gewesenen grösseren Mauerdicken nach und nach ausser Verwendung gekommen sind; doch spricht hierbei auch die Kostspieligkeit und der Umstand mit, dass Räume mit sehr dicken Wandungen, wenn auch im Winter warm, im Sommer kalt sind.

Ferrini (Technologie der Wärme) giebt folgende die verminderte Abnahme des Wärmedurchgangs mit der Wanddicke erweisende Tabelle:

| | |
|---|--|
| Wanddicke | 0,1—0,2—0,3—0,4—0,5—0,6—0,7—0,8—0,9—1,0 m. |
| Koeffizient des Wärmedurchgangs | <u>2,30—1,73—1,39—1,16—0,99—0,87—0,77—0,70—0,63—0,58 „</u> |
| Unterschiede | 0,57—0,34—0,23—0,17—0,12—0,10—0,07—0,06—0,05 m. |

Die durch Rücksichten auf Standsicherheit bedingte Dicke stärker belasteter Mauern von 0,5 m, scheint in unseren Gegenden auch etwa diejenige zu sein, über welche hinaus bei Wohngebäuden die Vermehrung des Wärmeschutzes besser durch ein anderes Mittel, als durch Vergrösserung der Mauerdicke erreicht werden kann. Ausnahmen machen Gebäude, bei welchen, wie z. B. bei Kühl- und Eishäusern, der Wärmeschutz von ganz besonderer Bedeutung ist; bei solchen wird man zweckmässig über die bei Wohngebäuden übliche Mauerdicke hinausgehen.

Bei Wänden der üblichen Dicke hat man beobachtet, dass bei Sonnenbestrahlung die Temperatur der Innenseite etwa um $3\frac{1}{2}^{\circ}$ über die Temperatur einer nicht bestrahlten Wand hinausgeht. Doch kommen auch grössere Unterschiede, und zwar bis zur doppelten des genannten Mittelsatzes vor. Wie an der Aussenseite der Wand, so erreicht auch an der Innenseite derselben die Temperatur ein Maximum; letzteres fällt aber der Zeit nach erheblich später als ersteres. Bei einer 38 cm starken Mauer zeigte sich eine Verzögerung des Maximum-Eintritts um 6—7 Stunden. Beides, die Temperaturunterschiede bestrahlter und unbestrahlter Wände, wie die Verzögerung des Maximums an der Innenseite, machen den Aufenthalt in derartigen Räumen mindestens unangenehm. Aber für die Körper-Erwärmung und -Entwärmung ist möglichste Uebereinstimmung der Temperatur an allen Stellen eines geschlossenen Raumes auch eine wichtige hygienische Forderung. Und was die Verzögerung des Maximums betrifft, so will beachtet sein, dass dadurch die Dauer von im Sommer belästigenden Zimmertemperaturen um ebenso viel, d. h. bei südlich und westlich gerichteten Wänden bis in den Abend, bezw. tief in die Nacht hinein verschoben wird. In Schlafzimmern mit ungeschützter südlicher und westlicher Lage kann dadurch der Aufenthalt unerträglich werden.

Als Ersatz für Vermehrung der Mauerdicke macht man von der geringen Wärmeleitfähigkeit ruhender Luft (S. 779) Gebrauch, indem man sogen. Luftschichten, wie auch Mauern aus porösen Steinen anwendet. Die Luftschichten dienen gleichzeitig dem Zwecke der Abhaltung von Feuchtigkeit.

Zu der mit Rücksicht auf beide Zwecke sich erhebenden Frage nach der nothwendigen oder geeignetsten Weite der Luftschichten sind bisher Versuchsergebnisse nicht bekannt geworden. Die Erfahrung scheint aber zu ergeben, dass der Weite nur eine untergeordnete Rolle gegenüber anderen Seiten, welche die Anlage von Luftschichten bietet, zukommt. Deshalb wird bei Ziegelmauerwerk die Weite der Luftschicht allgemein so gewählt, dass sie den „Verband“ der Steine möglichst wenig stört und gleichzeitig die Standsicherheit der als

Ganzes gedachten Mauer keine grosse Einbusse erleidet, d. h. zu etwa 6 cm angenommen. Ein gewisses Mehr, bis zu etwa 10 cm, dürfte aber den der Luftschicht abverlangten Nutzen vergrössern. In England dürfen nach baupolizeilicher Vorschrift Luftschichten nicht über 7,5 cm Weite erhalten..

Mit Bezug auf die Lage der Luftschicht: ob in der Mitte, oder aus der Mitte verschoben, der einen oder anderen Seite der Mauer näher gerückt, kommt beides inbetracht: sowohl der Wärmeschutz, als die Abhaltung von Feuchtigkeit.

Die Temperaturschwankungen sind im Freien viel grösser als in geschlossenen Innenräumen. Einen je grösseren Theil der Masse man also nach den Aussenseiten der Wand bringt, d. h. je weiter man die Luftschicht nach Innen rückt, um so beständiger in der Temperatur wird der isolirte Theil der Mauer sein. Es ist andererseits aber zu beachten, dass sowohl die Wärmeleitung der ruhenden Luft weit geringer als die des Mauermaterials ist und ferner auch, dass der ganze aussen liegende Mauertheil der Durchfeuchtung mit Regen ausgesetzt ist. Es erscheint darnach, um beiden Ansprüchen gerecht zu werden, zweckmässiger, die Luftschicht aus der Mauermitte heraus der Aussenseite der Mauer zu nähern, nicht umgekehrt. Dabei gewinnt auch die Wärmebeständigkeit des inneren stärkeren Theils der Mauer und wird den Rücksichten auf Standicherheit am besten entsprechen, da der innen liegende Theil der Mauer die Last der Balkenlage aufzunehmen hat; auch können die Balkenköpfe unmittelbar an die Luftschicht herantreten, also frei liegen.

Anderweit wird mit Rücksicht darauf, dass die dünnere Wand leichter austrocknet, empfohlen, die Luftschicht aus der Mitte heraus nach der Innenseite zu rücken. Dies erscheint aber wohl nur gerechtfertigt, wenn in Räumen sehr viel Feuchtigkeit erzeugt wird, die sich an den Wänden niederschlagen könnte.

Bei Mauern aus Beton ist man in der Lage, die man der Luftschicht geben will, unbeschränkt; bei Mauern aus Ziegelstein ist das Steinformat zu berücksichtigen. Bei 2 Stein starken Mauern würde für geschützt liegende Mauern die Aussendicke auf $\frac{1}{2}$ Stein, die Innendicke auf $1\frac{1}{2}$ Stein zu bemessen sein; an der Wetterseite würde sich die Eintheilung in $\frac{3}{4}$ Stein und $1\frac{1}{4}$ Stein wohl mehr empfehlen,

Bei $1\frac{1}{2}$ Stein Mauerstärke ist die Eintheilung unmittelbar vorgeschrieben. Bei nur 1 Stein starken Mauern wird man wohl nicht anders können, als die Luftschicht in der Mauermitte anzuordnen. Es bleibt jedoch bei Mauern von so geringer, und noch geringerer Stärke das Mittel der Anwendung sogen. Vorwände im Innern der Räume. Vorwände sind aus plattenförmigen Material oder Putz auf Draht hergestellte, wenige Centimeter dicke Wände, die mit Belassung einer Luftschicht an der Innenseite der Mauer aufgestellt werden.

Es entsteht die Frage: ob es zweckmässig ist, die Luftschicht ununterbrochen durch die ganze Höhe einer Gebäudemauer hindurchreichen zu lassen oder dieselbe in mehre, für sich bestehende Abtheilungen zu sondern? Dazu Folgendes:

Luftschichten werden zuweilen nur für den Zweck angelegt, um die Trocknung des Rohbaues zu befördern; man lässt sie alsdann von unten bis oben durchgehen und verbindet sie an beiden Stellen mit dem Freien, um Luftbewegung in ihr zu erzeugen. Dieser Zweck wird in der Regel nur sehr mangelhaft erreicht werden, da hier ein Antrieb für die Luftbewegung fehlt. Um diesen zu schaffen, ist es nöthig, die Luftschicht sowohl mit der freien Atmosphäre, als mit der Luft des Innenraumes in Verbindung zu bringen, dabei aber, um nicht

schlechte Luft aus einem Geschoss in das andere zu führen, jedes Geschoss für sich zu behandeln. Auch für den vorübergehenden Zweck der Trocknung des Mauerwerks wird daher die Luftschicht in der Höhe je zweier Geschosse zu unterbrechen sein und sind Verbindungen derselben, am Fusse mit der Innenluft, an der oberen Seite mit der Aussenluft, herzustellen. Man wird alsdann die Wirkung des so geschaffenen Lüftungssystems dadurch vergrössern, dass man nahe der Decke Aussen- und Innenluft noch in unmittelbare Verbindung setzt.

Luftschichten mit Abschluss in der Höhe jedes Geschosses dienen auch am besten den Zwecken des Wärmeschutzes und der Abhaltung von Feuchtigkeit, wenn noch eine Vervollständigung hinzu kommt. In der oben und unten offenen Luftschicht wird die Luft nicht ruhen, sondern in Bewegung sein; ihre Leitungsfähigkeit für Wärme ist dabei 170 mal so gross als im Ruhezustande (S. 779, 780). Da es aber nothwendig — jedenfalls sehr zweckmässig — ist, die vielleicht bei Regenwetter feucht gewordene Luft der Luftschicht gegen trockene auszuwechseln, so werden an den oberen und unteren Oeffnungen derselben bewegliche Verschlüsse angebracht werden müssen, die es gestatten, in der Luftschicht, je nach dem Wechsel des Zweckes, Ruhe oder Bewegung der Luft herzustellen:

Die für jedes Geschoss gesondert behandelten Luftschichten sollen daher an beiden Enden dichte, bewegliche Verschlüsse erhalten, nicht aber einheitlich durchgeführt und mit festen Gittern verschlossen werden, die man an denselben oft angebracht sieht, zuweilen sogar mit Ausmündung in den Dachraum. Bei letzterer Anordnung ist nicht ausgeschlossen, dass der Dachraum feucht wird.

Wo mit öfterer Durchfeuchtung der Aussenwand zu rechnen ist, also die in der Luftschicht vorhandene Luft häufigerer Auswechslung bedarf, und ebenso wo diese Anfeuchtung von Innen aus erfolgt, sei es vermöge reichlichen Wasserverbrauchs in den Innenräumen oder aus sonstigen Gründen, wird man zur wirksameren Lüftung der Luftschicht ein Uebriges thun, indem man dieselbe am oberen Ende mit einem warmen Rohr, dem Zuge eines Ofens, einer Küchenfeuerung usw. in Verbindung setzt. Doch ist hierbei grosse Vorsicht nöthig, um nicht den angeschlossenen Räumen schlechte Luft, die aus der Luftschicht oder sonstwo her stammt, zuzuführen. —

Um der Bewegung der Luft möglichst geringe Hindernisse entgegen zu setzen, müssen die Umschliessungen der Luftschicht möglichst wenig rauh sein, also mindestens mit vollen und glatt ausgestrichenen Fugen hergestellt werden. Es ist strenge darauf zu halten, dass beim Aufmauern nicht Mörtel und Steinbrocken in dieselbe hineingerathen, da solche sowohl an einzelnen Stellen hängen bleiben, als auch am unteren Ende sich zu grösseren Mengen ansammeln und die Verbindung nach aussen verschliessen könnten. —

Die Standsicherheit der Mauer erfordert es, dass ausser den Verbindungen der beiden, durch die Luftschicht gesonderten Dickentheile der Mauer in Geschosshöhe, noch andere Verbindungen hinzu kommen. Solche werden zweckmässig an den Stellen geschaffen, wo Innenmauern sich an die Aussenmauern anschliessen; die Luftschicht würde dabei für jede Aussenwand eines Raumes ein für sich bestehendes Ganzes bilden. Ueberschreitet die Wand eine gewisse Grösse, so sind weitere Verbindungen nothwendig. Diese können entweder pfeilerartige sein, wobei die Luftschicht in eine Anzahl mehr oder weniger breiter „Züge“ zerlegt wird; oder es kann die Verbindung mittels einzelner durchbindender Steine, wobei die Eintheiligkeit der Luftschicht erhalten

bleibt, hergestellt werden. Die Zerlegung in Züge nöthigt event. zur Herstellung einer gleich grossen Anzahl von Verschlüssen am oberen und unteren Ende der Züge, was mindestens unerwünscht ist, oft auch unzulässig sein kann. Daher ist die Einlegung von einzelnen Durchbindern am meisten gebräuchlich geworden. Um dabei die innere Wandhälfte vor Feuchtigkeitszutritt zu schützen, werden zu Bindersteinen wohl Steine von grösserer Dichte ausgesucht, oder dieselben auch durch Eintauchung in heissen Theer dichter gemacht; desgleichen verlegt man die Bindersteine wohl in Zementmörtel. Den meisten Schutz gewähren möglichst dichte Steine; die beiden anderen Mittel sind in der Wirkung unzuverlässig. Am besten würden Bindersteine mit allseitigem haltbarem Glasurüberzug sein, die aber bis jetzt kaum irgendwo hergestellt werden; auch „Glasseite“ wären zweckmässig. —

Der Schutz gegen Wärmewechsel und Feuchtigkeit, welchen gut angelegte Luftschichten gewähren, ist erfahrungsmässig ein sehr hoher. Bringt daher die Anlage einer Luftschicht auch keine Baukosten-Ersparniss mit sich, so dient dieselbe doch zur wesentlichen Herabziehung der Betriebs- (Heizungs-) Kosten eines Hauses. Sie hält letzteres in heisser Jahreszeit auch relativ kühl und dient endlich der Erhaltung des Hauses in guter Beschaffenheit. Leider werden trotz dieser Vorzüge Luftschichten heute noch nicht so häufig angewandt, als sie es ihres grossen Nutzens wegen verdienen; doch bürgert sich die Anwendung mehr und mehr ein.

Den grössten Nutzen gewähren Luftschichten bei frei stehenden kleinen Wohnhäusern; hier sieht man dieselben daher auch am häufigsten angeordnet, weniger oft bei städtischen sogen. Reihenhäusern. In zusammen tretenden Giebelmauern Luftschichten anzulegen, erscheint in der That auch wenig nutzenbringend, doch kostspielig, wegen der Vergrösserung der durch die Dachmauern bedeckten Grundfläche. Hingegen würde auch bei solchen Häusern die Anwendung von Luftschichten in den frei stehenden Mauern höchst zweckmässig sein, besonders in solchen, die nicht von der Sonne erreicht werden und sich daher leicht feucht halten.

Immer sollte man Kellermauern mit Luftschichten versehen, desgleichen die frei stehenden Mauertheile, hinter denen Küchen oder andere Räume liegen, in welchen viel Feuchtigkeit produziert, oder viel mit Wasser umgegangen wird. Desgleichen sollten in den sogen. Brüstungsmauern unter den Fenstern von Wohnräumen Luftschichten niemals fehlen, da die Fenster-Brüstungsmauern gewöhnlich eine geringere Stärke als die Mauern an anderen Stellen erhalten und daher besonders stark abkühlen. Die gesuchtesten Plätze eines Wohnzimmers werden dadurch stark geschädigt und zu Stellen gemacht, bei deren Benutzung man leicht Gefahr läuft, sich Erkältungs-Krankheiten zuzuziehen. —

Die gleichen Zwecke wie mit der Anlage von Luftschichten verbindet man mit der Benutzung der sogen. Lochsteine anstelle von „Vollsteinen.“ Es scheint dass die Benutzung von Hohlsteinen bisher im Vorzuge ist, vielleicht deshalb, weil das Material der Lochsteine nothwendig von besserer Beschaffenheit sein muss, als das zu Vollsteinen genügende, weil Hohlsteine auch besser „durchgebrannt“ werden als Vollsteine, und weil daher die konstruktive Sicherheit der Mauern aus Lochsteinen grösser als diejenige von Mauern aus Vollsteinen mit Luftschicht ist.

Bei Mauern aus Lochsteinen sind in der Regel die Hohlräume mehrerer Steine ausser Zusammenhang, bilden daher kleine lufferfüllte

Einzelzellen. Sind die Hohlräume ausreichend gross und stehen dieselben für den Eintritt von Feuchtigkeit und Luft nicht allzu leicht offen, so können der Wärmeschutz und der Schutz gegen Feuchtigkeit bei einer Hohlsteinmauer ebenso gross sein, wie bei einer mit Luftschicht erbauten Mauer. Zwar fällt bei ihnen die Möglichkeit, in regelmässiger Weise abwechselnd bewegte und ruhende Luft in den Hohlräumen zu schaffen, fort; doch ist dieser Mangel hier weniger gross, weil bei der Verminderung der Steinmasse die in Hohlsteinmauern befindliche Feuchtigkeitsmenge etwa in demselben Verhältniss geringer ist. Bei Mauern von grösserer Stärke würde es zweckmässig sein, die beiden an den Aussenseiten liegenden $\frac{1}{2}$ Stein starken Schalen aus Vollsteinen, und nur den Kern der Mauer aus Lochsteinen herzustellen. Wegen des Wärmeschutzes von Mauern aus Lochsteinen vergl. die Tab. S. 781. —

Aus porösen Ziegeln sind bisher Aussenmauern wohl nur selten hergestellt, öfter dagegen innere Scheidewände oder Mauertheile, bei denen es auf eine bedeutende Gewichtsverminderung ankam. Auch solche Mauern sind mit Bezug auf Wärmeschutz und Trockenhaltung denjenigen aus Vollsteinen überlegen; um wie viel, darüber liegen bisher noch zu geringe Anhalte vor.

Gleichartiges gilt von Mauern aus Schwemmstein, Tuffstein, und stark porösen Schlackensteinen, die aber eine gegen die bisherige nur geringe, vermehrte Anwendung beim Häuserbau verdienen dürften. —

Eine, aufgrund der Verschiedenheit der Wärmeleitung von Stein und Luft angestellte Berechnung ergibt, dass der Wärmedurchgang bei gleich starkem Mauerwerk aus: a) Sandstein, b) Ziegel-Vollsteinen und c) Hohlziegeln, Ziegelmauern mit Luftschicht, etwa in dem Verhältniss von:

$$3 : 2 : 1$$

steht, wonach zur Erhaltung auf gleichen Temperaturen die Vollsteinmauern das Zweifache der Wärmemenge und die Sandsteinmauern das Dreifache der Wärmemenge, die für eine Hohlsteinmauer, oder eine solche mit Luftschicht ausreichend sein würde, zugeführt erhalten müsste. In Wirklichkeit werden sich bei den grossen Besonderheiten der verschiedenen Fälle diese Verhältnisse oft wohl etwas anders heraus stellen. —

Beachtung verdient schliesslich die Frage: ob und wie sich mit Bezug auf Fortpflanzung des Schalles volle Mauern von nicht vollen unterscheiden? Ergebnisse besonderer Versuche hierzu sind bisher nicht bekannt geworden; es soll aber die Schalleitungsfähigkeit nicht voller Mauern etwa in demselben Verhältniss wie oben günstiger sein als diejenige von Vollmauern. Auch hierbei lässt sich aber nicht wohl generalisiren. Jedenfalls spielen die Lage der Hohlräume zu den Aussenseiten der Mauern und die Formen der Hohlräume eine sehr grosse Rolle. Bei Luftschichten ist die Gefahr zu beachten, dass direkte Uebertragungen des Schalles von einem Raum in einen benachbarten, oder auch höher liegenden, sich ergeben können, besonders leicht wenn die Luftschichten mit warmen Zügen verbunden sind. —

Sind Mauern nicht einheitlich aus demselben Material erbaut, etwa an den Aussenseiten aus Werkstein, an den Innenseiten aus Ziegeln, so handelt es sich um Ungleichheiten in der Luftdurchlässigkeit, in der spezif. Wärme, der Wärmeleitung und dem Verhalten gegen Feuchtigkeitsaufnahme und Fortpflanzung der Feuchtigkeit.

Die Anwendung einer Schale aus Ziegeln an der Innenseite der Wand wird in der Regel — mit Bezug sowohl auf die geringere spezif. Wärme als die raschere Trocknung derselben — vortheilhaft sein. Ist das Material der Aussenmauern stark wasseraufnahmefähig — wie viele Sandsteine — so ist Isolirung gegen die Schale aus Ziegelstein nothwendig; die besten Dienste würde eine Luftschicht leisten. Etwas unsicher in der Wirkung ist das gewöhnliche Verfahren: die Hinterseite der Schale aus Werkstein durch einen Ueberzug mit Theer oder Goudron wasserundurchlässig zu machen, da ein solcher Ueberzug durch die von der Hinterseite kommenden Feuchtigkeit leicht abgelöst wird, dies jedenfalls dann, wenn man denselben erst aufträgt, nachdem die Vermauerung der Steine stattgefunden hat. Vorheriges Tränken oder Ueberziehen würden jedenfalls im Vorzuge sein.

Auch bei Wänden aus anderem als Steinmaterial (Holz, Eisen usw.) leistet eine Luftschicht die besten Dienste. (Vergl. hierzu die S. 780, 781 mitgetheilten Ergebnisse der Versuche von Grünzweig.)

Eisenblech kommt in Wänden nur in der Form von Wellblech inbetracht. Wenn man die Innenseite etwa mit Holz verschalt, so bilden die Wellenthäler unter sich in losem Zusammenhang stehende Züge; selbstständige Züge entstehen beim Aufbringen von Putz mittels Umwandung von Rohr- oder Drahtgeflecht. Eine dichtanschliessende — gefornite — Unterschalung etwa aus Korkstein, leistet im allgemeinen weniger als die Züge.

Wände aus hölzernem oder eisernem Stielwerk (Gerippe) mit zweiseitiger Bretterschalung und Putz, oder Bekleidung mit Monierplatten, oder Rabitzwänden, oder Magnesitplatten, Gipsdielen usw., besitzen in dem Hohlraum ein kräftiges Wärmeschutzmittel. Nur wenn man denselben mit einem die Wärme schlecht leitenden Material ausfüllt, kann die Füllung eine Erhöhung des Wärmeschutzes mit sich bringen; im allgemeinen wird Offenhaltung des Hohlraumes vorzuziehen sein.

Der Hohlraum lässt sich oft auch zu Ventilationszwecken in günstigster Weise ausnützen. Als Bedenklichkeit kommt auf der anderen Seite aber inbetracht, dass derselbe für die Fortleitung von Feuern ausserordentlich dienlich ist. In vielen Baupolizei-Ordnungen wird daher die Anlage hohler Wände aus brennbarem Material untersagt, oder auch Füllung solcher Wände mit unverbrennlichem Material gefordert. —

Bei Krankenhäusern, bezw. einzelnen Krankenzimmern, in denen an Infektionskrankheiten leidende Personen Aufnahme finden, stösst die Anlage von Hohlmauern und -Wänden auf das Bedenken, dass der Hohlraum zur Ausbreitung des Infektionstoffes dienen könnte. Hier wird also die Anlage von Mauern und Wänden mit Luftschichten wohl regelmässig ausgeschlossen sein, wogegen bei Mauern aus Hohlziegeln oder porösen Steinen jenes Bedenken vielleicht in Fortfall kommen kann.

Litteratur über Hohlmauern u. a.: Flügge, Beiträge zur Hygiene; Leipzig 1878. — Emmerich, Die Wohnung, im Handbuch der Hygiene von v. Pettenkofer u. v. Ziemssen; Leipzig 1894. — Schmidt, im Centralbl. f. allgem. Gesundheitspflege 1892, S. 209 ff. — Gesundheits-Ingenieur 1892. — Manega, Die Anlage von Arbeiterwohnungen, usw.; Weimar 1883. — Volkmann im Centralbl. d. Bauverwltg. 1888, S. 181. — Wagner, im Gewerbebl. f. d. Grossherzogthum Hessen 1891, S. 101. — Schmölcke, in Deutsche Bauzeitung 1883, S. 37 und Derselbe, Das Wohnhaus des Arbeiters; Bonn 1885.

b. Zwischendecken und Fussböden.

Durch Beobachtung ist festgestellt, dass aus den unteren Geschossen eines Wohnhauses Luft in die oberen übertritt, auch wenn keine andere Verbindung als die durch die Zwischendecken besteht. Ungeachtet der Thatsache, dass Kohlensäure schwerer als Luft ist, wird in den höher liegenden Räumen ein höherer Kohlensäuregehalt angetroffen als in den darunter liegenden, eine Erscheinung, aus der die obige Thatsache folgt. Besonders gross wird die in die oberen Räume von unten aus hinein getragene Luftverschlechterung sein, wenn nahe unter Decke der unteren Räume sich Quellen für Erwärmung (und Kohlensäure-Erzeugung) finden; solche Quellen sind die Beleuchtungskörper.

Die nach oben mitgeführte Kohlensäure kann auch in dem Deckenfüllmaterial sich ansammeln und hier in mehrfacher Weise gesundheitsschädliche Wirkungen ausüben.

Hoch erwärmte und mit Feuchtigkeit stark beladene Luft wird beim Durchgang durch die Decke wenn das Material, aus der dieselbe besteht, weniger hoch erwärmt ist, oder die eingeschlossene Luft weniger hoch gesättigt ist, hier Feuchtigkeit abgeben.

Von der Oberseite — dem Fussboden — aus können, wenn letzterer undicht ist, mit Staub oder Feuchtigkeit Verunreinigungen und Spaltpilze in die Decke eindringen, welche von hier aus zu Ursachen verschiedener, darunter auch spezifischer Schädlichkeiten werden können. Insbesondere liegen Beobachtungen vor, nach denen von den Zwischendecken aus eine Verbreitung des Schwindsuchts-Bazillus stattfinden kann. Es sind Fälle von ungeahnt energisch verlaufenden Fäulnisvorgängen in Zwischendecken und ebenso Anhäufungen von Stickstoffmengen in Zwischendecken angetroffen worden, deren Höhe geradezu in Erstaunen setzt. Es genügt auf die besondere gesundheitliche Bedeutung derartiger Befunde hier kurz hingewiesen zu haben. Genaueres darüber kann in Emmerich, Die Wohnung (Handbuch der Hygiene von v. Pettenkofer und v. Ziemssen) nachgelesen werden. Professor Emmerich gebührt, wie schon S. 797 erwähnt ist, das Verdienst, das Verhalten und die besondere Bedeutung der Zwischendecken für die Gesundheitspflege zuerst zum Gegenstande eingehender Studien gemacht und dadurch zu den mannichfachen Verbesserungen, welche in neuerer Zeit eingeführt worden sind, in erheblichem Umfange beigetragen zu haben.

Fussböden sollen, um die Staubbildung einzuschränken, gegen Abnutzung wenig empfindlich und leicht reinigungsfähig sein,

Zwischendecken sind ihrer gesundheitlichen Gefahren nur bei wasser- und luftundurchlässiger Herstellungsweise entkleidet. Dazu giebt es eine Reihe von Konstruktionen aus Metall, Stein, Gips, Beton usw., bezüglich deren auf anderweite Stellen des Buches verwiesen wird. Hier bleibt, unter fernerer Bezugnahme auf den Inhalt von S. 790 und S. 797, nur noch Einiges bezüglich der hölzernen Zwischendecken nachzutragen.

Decken mit Wellerung oder Stakung enthalten mehr oder weniger grosse Mengen von Lehm, ein Material, welches bedenklich ist, weil es Alkalien enthält, weil es ferner gewisse Mengen von Feuchtigkeit lange festhält, weil es (in Mischungen mit Sand) Feuchtigkeit auch begierig wieder aufnimmt. Diese althergebrachten Deckenkonstruktionen sollten daher verlassen werden. Mindestens müsste zwischen Lehm und Fussboden ein Zwischenmittel eingebracht werden, welches Feuchtigkeit von dem Lehm sicher abhält.

Bei dem grossen Schwindmaass, welches Holz besitzt und seiner Neigung zum Werfen (vergl. Angabe S. 792), sollten Fussbodenbretter vor dem Verlegen möglichst vollkommen ausgetrocknet sein. Nur wenn dies der Fall, dürfen die Bretter einige Breite haben; wenn auch nur noch geringe Feuchtigkeit vorhanden ist, müssen möglichst schmale Bretter gewählt werden, zwischen denen nicht so weite Fugen als zwischen breiten entstehen können und bei denen auch Werfen nur im geringeren Grade möglich ist. Möglichst sollte nur sogen. Hartholz zu Fussbodenbrettern benutzt werden oder Hölzer mit reichem Harzgehalt. Darnach sind am besten Eichen, Buchen, Pitch pine und Yellow pine, sowie Kiefernholz geeignet; Fichtenholz ist auszuschliessen.

Gute Dienste gegen Eindringen von Feuchtigkeit in die Poren des Holzes leistet ein Oelfarbenanstrich. Es ist aber wichtig, denselben nicht früher aufzutragen, als bis das Holz selbst und das Deckenfüllmaterial möglichst trocken geworden sind, weil, wenn dieser Zustand nicht erreicht ist, Austritt der Feuchtigkeit gehindert ist und dann Werfen der Bretter eintreten muss.

Die Hirnenden der Fussbodenbretter hart gegen eine Aussenmauer treten zu lassen, ist wegen der Gefahr, dass hier leicht Feuchtigkeit aufgenommen wird, unzulässig. Es entsteht, oder vergrössert sich dann freilich die andere Gefahr, dass an der Mauer eine Spalte bestehen bleibt, in welche Feuchtigkeit eindringen kann; daneben wird durch die Spalte die Schalleitung der Decke bedeutend gefördert. Gegen diese Misstände muss in einer sehr sorgfältigen Herstellungsweise der Fuss- oder Scheuerleiste Abhilfe gesucht werden.

Je mehr Material eine Zwischendecke enthält, um so mehr wird sie gegen Uebertragung von Schall und zum Wärmeschutz leisten. Decken mit grossen Hohlräumen, und sehr dünne Decken verdienen daher für Wohnhäuser keine Empfehlung.

Ueber besondere Schutzvorkehrungen, welche für hölzerne Fussböden mit Rücksicht auf die Gefahr des Auftretens von Hausschwamm und Trockenfäule getroffen werden müssen, vergl. den Inhalt des bezügl. Abschnittes S. 812 ff.

Um für die, durch wider Erwarten eingetretenes Schwinden und Werfen des Holzes entstehenden Gefahren leicht Abhilfe schaffen zu können, hat man Konstruktionen erdacht, bei denen der Fussboden leicht aufnehmbar und — unter Dichtung der Fugen — von neuem verlegbar ist. Solche Konstruktionen haben sich aber aus erkennbaren Gründen bisher keinen grösseren Eingang zu verschaffen gewusst. Der gewöhnliche Weg zur Beseitigung entstandener Fugen ist der, dass dieselben mit Kitt gefüllt, oder auch „ausgespant“ werden. Bei geeigneter Fugenweite ist nur ersteres Verfahren anwendbar und erfüllt auch den Zweck. Bei grösserer Weite bleibt nur die Ausspahnung möglich, welche, wenn sie dauernd wirksam bleiben soll, nicht mit Langholz, sondern mit Hirnholz ausgeführt werden muss, dessen Schwindmaass minimal ist; man ermässigt dasselbe praktisch auf Null, indem man die einzusetzenden Spähne (Streifen) vorher mit gekochtem Leinöl trinkt.

Ganz einwandfreie Fussböden lassen sich weder in der Form der sogenannten Dielenfussböden, noch in der — besseren — Konstruktionsweise der sogenannten Riemenfussböden herstellen; letztere fallen aber bei Verlegung in eine Asphaltenschicht bei guter Herstellungsweise tadellos aus. Zu Riemenfussböden in Asphalt wird aber umwandelbare Unterlage erfordert, deren Herstellung auf Balkenlage nicht sehr einfach ist. Bei der raschen Abkühlung des Asphalts und wegen der Gefahr des

Werfens müssen die Riemen in kurze Längen (0,60—0,75 m) geschnitten werden. Der so hergestellte Fussboden führt die Bezeichnung „Stabfussböden“, auch wohl „Bandparkett“. Ohne Asphaltunterlage hergestellt wird er gewöhnlich auf einen sogen. Blindboden verlegt.

Auf hölzernen Decken lassen sich auch Fliesenfussböden verlegen, wenn auf Deckenfüllung und Balken eine isolirende Schicht, zunächst aus Sand und daneben 2 Lagen Dachpappe gebreitet werden. Für Krankenzimmer, Küchen, Flure usw., überhaupt alle Räume, in denen viel mit Wasser umgegangen, oder die Reinigung nass ausgeführt wird, ist dies die gesundheitlich beste Fussbodenkonstruktion. Estriche bleiben auf Holzbalkendecke nicht leicht rissefrei.

Neben Stabfussböden, in Asphalt verlegt, ist auch der Parkettfussboden (auch Tafelparkett genannt), welcher immer einen Blindboden erfordert, eine relativ vollkommene Konstruktion, weil bei ihm dem Schwinden und Werfen einigermaassen vorgebeugt ist, zu demselben auch nur Hartholz verwendet wird, dessen Poren mit Fettstoffen gefüllt wird. Deshalb hält sich dieser Fussboden von Staub und Schmutz frei und bedarf aus diesem Grunde wiederum der eigentlichen nassen Reinigung nicht; bloss feuchte Reinigung genügt.

Für geringwerthigen Fussboden ist die nasse Reinigung aus unmittlbar wirkenden Rücksichten nicht zu entbehren, aus mittlbar wirkenden gesundheitlichen Rücksichten jedoch ein Uebelstand.

c. Treppenhäuser und Treppen.

Indem die Treppenhäuser immer offene Verbindungen zwischen den verschiedenen Geschossen eines Gebäudes herstellen, sind sie besonders geeignet, Gesundheitsschädlichkeiten aus einem Geschoss in ein anderes zu übertragen. Einiger Schutz dagegen ist vorhanden, wenn die Geschossräume durch verschliessbare Zugänge von den Treppenhäusern geschieden sind. Wünschenswerth ist immer ein guter Abschluss der Kellerräume gegen das Treppenhaus, um zu verhindern, dass feuchte oder schlechte Grundluft, Wasch- und Kochküchen-Dünste den oberen Geschossen unmittlbar zugeführt werden.

Die Wände der Treppenhäuser sollten, zur leichten Reinhaltung, Ueberzüge erhalten, an welchen nicht leicht Unreinigkeiten hängen bleiben und welche nasse oder doch feuchte Reinigung vertragen. Verblendung mit glasierten oder sehr dichten Ziegelsteinen, Fliesenbekleidung oder Oelfarbenanstrich sind im Vorzuge vor Tapeten und Wasserfarbenanstrichen. Helligkeit und gute Lüftung der Treppenhäuser sind von mehrern Gesichtspunkten aus Hauptfordernisse.

Von den konstruktiven Anforderungen an die Treppen selbst mag hier, nachdem die Formung der Stufen bereits an früheren Stellen behandelt worden ist, nur diejenige Platz finden, dass die Treppenstufen aus einem Material bestehen sollen, welches Nässe und Schmutz nicht leicht aufnimmt, leicht zu reinigen ist und nicht stark abnutzt. Diese Anforderungen sind übereinstimmend mit denjenigen, welche an Fussböden erhoben werden. Es wohnt denselben aber, bei der vergleichsweise viel stärkeren Benutzung der Treppen, eine besonders hohe Bedeutung bei.

d. Dächer.

Auf die von den Dächern zu erfüllenden Ansprüche ist bereits S. 790 eingegangen worden. Die grossen Verschiedenheiten des Wärmeschutzes, welche bei verschiedenen Deckmaterialien und einigen

Konstruktionsbesonderheiten des Daches stattfinden, gehen aus der Tabelle S. 781 hervor. Neben der nothwendigen Luftdurchlässigkeit des Daches ist ein ziemlich hoher Grad von Wärmebeständigkeit desselben aus dem Grunde erforderlich, um die Entstehung sowohl zu hoher als zu niedriger Temperaturen im Dachraum zu verhüten. Bei letzterer würde die aus den unteren Gebäuderäumen herzugeströmte wärmere Luft im Dachraume Feuchtigkeit ausscheiden. Metallbedachungen leisten in bezug auf Wärmebeständigkeit sehr wenig, Dächer mit englischem Schiefer gedeckt, nur Einiges, mehr die Deckung aus deutschem Schiefer hergestellt. Viel günstiger stellen sich die verschiedenen Ziegelbedachungen.

Bei allen Dächern spielt die Form der Bedachungsmittel eine gewisse Rolle. Ist dieses glatt, so wird die Temperatur desselben überall ausgeglichen sein; ist sie gewellt, so nehmen die Wellenthäler andere Temperaturen an, als die Wellenberge. In kalter Jahreszeit werden die Unterseiten der Wellenberge sich mit Feuchtigkeit bezw. Eiskristallen bedecken, während die Unterseiten der Wellenthäler davon frei bleiben. Dies gilt besonders für Dächer aus Wellblech, die daher sehr leicht Schwitzwasser abtropfen lassen.

Andererseits werden in warmer Jahreszeit in den nicht vom Winde bestrichenen Wellenthälern grosse Wärmemengen aufgesammelt, die nach dem Dachraum durch Strahlung und Leitung abgegeben werden und hier unerträgliche Temperaturen erzeugen können. Gute Metaldächer sind daher nicht leicht anders als mit Schalung zu denken; erwünscht wird Schalung gewöhnlich auch für Schieferdächer sein; doch stehen der Anwendung derselben hier mehre schwerwiegende konstruktive Bedenken entgegen, auf die an betr. Stelle des Buches hingewiesen worden ist.

Die Dachform im weiteren Sinne, insbesondere der Dachneigung ist eine mittelbare gesundheitliche Bedeutung nur insofern beizulegen, als es sich um den sogen. „Dachüberstand“ handelt. Solcher sollte möglichst immer ausgeführt werden, weil er die Mauern vor Feuchtigkeit schützt. Ein Dach mit Ueberstand wird zweckmässig auch eine „vorgehängte“, nicht „aufliegende“ Rinne erhalten.

e. Feuchtigkeit und künstliche Trocknung von Neubauten.

Ausser demjenigen Wasser, welches bei Regen, sei es unvermeidbar, sei es vermeidbar, sei es Folge von Nachlässigkeiten in die Mauern eines Neubaues gelangt, kommen infolge des absichtlichen Annässens der Steine und mit dem Mörtel beträchtliche Mengen von Feuchtigkeit in die Masse eines Neubaues hinein, die aufgezehrt bezw. wieder abgegeben werden müssen, bevor der Neubau beziehbar ist.

Durch Annässen der Steine nimmt das Gewicht derselben um mindestens 5% zu. Beim Gewicht von 5 kg für 1 Ziegel und dem Bedarf von 370 Ziegeln zu 1 cbm Mauerwerk würde für 1 cbm Mauerwerk die in den Ziegeln aufgenommene Wassermenge $\frac{1}{20} \cdot 5 \cdot 370 =$ rd. 90 kg = 90 l sein. Hierzu kommt die im Mörtel enthaltene Wassermenge, welche bei einem Antheil des Mörtels = 0,3 und dem Wassergehalt desselben von nur ebenfalls 0,3 = 0,3 · 0,3 · 1000 = 90 l beträgt. Die in 1 cbm frischem Mauerwerk enthaltene Wassermenge kann daher auf 180–200 l = 18–20% des Volumens gerechnet werden. Eine Verminderung derselben würde von verschiedenen Gesichtspunkten aus nur günstig sein. Man kann dieselbe schon dadurch erzielen, dass die Annässung der Steine unterlassen wird, da-

gegen, um nicht eine zu starke Austrocknung des Mörtels durch Wasserabgabe an die Steine stattfinden zu lassen, der Mörtel immer etwas dünnflüssig angemacht wird. Dieses Verfahren ist aber mit dem Uebelstande verbunden, dass die beim Annässen der Steine gleichzeitig sich ergebende Befreiung derselben von Staub und anderem leichten Schmutz leicht ganz in Fortfall kommt.

Ein Theil des Wassergehalts der Mauern wird zur Mörtelerhärtung verbraucht, die sehr langsam vor sich geht, und selbst nach vielen Monaten noch nicht abgeschlossen ist. Ein anderer Theil des Wassers verschwindet ebentalls nach und nach, indem er durch Verdunstung an die Luft abgegeben wird. Zum Erhärten des Mörtels ist Aufnahme von Kohlensäure — aus der Luft — nothwendig, sie wird durch Wärme und Trockenheit befördert. In noch höherem Maasse als die Mörtelerhärtung ist die Verdunstung von Wärme und Trockenheit der Atmosphäre abhängig, desgleichen von der Wegelänge, welche das Wasser zurückzulegen hat, um an die freie Atmosphäre zu gelangen, d. h. von der Mauerdicke. Es ergibt sich daraus, dass die Austrocknungsdauer von Neubauten nicht nur nach der Mauerstärke und der Jahreszeit, sondern auch nach der Lage zur Himmelsrichtung in weiten Grenzen schwanken wird, dass die oberen Theile einer Mauer früher austrocknen werden als die unteren, die Aussenmauern eher als die inneren.

Nach dem Vorstehenden wechselt die Zeit, welche ein Neubau zum Austrocknen gebraucht, in weiten Grenzen. Bevor ein gewisser Trockenheitszustand erreicht ist, auch kleine, partielle Sackungen eingetreten sind, darf nicht mit der Putzarbeit eines „Rohbaues“ begonnen werden.

Für die zwischen Fertigstellung des Rohbaues und Beginn der Putzarbeiten liegende Frist wird in einzelnen Bauordnungen eine allgemein festgesetzte Dauer (von 4—8 Wochen) vorgeschrieben. Eine derartige Generalisirung hat keine Berechtigung und sollte unterbleiben, zumal dabei der Fall, dass künstliche Trocknung angewendet wird, nicht berücksichtigt ist. Grundsätzlich muss verlangt werden, dass die Bemessung der Frist, die zwischen Fertigstellung des Rohbaues und Beginn der Putzarbeiten nothwendig ist, für jedes Gebäude nach seinen Besonderheiten, ferner mit Rücksicht auf die Jahreszeit erfolgt. Ein solches an sich richtiges Verfahren ist jedoch zu sehr geeignet Missstände nach mehreren Richtungen hin zu erzeugen, auf die hier nicht eingegangen werden kann und muss deshalb von Einhaltung desselben abgesehen werden.

Ungleich besser als eine generalisirende Vorschrift wirkt, würde aber eine Bestimmung sein, welche die Jahreszeit berücksichtigt, indem sie für die Frist zwischen Rohbau-Vollendung und Beginn der Putzarbeiten ungleiche Dauer festsetzt, je nachdem erstere in die Frühjahrs-, Sommer-, Herbst- oder Winter-Monate fällt. Eine derartige Regelung hat beispielsweise die Bauordnung für die Residenzstadt Dresden getroffen. —

Auf die an einer bestimmten Stelle in einer Mauer vorhandene Feuchtigkeitsmenge lässt sich ein Schluss aus der Feuchtigkeitsmenge ziehen, welche in dem Wandputz auf der Innenseite der Mauer vorhanden ist, da Untersuchungen von Glässgen ergeben haben, dass je mehr Feuchtigkeit das Innere einer Mauer enthält, je mehr auch in dem Putz auf der Innenseite sich findet, und umgekehrt. Die in trockenem Innenputz der Mauern alter Gebäude enthaltene Feuchtigkeit beträgt nur 0,4—0,7 Prozent. Im äusserlich trockenen Innenputz von Neubauten kann aber noch das 5—10fache dieser

Feuchtigkeitsmenge enthalten sein. Wie sehr die Mauerfeuchtigkeit mit der Höhenlage der untersuchten Stelle wechselt, haben Untersuchungen des Fugenmörtels, die von Lehmann und Nussbaum an einem Schulhaus-Neubau ausgeführt wurden, dargethan. Es wurde gefunden:

| | | |
|--|------|---------------|
| im Fugenmörtel der Mauer des Erdgeschosses . . | 4,7% | Feuchtigkeit. |
| " " " " " 1. Geschosses . . | 3,0 | " " |
| " " " " " 2. " . . | 3,3 | " " |
| " " " " " 3. " . . | 2,7 | " " |

Bei den Verschiedenheiten fällt sowohl die Nähe zum Boden, als der Umstand ins Gewicht, dass im Mauerwerk gewisse Mengen der Feuchtigkeit nicht festgehalten werden, sondern nach unten sinken. —

Das Verschwindenlassen der Mauerfeuchtigkeit auf dem natürlichen Wege hat vor Anwendung künstlicher Trocknungsmittel den Vorzug, der Erhärtung des Mörtels mehr zuträglich zu sein. Man kann, wie bereits früher angeführt ist, die Dauer der natürlichen Trocknung durch Zumischung von Zement zum Kalkmörtel verringern, noch mehr wenn man, anstelle von Kalkmörtel, Zementmörtel verwendet, was sich jedoch aus anderen Gründen nicht leicht empfiehlt.

Erscheinen diese Abkürzungsmittel der „Trockenfrist“ nicht anwendbar, oder zeigt ein Rohbau nach längerer Zeit Feuchtigkeit nur an einzelnen Stellen, während er im übrigen ausreichend getrocknet ist, so muss künstliche Trocknung zu Hilfe genommen werden. Dazu können folgende Hilfsmittel dienen:

Einzelne feuchte Stellen von Mauern, auch die Umschliessungen ganzer Räume, trocknet man unter Benutzung von Kokeskörben. Dies sind auf Füße gestellte Korbroste, welche mit Koke gefeuert und vor den feuchten Stellen, bezw. in den zu trocknenden Räumen aufgestellt werden. Der Nutzeffekt dieser offenen Feuerungen ist sehr gering.

Indem man den Korbrost mit einem Blechmantel umgiebt, und für geregelte Luft-Zu- und Abführung in, und bezw. aus dem zwischen Korbrost und Mantel liegenden Raume sorgt, ergibt sich eine ofenähnliche Konstruktion, mit höherem Nutzeffekt als der gewöhnliche Kokekorb. Eine Konstruktion dieser Art ist von Keidel angegeben worden. (Vergl. D. Bauztg. 1885, S. 436).

Zu der Form eines beweglichen Ofens gelangt man indem man den in mässiger Höhe gehaltenen Korbrost unten in einen mehr oder weniger hohen Blechzylinder dicht einhängt und ebenso wie vor für Luft-Zu- und -Austritt geeignete Einrichtungen trifft. Auch hierin wird eine höhere Ausnutzung des Brennmaterials erreicht. Betr. Konstruktionen sind von Böckmann und von Keidel angegeben worden. (Vergl. D. Bauzeitg. 1887 und Centralbl. der Bauverwaltung 1885.)

In besser zu beherrschenden und bei sorgfältiger Bedienung auch einen höheren Nutzeffekt gebenden Weise wirkt ein von Kosinski angegebener Trockenapparat. (D. Bauzeitg. 1884, S. 74.) Derselbe besteht aus einem fahrbaren Mantelofen, in dessen Luftraum durch einen von Hand zu bedienenden Ventilator (Bläser) fortwährend frische Luft mittels eines Schlauches eingetrieben wird. Die erhitzte Luft lässt man sich entweder frei in dem — geschlossenen — Raum in dem der Apparat aufgestellt worden ist, ausbreiten, oder leitet sie mittels Schlauch usw. gegen besondere Stellen der Wand, welche höhere Feuchtigkeit besitzen. Die Rauchgase der Feuerung werden

durch Hilfsrohre nach Aussen oder in ein Schornsteinrohr fortgeleitet.

Soll der sehr leistungsfähige Apparat nicht theuer arbeiten, so muss im weiteren Fortgang der Trocknung die Luftzufuhr immer mehr beschränkt werden, weil sonst, nachdem die nahe der Oberfläche im Mauerwerk vorhanden gewesene Feuchtigkeit fortgenommen ist, die tiefer im Mauerwerk noch steckende Feuchtigkeit nicht rasch genug an die Aussenfläche gelangt um die warme Luft sättigen zu können; diese verschwindet also in noch mehr oder weniger trockenen Zustände aus dem betr. Raum.

Den offenen Kokekörben, wie den ofenähnlichen anderen Konstruktionen, die oben kurz beschrieben sind, wohnt die Eigenschaft bei, dass bei der unvollkommenen Verbrennung, welche in ihnen stattfindet, grosse Mengen von Kohlenoxyd erzeugt werden, durch das die mit der Bedienung beauftragten Arbeiter, sowie Arbeiter, welche in der Nähe, namentlich in mehr oder weniger geschlossenen Räumen beschäftigt sind, gefährdet werden. Diese Gefahr ist bei dem Gebrauch des Kosinski'schen Apparats nicht vorhanden.

Die beste Trocknung ergibt sich durch Benutzung einer im Bau vorhandenen frühzeitig angelegten Zentralheizung, namentlich einer Luftheizung. Ofenheizung wird zur Trocknung selten in grösserem Umfange benutzbar sein, weil ihre Inbetriebsetzung mit den Arbeiten des Ausbaues und deren Schutz (Fussböden, Tapeten, Anstriche usw.) kaum ohne Beeinträchtigung oder Schädigung solcher zu denken ist.

f. Einfluss des Arbeitsplans auf die gesundheitliche Beschaffenheit eines Baues.

1. Maurerarbeiten bei Frostwetter auszuführen bringt meist die Gefahr mit sich, dass der Abbindevorgang des Mörtels unterbrochen wird und unvollendet bleibt. Die Folgen sind — neben unzureichender Festigkeit des Mörtels — Verbleiben von grossen Feuchtigkeitsmengen in der Mauer, sowie späterer leichter Aufnahme solcher im Mörtel. Bei Frost hergestellte Mauern sind daher feucht.

Polizeilich ist mehrfach verboten worden, bei Kälte von mehr als -2° Maurerarbeiten auszuführen. Für eine solche unterschiedlose Begrenzung fehlt die Begründung. Werden nasse Steine und langsam bindender Mörtel benutzt, so kann eine Maurerarbeit, in exponirter Lage (grosser Höhe) ausgeführt, schon bei -2° Temperatur sehr ungünstige Ergebnisse liefern, während unter Benutzung trockener Steine und rasch bindenden Mörtels in geschützter Lage ausgeführte Maurerarbeit auch bei der Temperatur von weniger als -2° noch gute Ergebnisse liefern kann. Bei ausreichender Vorsicht ist es unbedenklich, namentlich Innenmauern in nicht grosser Höhe auch bei nicht zu starker Kälte auszuführen. Sehr förderlich ist es immer, wenn die Kälte „trocken“ ist, weil dann aus dem frischen Mörtel rasch ein grosser Theil der Feuchtigkeit verdunstet, dadurch das Anziehen — der Anfang des Abbindens — befördert und auch die Menge der Eiskristalle, welche unter der Oberfläche des Mörtels u. Umst. entsteht, vermindert wird. Regeln, welche einzuhalten sind, wenn man bei Frost mauern und ein ausreichend gutes Ergebniss erzielen will, sind folgende:

Trockenheit der Steine, u. Umst. geringes Anwärmen derselben. Benutzung von rasch bindendem Mörtel, der möglichst steif — mit wenig Wasser — angemacht sein muss. Schutz des frischen Mauerwerks während der Nachtzeit durch Bedeckung.

Der Mörtel bindet rascher — sowohl wenn der Kalk frisch, aber vollständig — gelöscht ist, wenn ferner derselbe immer nur in kleinen Portionen zum voraus bereitet wird, wenn er etwas weniger Sandzusatz erhält, endlich wenn man noch den Mörtelsand, oder auch das Mörtelwasser etwas anwärmt. Gleichfalls kann man bei Kalkmörtel das Abbinden durch einen Zusatz von Portlandzement befördern.

Mörtel aus Portlandzement verträgt bei seiner kurzen Bindezeit von nur wenigen Stunden einigen Frost ohne Schaden zu nehmen, wenn er steif angemacht ist und nicht hart gestrichen wird. Geschieht letzteres, so wird die Oberfläche dicht und es ist dann das überschüssig vorhandene Mörtelwasser gehindert, auszutreten. Bilden sich in demselben Eiskristalle, so wird die obere harte Schicht abgesprengt. Es folgt hieraus, dass, während das Mauern mit Zementmörtel bei Frostwetter gute Ergebnisse liefern kann, die Herstellung von Putz aus Zementmörtel selten ein zufriedenstellendes Ergebniss liefern wird. Anwärmen des Sandes oder des Mörtelwassers und Schutz des frischen Mauerwerks bei Nacht sind aber auch bei Verwendung von Zementmörtel unerlässliche Vorsichtsmaassregeln.

Bei Mauerwerk, welches im Winter hergestellt worden, ist es nothwendig, am Wiederbeginn der Arbeiten im Frühjahr ein paar der oberen Schichten durch neues Mauerwerk zu ersetzen, auch die Fugen so tief auszuräumen, als dieselben nur lose Mörtelmasse enthält.

Werden in einem Gebäude die Decken, seien diese nun Holzbalkendecken oder gewölbte Decken, oder solche von noch anderer Konstruktion hergestellt, oder erfolgt ihre Herstellung nur theilweise, bevor das Dach des Gebäudes fertig gestellt ist, so liegt die Gefahr vor, dass die Decken durchnässt werden, ein Vorgang, der als verhängnissvoll nach mehren Richtungen hin sich erweisen kann. Es muss daher Regel sein, die Arbeiten an Decken nicht früher zu beginnen, als bis das Gebäude vollständig unter Dach ist. Wenn ein Gebäude „über Winter“ mit nicht geschlossenen Fenster- und Thüröffnungen dasteht, liegt die Gefahr der Durchnässung der Decken durch Schlagregen vor.

Durchfeuchtungen einzelner Stellen der Mauer, welche langdauernd sein können, ergeben sich vielfach dann, wenn nicht mit der Dachdeckung zugleich, oder unmittelbar darauf folgend, die Dachrinnen und Regenrohre, und zwar letztere in der ganzen Gebäudehöhe, bis zur Erdgleiche hinab, angebracht werden, da alsdann das von der ganzen grossen Dachfläche abfliessende Regenwasser von kleinen Mauerflächen aufgenommen werden muss. Das Zusammenwirken des Dachdeckers mit dem Klempner kann daher ein Gegenstand von grosser Bedeutung für die Gesundheit eines Gebäudes sein.

Dachrinnen und Regenrohre müssen möglichst frei und zugänglich liegen, so dass genaue Revisionen und Reparaturen jederzeit stattfinden können, ebenso das Aufthauen etwa „eingefrorener“ Stellen im Winter. Versteckte oder eingeklemmte Lage dieser Theile, kann, wenn Schäden an denselben eingetreten sind, leicht starke Durchfeuchtungen der zunächst liegenden Gebäudetheile zur Folge haben. Es ist daher zu widerrathen, Regenrohre in engen Mauerschlitzen am Gebäude herab zu führen; solche Schlitze sollten immer eine derartige Weite erhalten, dass das Regenrohr von allen Seiten frei liegt.

Die Herstellung von Holzzementdächern im Spätherbst ist immer ein gefährliches Unternehmen, weil bei leicht eintretendem

Regenwetter oder auch nur dem, in dieser Jahreszeit wesentlich höheren Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre die Papierunterlage feucht wird. Dies ist aber in zweifacher Richtung ein grosser Uebelstand: Das Papier kommt feucht zwischen wenig durchlässige Schichten: an der Unterseite die gespundete Dachschalung und an der Oberseite die Ueberzüge von Holzzement. Die eingeschlossene Feuchtigkeit kann daher schwer wieder austreten. Es kommt aber hinzu, dass feuchtes Papier den Ueberzug aus Holzzement nicht gut, oder auch gar nicht „annimmt“ infolge wovon wasserdurchlässige Stellen in derselben bestehen bleiben. Durch solche Stellen findet später das Regenwasser seinen Weg und kann dann das sonst wasserundurchlässige Dach dauernd Feuchtigkeit nach unten abgeben. Der Sitz schadhafter Stellen ist aber, indem das Wasser auf der Schalung erst einen langen Weg zurücklegen kann, bevor dasselbe einen Ausweg nach unten gewinnt, gewöhnlich nur schwer aufzufinden, so dass bei feuchter Witterung hergestellte Holzzementdächer der Möglichkeit ausgesetzt sind, dass bald Reparaturen oder Neueindeckungen die immer sehr kostspielig sind, nothwendig werden.

Mit grösstem Nachdruck ist dagegen vorzukehren, dass abgelegene Stellen eines Neubaus von den Arbeitern zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse benutzt werden. Das beste Schutzmittel dagegen ist die Aufstellung einer entsprechenden Zahl von Alorten usw. an bequem zugänglichen Stellen; die Einrichtung derselben darf auch nicht abtossend sein.

Gedrängt durch den Wunsch, das aufgewendete Baukapital möglichst bald nutzbringend zu machen, wird vielfach der Baubeginn in den Spätsommer, wenn nicht in den Herbst verlegt, damit die oben erwähnte Frist in die Wintermonate hinein falle und das Gebäude schon zum Frühjahrsbeginn beziehbar sei. Dies Verfahren ist im allgemeinen hoch bedenklich für die gesunde Beschaffenheit eines Hauses und sollte durch das umgekehrte: Baubeginn im Frühjahr und Beschaffung des inneren Ausbaues im Winter, ersetzt werden. Aber für strenge betr. gesetzliche Vorschriften ist in dieser Angelegenheit wegen der grossen Verschiedenheit der Fälle kein Raum.

Aus dem Vorstehenden ist der sehr grosse Einfluss erkennbar, den auf die gesundheitlichen Eigenschaften eines Hauses eine richtig getroffene Disposition über die Bauarbeiten ausübt. Beginn und Ende der Haupt-Arbeiten müssen vorher im wesentlichen festgelegt sein und es ist von einer vorsichtigen Bauleitung mit Nachdruck auf ein so enges Ineinandergreifen der einzelnen Arbeiten zu halten, dass die für jede Hauptarbeit zum voraus festgesetzten Termine sicher gewahrt werden.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Wilhelm Greve's Buchdruckerei
Berlin SW.

8796

40

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349968

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294500