

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

2039

L. inw.

aub

Nochbaukunde

II

Träger, Stützen etc

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297244

HOCHBAUKUNDE.

VON

ING. HERMANN DAUB,

PROFESSOR DER K. K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN WIEN.

II. TEIL.

TRÄGER, STÜTZEN, MAUERN, DECKEN.

MIT 1114 ABBILDUNGEN IM TEXT.

ZWEITE AUFLAGE.

LEIPZIG UND WIEN
FRANZ DEUTICKE.

1909.

Handwritten: II
foto 803



11-348536

Verlags-Nr. 1502.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

~~II 2039~~

K. u. K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.

Akc. Nr. _____

~~988/49~~

3PK-3-282/2017

Vorwort zur ersten Auflage.

Der II. und der III. Teil dieser „Hochbaukunde“ behandeln die Baukonstruktionslehre, den eigentlichen Gegenstand des Werkes. Sie wurde nicht, wie es meistens geschieht, nach den benützten Materialien, also in Holz-, Stein- und Eisenkonstruktionen gegliedert, sondern nach den Konstruktionsgattungen eingeteilt, so daß mit einer jeden im selben Abschnitte auch alle verwandten Konstruktionen und Nebenanlagen besprochen werden. Die Zerlegung in zwei getrennte Teile geschah nur, um einen zu starken Band zu vermeiden.

Beide Teile sind nach den Grundsätzen verfaßt worden, welche im Vorworte zum I. Teile dargelegt wurden. Die heimischen Bauweisen, an denen Musterwerke achtlos vorüberschreiten, besonders vorzuführen, wurde als Pflicht empfunden. Konstruktionen, die nur eine historische Bedeutung besitzen, deren Wert bloß in gewohnter Überlieferung beruht, sind der wohlverdienten Ruhe überlassen worden. Den statischen Berechnungen stets den Weg zu weisen, erschien ein Gebot zu sein. Nicht in das Reich der Architektur zu greifen, bestimmte die Beschränkung auf den vorgenommenen Zweck.

Außer den Literaturangaben, welche innerhalb der beiden Teile stehen, möge auch noch das ausführliche Literaturverzeichnis am Anfang des I. Teiles beachtet werden.

Wien, Ende Mai 1905.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Der ersten Auflage war ein ungemein rascher Absatz beschieden. Schon vor Monaten drängte das Schwinden des Vorrates, eine neue Ausgabe zu veranstalten. In zweiter Auflage erscheinen zuerst der II. und der III. Teil, also die Baukonstruktionslehre; der I. Teil, die Baustofflehre, und der IV. Teil, die Bauführung, werden ehestens nachfolgen.

Außer der Beseitigung eingeschlichener Fehler, wurden bei der Neuauflage wesentliche Zusätze, Erweiterungen und Ergänzungen vorgenommen, und so fand nicht bloß der Text eine Vergrößerung seines Umfanges sowie eine Vertiefung seines Inhalts, sondern auch die Abbildungen sind beträchtlich vermehrt worden.

Wenn auch die Gliederung des Stoffes im großen und ganzen beibehalten worden ist, so wurden doch einige Abänderungen vorgenommen: so sind die Holz- und die Eisenverbände aus dem I. Teile an den Beginn des II. Teiles übertragen worden, weil sie dort besser am Platze sind; die Holzwände und der eiserne Fachwerkbau, die den Schluß des III. Teiles bildeten, wurden an einer richtigeren Stelle, bei den Wänden, untergebracht, und um dem III. Teile nicht einen wesentlich kleineren Umfang als dem II. Teile zu geben, sind die Dächer in den III. Teil übernommen worden.

Neu ist der „Anhang“ am Schlusse des III. Teiles, der die wichtigsten Bauvorschriften und sonstige Grundsätze über die gebräuchlichsten Gebäudearten bringt, ohne aber eine eigentliche Gebäudelehre sein zu wollen.

Da der II. und der III. Teil eigentlich ein Ganzes bilden, die Baukonstruktionslehre, das nur deswegen in zwei Teile zerlegt wurde, um den Gebrauch handlicher zu machen, ist diesen beiden Teilen auch ein gemeinsames alphabetisches Inhaltsverzeichnis gegeben worden.

Die knappe Fassung des Textes, die sich bewährt hat, wurde beibehalten; wie bei der ersten Auflage sind weitschweifige Stilisierungen vermieden und ist immer angestrebt worden, den Zweck mit möglichst wenig Worten zu erreichen. Auch die Abbildungen wurden auf die unumgänglich notwendigen beschränkt, und diese in der einfachsten Gestalt geboten, also unterlassen, durch das Auge bestechende Prunkbilder zweck- und nutzlose Glanzwirkungen zu erzielen.

Dagegen wurde die Durchsicht des Textes mit dem Vorsatze durchgeführt, zu knapp geratenen Fassungen die Verbreiterung zu geben, die sie haben müssen, um die erforderliche Deutlichkeit zu besitzen.

Möchten doch immer die lieben Leser eines Fachwerkes, die einen Mangel, ein Versehen, ein Versäumnis, oft mit dem leuchtenden Auge der Schadenfreude erspähen, den entdeckten Fehler dem Verfasser mitteilen, statt sich schmunzelnd zu freuen, den Nachbar bei einer Entgleisung ertappt zu haben, statt in dem Behagen der Überlegenheit zu schwelgen: jeder Verfasser würde mit dem Gefühle des Dankes von der erhaltenen Belehrung Kenntnis nehmen, auch wenn sich seine Eitelkeit berührt fühlte, denn auch das empfindlichste Gemüt wird schließlich das sachliche Interesse voranstellen.

Wien, November 1908.

Der Verfasser.

Inhalt.

	Seite
Einteilung	1
I. Abschnitt. Einleitung	2
I. Kapitel. Holzverbände	2
A. Vergrößerung einer Abmessung	2
I. Verlängerungen	2
II. Verbreiterungen	5
III. Verstärkungen	5
B. Verknüpfungen	6
IV. Kreuzungen	6
V. Abzweigungen	7
VI. Eckverbände	10
Statische Berechnungen	12
II. Kapitel. Eisenverbände	16
§ 1. Niete	16
§ 2. Schrauben	27
§ 3. Bolzen, Gelenke	29
§ 4. Keile	31
III. Kapitel. Träger	32
§ 1. Hölzerne Träger	33
1. Auflager	33
2. Einfache Balken	33
3. Zusammengesetzte Träger	35
I. Verzahnte Träger	35
II. Verdoppelte Träger	36
III. Statische Berechnung	37
4. Häng- und Sprengwerke	39
I. Hängwerke	39
II. Sprengwerke	40
III. Häng- und Sprengwerke	41
IV. Holzverbindungen	41
V. Statische Berechnung	45
5. Armirte Träger	46
6. Gitterträger	46
7. Bohlenbögen	47
§ 2. Eiserne Träger	47
A. Lager	49
I. Gewöhnliche Lager	49
1. Schmiedeiserne Lagerplatten	49
2. Auflagersteine	50
3. Unterlagsträger	51
4. Gußeiserne Lagerplatten	52

	Seite
II. Große Lager	53
B. Träger	55
I. Gewalzte Träger	55
a) einfache Träger	55
1. Doppel-T-Träger	55
2. C-Eisen	55
3. Eisenbahnschienen	61
b) gekuppelte Träger	61
II. Genietete Träger	62
1. Blechträger	62
2. Kastenträger	72
3. Armierte Träger	72
4. Gitterträger	73
§ 3. Träger aus Eisenbeton	74
IV. Kapitel. Stützen	75
§ 1. Statische Berechnung	75
I. Stützen aus Holz, Gußeisen und Schmiedeisen	76
A. Zentrische Belastung	76
1. nach Euler	76
2. nach Tetmajer	78
3. nach Navier	80
B. Exzentrische Belastung	81
II. Stützen aus Eisenbeton	82
a) Zentrische Belastung	83
b) Exzentrische Belastung	84
c) Umschnürter Beton	85
III. Stützen aus Stampfbeton	85
a) Zentrische Belastung	85
b) Exzentrische Belastung	86
§ 2. Eiserne Stützen	87
A. Schaft	87
I. Stützen aus Gußeisen	87
II. Stützen aus Schmiedeisen	88
B. Kopf	90
C. Fuß	91
D. Übereinanderstehende Stützen	94
I. Gußeiserne Säulen	94
II. Schmiedeiserne Stützen	96
E. Dimensionierung des Stützenfußes	99
I. Gußeiserne Säulen	99
1. Grundfläche des Säulenfußes	99
2. Berechnung der Verankerung	100
3. Stärken der Fußplatten und der Versteifungsrippen	101
II. Schmiedeiserne Stützenfuß	102
F. Unterbau eiserner Stützen	103
§ 3. Hölzerne Stützen	104
§ 4. Gemauerte Pfeiler und Säulen	105
I. Abschnitt. Wände	106
I. Abteilung. Mauern	106
§ 1. Mauern aus einzelnen Steinen	107
I. Ziegelmauerwerk	112
Ziegelverbände	114
1. Putzbau	120
2. Ziegelrohbau	123
3. Verblendetes oder verkleidetes Mauerwerk	124
II. Wände aus ungebrannten künstlichen Steinen	126
III. Quadermauerwerk	127
IV. Hackelsteinmauerwerk	135
V. Bruchsteinmauerwerk	135
VI. Gemischtes Mauerwerk	136
VII. Polygon- oder Mosaikmauerwerk	137
VIII. Zyklopenmauerwerk	137

	Seite
§ 2. Mauern aus Guß- und Stampfmassen	137
I. Betonmauerwerk	137
II. Wände aus Eisenbeton	139
II a. Pfeiler aus Eisenbeton	141
III. Erd- und Lehmstampfmauern	141
IV. Kalksandstampfmauern	142
§ 3. Mauerstärken	142
1. Geringste Mauerstärken	142
2. Ziegelmauern	143
3. Statische Berechnung der Mauern und Pfeiler	145
4. Zulässige Inanspruchnahme von Mauerwerk auf Druck	149
5. Einheitsgewichte von Mauerwerk	152
6. Empirische Formeln	153
§ 4. Maueröffnungen	154
Bögen	154
1. Bogenformen	154
2. Ausführung der Bögen	155
3. Lehrbögen	156
4. Bögen aus Quadern	158
5. Schalenförmige Wölbung	158
6. Entlastungsbögen	159
7. Stärke der Bögen aus Ziegeln	160
§ 5. Rauchschröte	161
§ 6. Gesimse	165
Abdeckung der Gesimse	169
Verankerung der Gesimse	170
§ 7. Verankerung des Mauerwerks	174
§ 8. Sicherung des Mauerwerks gegen Beschädigungen durch Wasser	175
A. Vorkehrungen gegen die Erdfeuchtigkeit	175
I. Verhütung	175
II. Abhilfe	176
B. Austrocknung feuchter Mauern	178
C. Mauerfraß und Mauersalpeter	178
§ 9. Gerüste	179
Einteilung	179
I. Bock- oder Schragengerüste	180
II Langtännengerüste	180
II a. Stangengerüste	183
III. Abgebundene Gerüste	184
II. Abteilung. Holzwände	185
§ 1. Verwendung	186
§ 2. Riegelwände	186
§ 3. Bretterwände, Pfostenwände	192
§ 4. Blockwände	192
III. Abteilung. Eiserne Fachwerkswände	194
Anhang. Einfriedungen	196
III. Abschnitt. Decken	197
I. Abteilung. Deckenkonstruktionen	197
Deckenlasten	198
1. Eigengewichte der Deckenkonstruktionen	198
2. Nutzlasten	200
I. Kapitel. Holzdecken	203
Auflager	203
§ 1. Tramdecke (Tramboden, Sturzboden)	204
Auswechslungen	205
Versenkte Tramböden	206
Windel- oder Wickelböden	207
Eigengewicht	210
Tramstärken	210
§ 2. Traversentramdecke	213
§ 3. Dippelboden	215
§ 4. Vergleich des Erfordernisses an Mauerwerk bei verschiedenen Decken- gattungen	216

	Seite
II. Kapitel. Gewölbe	217
§ 1. Tonnengewölbe (Tonne, Kufengewölbe)	221
§ 2. Flache Tonne (preußisches Kappengewölbe, preußische Kappe)	227
§ 3. Kreuzgewölbe	230
§ 4. Klostergewölbe (Kappengewölbe)	236
§ 5. Muldengewölbe	238
§ 6. Spiegelgewölbe	239
§ 7. Kuppel	240
§ 8. Volles (böhmisches) Platzel (böhmisches Gewölbe, Hänge- oder Stutzkuppel)	242
§ 9. Flaches (preußisches) Platzel (böhmisches) Kappengewölbe	244
§ 10. Darstellung der Gewölbe im Grundrisse	247
§ 11. Stichkappen	248
§ 12. Statische Berechnung der Gewölbstärken	255
§ 13. Konstruktion der Bögen	260
III. Kapitel. Gewölbe zwischen eisernen Trägern	265
I. Mauerziegel	269
II. Formziegel	272
Verzeichnis und Literatur	277
IV. Kapitel. Decken aus Beton und Eisenbeton	279
I. Gruppe. Betondecken	279
§ 1. Bauarten	279
I. Betonkappen	279
II. Betonplatten	280
§ 2. Statische Berechnung	280
I. Platten und Balken	281
II. Kappen	281
II. Gruppe. Eisenbetondecken	282
§ 1. Eisenbeton	282
1. Vorschriften über Eisenbetonbauwerke	282
2. Eigenschaften des Eisenbetons	282
3. Beschaffenheit und Prüfung des Zements	285
4. " des Sandes und Steinmaterials	286
5. " , Erprobung und Bearbeitung des Eisens und Stahls	287
6. Bereitung, Beschaffenheit und Prüfung des Betons	288
7. Ausführung der Tragwerke	290
8. Belastungs- und Bruchproben	292
9. Material- und Arbeiterfordernis	293
10. Kosten	294
§ 2. Statische Berechnung	296
I. Allgemeines	296
II. Zulässige Spannungen	297
III. Bezeichnungen	300
IV. Formeln	301
I. Platten und Balken	301
1. Mit einer Eiseneinlage beim Zugrande	301
2. Mit doppelten Eiseneinlagen	302
3. Zugspannung im Beton	303
II. Plattenbalken	304
III. Schub- und Haftspannungen	305
Verteilung der Bügel	305
Stabaufbiegungen	305
§ 3. Eisenbetonbauweisen	308
A. Eisenbetondecken mit eisernen Deckenträgern	308
1. System Monier	308
2. Rabitzkonstruktion	310
3. System Melan	311
4. " Holzer	312
5. Decke von Müller und Marx	313
6. Eingespannte Voutenplatte von Koenen	313
7. Plandecke von Koenen	314
8. Rippenplatte von Koenen	314

	Seite
9. Streckmetall von Golding	314
10. Zylinderstegdecke von Herbst	315
11. Zementhohlbalken von Siegwart	315
12. System Matrai	315
B. Plattenbalken	317
13. Armierter Beton System Hennebique	317
C. 14. System Visintini	319
Verzeichnis und Literatur	323
V. Kapitel. Durch Eiseneinlagen verstärkte Mauerwerksplatten	325
Decke von Kleine	325
Verzeichnis und Literatur	326
VI. Kapitel. Eiserne Decken	327
I. Wellblech	327
1. Gerades Wellblech	327
2. Bombiertes Wellblech	332
II. Riffelblech	334
III. Tonnenblech	334
1. Wölbblech	334
2. Hängblech	334
IV. Buckelplatten	334
V. Belageisen (Zorèseisen)	335
VII. Kapitel. Glasdecken	335
I. Abteilung. Deckenputz	336
II. Abteilung. Fußböden	338
§ 1. Holzfußböden	338
I. Fußböden aus weichem Holze	339
1. Pfosten-Fußböden	339
2. Bretter-Fußböden	339
a) Fußtafeln	339
b) Schiffböden	339
II. Fußböden aus hartem Holze	340
1. Brettelnboden	340
2. Parketten	340
III. Holzstöckelpflaster	341
§ 2. Fußböden aus Stein	341
I. Natürliche Steine	341
II. Künstliche Steine	343
A. Ziegelsteine	343
1. Mauerziegel	343
2. Pflasterziegel	343
B. Klinker	344
C. Zementfliese	344
III. Estriche	345
1. Lehmestrich	345
2. Zementestrich	345
3. Kalkestrich	346
4. Gipsestrich	346
5. Terrazzo	346
6. Mosaikfußboden	347
7. Steinholzestriche	348
§ 3. Asphaltfußböden	349
I. Asphaltestrich	349
1. Gußasphalt	349
2. Stampfasphalt	349
II. Asphaltpflastersteine	350
III. Asphaltblöcke	350
§ 4. Glasfußböden	350
§ 5. Geeignetste Fußbodenart	352
Seitenweiser	353
Berichtigungen	363

Literatur.

Handbuch der Architektur.

I. Teil. Allgemeine Hochbaukunde.

1. Band.

Heft 1. Essenwein: Einleitung.

Exner, Hauenschild, Koch Lauboeck, Schmitt: Die Technik der wichtigeren Baustoffe (M. 12.—).

2. Band. " 2. Landsberg: Die Statik der Hochbaukonstruktionen (M. 15.—).
3. " Buhlmann: Die Bauformenlehre (M. 16.—).
4. " Pfeifer: Die Formenlehre des Ornaments (M. 16.—).
5. " Bormann: Die Keramik in der Baukunst (M. 9.—).
5. " Koch: Die Bauführung (M. 12.—).

II. Teil. Die Baustile.

1. Band. Durm: Die Baukunst der Griechen (M. 20.—).

2. " — Die Baukunst der Etrusker und Römer (M. 32.—).

3.

1. Hälfte. Holtzinger: Die altchristliche und byzantinische Baukunst (M. 12.—).

2. " Franz Pascha: Die Baukunst des Islam (M. 12.—)

4. Band. Die romanische und die gotische Baukunst.

Heft 1. Essenwein: Die Kriegsbaukunst.

" 2. Stiehl: Der Wohnbau des Mittelalters (M. 21.—).

" 3. Hasak: Der Kirchenbau (M. 16.—).

" 4. — Einzelheiten des Kirchenbaues (M. 18.—).

5. Band. Durm: Die Baukunst der Renaissance in Italien (M. 27.—).

6. Band. Geymüller: Die Baukunst der Renaissance in Frankreich.

Heft 1. Historische Darstellung der Entwicklung des Baustils (M. 16.—).

" 2. Strukture und ästhetische Stilrichtungen. Kirchliche Baukunst (M. 16.—).

7. Band. Bezold: Die Baukunst der Renaissance in Deutschland, Holland, Belgien und Dänemark (M. 16.—).

III. Teil. Die Hochbaukonstruktionen.

1. Band. Barkhausen, Heinzlerling, Marx: Konstruktionselemente in Stein, Holz und Eisen.

Schmitt: Fundamente (M. 15.—).

2. Band. Raumbegrenzende Konstruktionen.

Heft 1. Marx: Wände und Wandöffnungen (M. 24.—).

" 2. Ewerbeck, Schmitt: Einfriedungen, Brüstungen und Geländer; Balkone, Altane und Erker

Göller: Gesimse (M. 20.—).

" 3a. Barkhausen: Balkendecken (M. 15.—).

" 3b. Körner, Schacht, Schmitt: Gewölbte Decken; verglaste Decken und Deckenlichter (M. 24.—).

" 4. Dächer.

Schmitt: Dachformen.

Landsberg: Dachstuhlkonstruktionen (M. 18.—).

" 5. Koch, Marx, Schwing: Dachdeckungen; verglaste Dächer und Dachlichter; massive Steindächer, Nebenanlagen der Dächer (M. 26.—).

3. Band.

Heft 1. Koch: Fenster, Türen und andere bewegliche Wandverschlüsse (M. 21.—).

" 2. Krämer, Mayer, Koch, Schmidt, Schmitt: Anlagen zur Vermittlung des Verkehrs in den Gebäuden (Treppen und innere Rampen; Aufzüge; Sprachrohre, Haus- und Zimmer-Telegraphen) (M. 14.—).

" 3. Koch: Ausbildung der Fußboden-, Wand- und Deckenflächen (M. 18.—).

4. Band. Anlagen zur Versorgung der Gebäude mit Licht und Luft, Wärme und Wasser.

Schmitt: Versorgung der Gebäude mit Sonnenlicht und Sonnenwärme.

H. u. F. Fischer, Kohlrausch, Schmitt: Künstliche Beleuchtung der Räume.

Fischer: Heizung und Lüftung der Räume.

Lueger: Wasserversorgung der Gebäude (M. 24.—).

5. Band. Marx, Schmitt: Koch-, Spül-, Wasch- und Bade-Einrichtungen.

Heft 1. Vogel: Einrichtungen für Koch- und Wärmezwecke (M. 12.—).

" 2. Vogel, Schmitt: Entwässerung und Reinigung der Gebäude (M. 32.—).

6. Band. Marx, Koch: Sicherungen gegen Einbruch.

Sturmhoefel: Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik.

Köpcke: Glockenstühle.

Spillner: Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderschütterungen; Stützmauern.

Ewerbeck: Terrassen und Perrons, Freitreppen und äußere Rampen.

Schmitt: Vordächer.

Brückner, Spillner: Eisbehälter und Kühlanlagen mit künstlicher Kälteerzeugung (M. 14.—).

IV. Teil. Entwerfen, Anlage und Einrichtung der Gebäude.

1. Halbband. Die architektonische Komposition.
Wagner: Allgemeine Grundzüge.
Thiersch: Proportionen in der Architektur.
Wagner: Anlage des Gebäudes.
Bühlmann: Gestaltung der äußeren und inneren Architektur.
Wagner: Vorräume, Treppen-, Hof- und Saal-Anlagen (M. 18.—).
2. Halbband. Gebäude für die Zwecke des Wohnens, des Handels und Verkehrs.
Heft 1. Weissbach: Wohnhäuser (M. 21.—).
" 2. Auer, Kick, K. u. A. Zaar: Gebäude für Geschäfts- und Handelszwecke (M. 16.—).
" 3. Neumann: Gebäude für den Post-, Telegraphen- und Fernsprechdienst (M. 10.—).
" 4. Rüdell: Eisenbahnhochbauten.
3. Halbband: Gebäude für die Zwecke der Landwirtschaft und der Lebensmittel-Versorgung.
Heft 1. Schubert, Schmitt: Landwirtschaftliche und verwandte Anlagen (M. 12.—).
" 2. Osthoff, Schmitt: Gebäude für Lebensmittel-Versorgung (M. 16.—).
4. Halbband: Gebäude für Erholungs-, Beherbergungs- und Vereinszwecke.
Heft 1. Wagner Koch: Schankstätten und Speisewirtschaften, Kaffeehäuser und Restaurants.
Schmitt: Volksküchen und Speiseanstalten für Arbeiter; Volks-Kaffeehäuser
Wagner, Koch: Öffentliche Vergnügungsstätten.
Durm: Festhallen.
Hude: Gasthöfe höheren Ranges.
Schmitt: Gasthöfe niederen Ranges, Schlaf- und Herbergshäuser.
" 2. Mylius: Baulichkeiten für Kur- und Badeorte (M. 18.—).
Schmitt, Wagner: Gebäude für Gesellschaften und Vereine.
Durm, Lieblein, Reinhardt, Wagner: Baulichkeiten für den Sport.
Sonstige Baulichkeiten für Vergnügen und Erholung (M. 15.—).
5. Halbband. Gebäude für Heil- und sonstige Wohlfahrts-Anstalten.
Heft 1. Kuhn: Krankenhäuser (M. 32.—).
" 2. Behnke, Henrici, Sander, Voiges, Wagner, Weltzien, Wolf: Verschiedene Heil- und Pflegeanstalten; Versorgungs-, Pflege- und Zufluchts Häuser (M. 15.—).
" 3. Genzmer: Bade- und Schwimmanstalten (M. 15.—).
" 4. Genzmer: Wasch- und Desinfektionsanstalten (M. 9.—).
6. Halbband: Gebäude für Erziehung, Wissenschaft und Kunst.
Heft 1. Behnke, Hinträger, Lang, Lindheimer, Schmitt, Wagner: Niedere und höhere Schulen (M. 18.—).
" 2a. Eggert, Junk, Körner, Schmitt: Hochschulen I (M. 24.—).
" 2b. Müsiggrot: Spieker, Tiedemann, " II (M. 18.—).
" 3. Schauptert, Schmitt, Walther: Künstler-Ateliers, Kunstakademien und Kunstgewerbeschulen; Konzerthäuser und Saalbauten (M. 15.—).
" 4. Jaffé, Kerler, Kortüm, Lindheimer, Messel, Opfermann, Schmitt, Wagner: Gebäude für Sammlungen und Ausstellungen (M. 32.—).
Heft 5. Semper: Theater (M. 27.—).
" 6. Schmitt: Zirkus- und Hippodromgebäude (M. 6.—).
7. Halbband. Gebäude für Verwaltung, Rechtspflege und Gesetzgebung; Militärbauten.
Heft 1. Bluntschli, Kortüm, Lasius, Osthoff, Schmitt, Schwechten, Wagner, Landauer: Gebäude für Verwaltung und Rechtspflege (M. 27.—).
" 2. Wallot, Wagner, Richter. Parlaments- und Ständehäuser; Gebäude für militärische Zwecke (M. 12.—).
8. Halbband. Kirchen, Denkmäler und Bestattungsanlagen.
Heft 1. Gurlitt: Kirchen (M. 32.—).
" 2a. Hofmann: Denkmäler I (M. 15.—).
" 2b. — " II (M. 24.—).
" 3c. — " III
" 3. Fayans: Bestattungsanlagen (M. 32.—).
9. Halbband. Stübgen: Der Städtebau.
10. " Lambert, Stahl: Die Garten-Architektur (M. 8.—).

Fortschritte auf dem Gebiete der Architektur.

- Heft 1. Behnke: Die Gasofen-Heizung für Schulen (M. 1.60).
- " 2. Schacht, Schmitt: Verglaste Decken und Deckenlichter (M. 2.40).
- " 3. Barkhausen, Lauter: Praktische Ausbildung der Studierenden (M. 1.—).
- " 4. Schmitt: Hochschulen (M. 3.—).
- " 5. Fischer: Heizung, Lüftung und Beleuchtung der Theateru. dgl. (M. 2.—).
- " 6. Goecke: Die Architektur sozialer Wohlfahrtsanstalten (M. 2.40).
- " 7. Schmitt: Naturwissenschaftliche Institute (M. 4.60).
- " 8. Hinträger: Die Volksschulhäuser (M. 43.—).
- " 9. Schubert v. Soldern: Die Sprache des Ornaments (M. 1.80).
- " 10. Gerhard: Entwässerungs-Anlagen amerikanischer Gebäude.
- " 11. Wolf: Das städtische Schwimmbad zu Frankfurt.

Baukunde des Architekten (Deutsches Bauhandbuch).

I. Band.

1. Teil: Der Aufbau der Gebäude (M. 14.—).
2. " Der Ausbau der Gebäude (M. 12.—).

II. Band: Gebäudekunde.

1. Teil: Landwirtschaftliche Bauten. — Viehmärkte und Schlachthöfe. — Markthallen. — Speicherbauten und Proviantämter. Garnison-Bäckereien. — Städtische Stallbauten, Bauanlagen für Pferdesport und

Zucht, Fuhrparkställe. — Pferdeställe und Reitbahnen des deutschen Heeres. — Posthaltereien und Postfuhrämter. — Feuerwachen. — Ländliche Wohnhäuser und Forstdienstgebäude. — Anhang: Anforderungen der Gesundheitslehre (M. 12.—).

2. Teil: Museen. — Bibliotheken und Archive. — Kirchen. — Synagogen (M. 8.—).

3. " Theater. — Zirkusbauten. — Panoramen. — Saalbauten. — Vereinshäuser. — Öffentliche Badeanstalten. — Sport-Anlagen. — Rennbahnen. — Tennis-Anlagen. — Kegelbahnen. — Schießstätten. — Anlagen für Wassersport (M. 10.—).

4. Teil: Allgemeine Schulanstalten. — Schulen in Deutschland. — Außerdeutsche Schulen. — Kinderbewahr-Anstalten und hauswirtschaftliche Bildungsanstalten. — Erziehungsanstalten mit Volksschulunterricht. — Alumnate und Seminare. — Hochschulen. — Fachschulen. — Niedere Fachschulen. — Militärische Erziehungs- und Bildungsanstalten. — Kasernen-Anlagen nebst Militär-Schießständen und Barackenlagern (M. 10.—).

5. Teil: Künstler-Werkstätten. — Kauf-, Waren- und Geschäftshäuser. — Gasthäuser, Hotels. — Gewächshäuser. — Ausstellungsbauten (M. 10.—).

6. Teil: Postbauten. — Gebäude für Banken, Versicherungs-Gesellschaften und Börsen. — Gerichtsgebäude. — Gefängnisse (M. 10.—).

Klassen: Grundrißvorbilder.

I. Wohn- und Gewächshäuser (M. 24.—).

II. Gasthäuser, Hotels, Restaurants (M. 6.—).

III. Schulgebäude (M. 18.—).

IV. Gebäude für Gesundheitspflege und Heilanstalten (M. 16.—).

V. Viehmärkte, Schlachthöfe und Markthallen (M. 10.—).

VI. Gebäude für Handelszwecke (M. 16.—).

VII. Gebäude für Vereine, Konzerte und Vergnügungen (M. 10.—).

VIII. Wohltätigkeitsanstalten (M. 4.—).

IX. Gebäude für Verwaltungszwecke (M. 15.—).

X. Gebäude für Kunst und Wissenschaft (M. 24.—).

XI. Kirchliche Gebäude (M. 28.—).

XII. Gebäude für militärische Zwecke (M. 9.—).

XIII. Gebäude für Justizzwecke (M. 12.—).

XIV. Gebäude für die Zwecke der Land-, Garten- und Forstwirtschaft (M. 18.—).

XV. Industrielle Anlagen (M. 36.—).

Gottgetreu: Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen.

I. Teil. Koch: Maurer- und Steinmetzarbeiten (M. 30.—).

II. " Zimmermannsarbeiten (M. 28.—).

III. " Eisenkonstruktionen (M. 36.—).

IV. " Der innere Ausbau (M. 32.—).

V. " Nachtrag zum inneren Ausbau (M. 6.—).

Breymann: Allgemeine Baukonstruktionslehre.

Band I. Warth: Konstruktionen in Stein (M. 21.—).

" II. — " Holz (M. 21.—).

" III. Königer: " Metall (M. 21.—).

" IV. Scholtz: Verschiedene Konstruktionen (M. 18.—).

Wanderley: Handbuch der Baukonstruktionslehre.

I. Band. Die Konstruktionen in Holz (M. 8.—).

II. " " " Stein (M. 16.—).

III. " " " Eisen.

Friedel: Baukonstruktionslehre (M. 20.—).

Titscher und Schwalb: Die Baukunde (K 20.—).

Issel: Handbuch des Bautechnikers.

Band. I. Opderbecke: Der Zimmermann (M. 5.—).

" II. — Der Maurer (M. 5.—).

" III. — Die Bauformenlehre (M. 5.—).

" IV. Issel: Der innere Ausbau (M. 5.—).

" V. — Die Wohnungsbaukunde (M. 5.—).

" VI. Opderbecke: Die allgemeine Baukunde (M. 5.—).

" VII. Issel: Die landwirtschaftliche Baukunde (M. 5.—).

" VIII. " Der Holzbau (M. 5.—).

" IX. Schöler: Eisenkonstruktionen (M. 5.—).

" X. Geyger: Die angewandte darstellende Geometrie (M. 5.—).

" XI. Opderbecke: Der Dachdecker und Bauklempner (M. 5.—).

" XII. Nöthling: Die Baustofflehre (M. 5.—).

Gabrieli: Grundzüge des Hochbaues (M. 5.60).

Ringhoffer: Lehre vom Hochbau (M. 16.—).

Michel: Baugewerbslehre (M. 10.80).

Knäbel: Technisches Bauhandbuch (M. 18.—).

Frauenholz: Baukonstruktionslehre für Ingenieure (M. 32.—).

Stade: Die Schule des Bautechnikers.

12. Band Stade: Steinkonstruktionen (M. 10.—).

13. " — Holzkonstruktionen (M. 8.50).

15. " Albert: Eisenkonstruktionen (M. 6.50).

16. " Wilcke: Feuerungs-, Lüftungs- u. Beleuchtungsanlagen (M. 2.50).

17. " Albert: Baumaterialienlehre (M. 1.50).

18. " Thalheim: Kostenanschläge (M. 2.—).

- Diesener: Praktische Unterrichtsbücher für Bautechniker.
 IV. Band. Die Baukonstruktionen des Maurers (M. 4.40).
 V. „ „ „ Zimmermanns (M. 5.40).
 Schmölke: Handbuch des Hochbautechnikers (M. 8.50).
 — Die Konstruktionen des Hochbaues (M. 22.50).
 Kämmerer: Kompendium des Hochbaues (M. 5.—).
 Robrade: Taschenbuch für Hochbautechniker (M. 4.50).

Tafelwerke.

- Riewel u. Schmidt: Bautechnische Vorlageblätter (M. 30.—).
 Gugitz: Wiener Baukonstruktionen (M. 60.—).
 „Der Baukonstrukteur“. Prokop: Hochbau (M. 52.—).
 Rothe: Vorlagen für Maurer (M. 9.—).
 Kircher: Vorlagen für den gewerblichen Fachunterricht.

Holzbau.

- Gottgetreu: Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen. II. Teil: Zimmermannsarbeiten (M. 28.—).
 Breymann: Allgemeine Baukonstruktionslehre. Band II: Konstruktionen in Holz (M. 21.—).
 Wanderley: Handbuch der Baukonstruktionslehre. I. Band Die Konstruktionen in Holz
 (M. 8.—).
 Issel: Handbuch des Bautechnikers.
 Band I. Opderbecke: Der Zimmermann (M. 5.—).
 „ VIII. Issel: Der Holzbau (M. 5.—).
 Diesener: Praktische Unterrichtsbücher für Bautechniker. V. Band: Die Baukonstruktionen
 des Zimmermanns (M. 5.40).
 Gunzenhauser: Baukonstruktionen in Holz (M. 10.—).
 Behse: Der Zimmermann (M. 9.—).
 Krauth-Meyer: Das Zimmermannsbuch (M. 24.—).
 Baudouin: Der Zimmermeister (K. 156.—).

Holzarchitektur.

- Bethke: Dekorativer Holzbau (M. 72.—).
 — Holzbauten (M. 60.—).
 Degen: Entwürfe zur Holzarchitektur (M. 3.—).
 Diesener: Kleine Architekturen in Holz (M. 14.—).
 Gladbach: Die Holzarchitektur der Schweiz (M. 7.—).
 Huber: Kleine Architekturen in Holz (M. 60.—).
 Liebold: Holzarchitektur (M. 6.—).
 Neumeister-Häberle: Die Holzarchitektur (M. 75.—).

Steinbau.

- Gottgetreu: Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen. I. Teil: Maurer- und Steinmetz-
 arbeiten (M. 30.—).
 Breymann: Allgemeine Baukonstruktionslehre. Band I. Warth: Konstruktionen in Stein
 (M. 21.—).
 Wanderley: Handbuch der Baukonstruktionslehre. II. Band: Die Konstruktionen in Stein
 (M. 16.—).
 Issel: Handbuch des Bautechnikers. Band II. Opderbecke: Der Maurer (M. 5.—).
 Diesener: Praktische Unterrichtsbücher für Bautechniker. IV. Band: Die Baukonstruktionen
 des Maurers (M. 4.40).
 Rothe: Vorlagen für Maurer (M. 9.—).
 Behse: Die praktischen Arbeiten des Maurers und Steinhauers (M. 10.—).
 Krauth-Meyer: Das Steinhauerbuch (M. 12.—).

Steinschnitt.

- Ringleb: Lehrbuch des Steinschnittes (M. 24.—).
 Wehrle: Projektive Abhandlung über Steinschnitt.
 Adhémar: Die Lehre vom Steinschnitt.
 Leroy: Die Stereotomie.

Ziegelarchitektur.

- Schattensburg: Der Ziegelrohbau (M. 20.—).
 Liebold: Ziegelrohbau (M. 6.—).
 Degen: Der Ziegelrohbau (M. 36.—).

- Adami: Entwürfe für Ziegelrohbau (M. 36.—).
 Bethke: Dekorativer Ziegelbau (M. 60.—).
 — Der polychrome Backsteinbau (M. 100.—).
 — Häuser in reinem Ziegelbau (M. 60.—).
 Lacroux-Détain: Constructions en briques (M. 250.—).
 Chabat: La brique et la terre cuite.

Fabrikschornsteine.

- Lang: Der Schornsteinbau (M. 18.—).
 Pietzsch: Der Fabrikschornstein (M. 12.60).
 Bastine: Berechnung und Bau hoher Schornsteine (M. 5.50).
 Klases: Bau der Fabrikschornsteine.
 Jahr: Anleitung zum Entwerfen und zur Berechnung der Standfestigkeit für gemauerte Fabrikschornsteine (M. 2.—).
 Rauls: Lexikon des Schornsteinbaues (M. 4.80).
 — Die Berechnung der Schornsteine (M. 2.80).

Eisenbau.

- Foerster: Die Eisenkonstruktionen der Ingenieurhochbauten (M. 42.—).
 Breyman: Allgemeine Baukonstruktionslehre. Band III. Königer: Konstruktionen in Metall (M. 21.—).
 Lauenstein: Die Eisenkonstruktionen des einfachen Hochbaues (M. 7.—).
 Scharowsky: Musterbuch für Eisenkonstruktionen (M. 10.—).
 Heinzerling: Der Eisenhochbau der Gegenwart.
 I. Eiserne Pult- und Satteldächer (M. 14.—).
 II. " Tonnen- " (M. 14.—).
 III. " Zelt- und Kuppel- " (M. 18.—).
 Gottgetreu: Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen. III. Teil: Eisenkonstruktionen (M. 36.—).
 Krauth-Meyer: Das Schlosserbuch (M. 18.—).
 Hoch: Elemente der Eisenkonstruktionen (M. 18.—).
 Issel: Handbuch des Bautechnikers. Band IX. Schüler: Eisenkonstruktionen (M. 5.—).

Eisenbetonbau.

- Vorschrift über die Herstellung von Tragwerken aus Stampfbeton } Erlässe des k.k. (österr.)
 oder Betoneisen bei Hochbauten } Ministeriums des Innern
 Desgl. bei Straßenbauten. } vom 15. November 1907.
 Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten —
 Erlaß des (preußischen) Ministeriums der öffentlichen Arbeiten 1907 (M. —.60).
 Saliger: Der Eisenbeton in Theorie und Praxis (M. 5.40).
 Kersten: Der Eisenbetonbau (M. 6.—).
 Emperger: Handbuch für Eisenbetonbau.
 I. Band Entwicklungsgeschichte und Theorie des Eisenbetons.
 II. " Der Baustoff und seine Bearbeitung.
 III. " Bauausführungen aus dem Ingenieurwesen, 2 Teile (M. 30.—)
 IV. " Bauausführungen aus dem Hochbau.
 Haberkalt und Postuvanschitz: Die Berechnung der Tragwerke aus Beton-Eisen
 und Stampfbeton (M. 10.—)
 Foester: Das Material und die statische Berechnung der Eisenbetonbauten (M. 6.—)
 Christophe: Der Eisenbeton und seine Anwendung (M. 5.50).
 Koenen: Grundzüge für statische Berechnungen der Beton- und Betoneisenbauten (M. 1.20)
 Mörsch: Der Eisenbetonbau (M. 6.50).
 Wayß: Das System Monier (M. 6.—).
 Berger-Guillermé: La construction en ciment armé (M. 36.—).
 Mosel: Le ciment armé (M. 2.50).
 Zeitschriften:
 Beton und Eisen (Berlin).
 Zement und Beton " "
 Armierter Beton " "
 Le béton armé (Paris).
 Le ciment " "
 Cement " (New York).
 The Cement Age " "
 Cement and Engineering News " "

Beton-Kalender (M. 4.—)

" Taschenbuch.

Treppen.

- Greve: Treppenkonstruktionen (M. 1.—).
 Behse: Treppenwerk (M. 6.—).
 Delbse: Der Treppenbau in Holz (M. 13.—).
 Meyer: Der Bau hölzerner Treppen (M. 5.—).
 Rauscher: Der Bau steinerner Wendeltreppen (M. 90.—).
 Müller: Der Bau eiserner Treppen (M. 7.50).
 Feller-Bogus: Eiserne Treppen (M. 30.—).
 Handbuch der Architektur, III. Teil, 3. Band, Heft 2.

Baustofflehre.

- Krüger: Handbuch der Baustofflehre (M. 12.50).
 Gottgetreu: Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien (M. 27.—).
 Handbuch der Architektur, I. Teil, 1 Bd., Heft 1.
 Foerster: Lehrbuch der Baumaterialienkunde.
 Hauenschild: Katechismus der Baumaterialien.
 Glinzer: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Baustoffkunde (M. 4.—).
 Hanisch: Resultate der Untersuchungen mit Bausteinen der österr.-ungar. Monarchie (K 3.—).
 — Frostveruche mit Bausteinen der österr.-ungar. Monarchie (K 1.60).
 Bock: Die Ziegelfabrikation (M. 10.50).
 Zwick: Ziegelfabrikation.
 Heusinger v. Waldegg: Ziegel- und Röhrenbrennerei (M. 20.—).
 Loeff: Entwürfe zum Bau von Kalk-, Zement-, Gips- und Ziegelfabrikationen (M. 26.—).
 — Der Portlandzement.

Bauformenlehre.

- Brausewetter: Das Bauformenbuch (M. 22.—).
 Opderbecke-Issel: Die Bauformenlehre (M. 5.—).
 Scheffers: Architektonische Formenschule (M. 24.—).
 Hittenkofer: Architektonische Formenlehre.
 Klein: Die architektonischen Formenlehre (M. 6.—).
 Mauch: Die architektonischen Ordnungen der Griechen und Römer (M. 16.—).
 Album moderner Baudekorationen (M. 100.—).
 Hittenkofer: Der Fassadenbau.

Baustatik.

- Müller-Breslau: Die graphische Statik der Baukonstruktionen.
 Bd. I. M. 18.—; Bd. II. Abt. 1 M. 16.—; Bd. II, Abt. 2, Lief. 1 M. 3.—.
 Foepl: Vorlesungen über technische Mechanik, 4. Bd., (M. 40.—).
 Mehrrens: Vorlesungen über Statik der Baukonstruktionen und Festigkeitslehre I. M. 20.—;
 II. M. 14.—; III. M. 20.—.
 Tetmajer: Die Elastizitäts- und Festigkeitslehre (M. 16.—).
 Handbuch der Architektur, I. Teil, 1. Band, Heft 2.
 Ritter: Lehrbuch der höheren Mechanik, 2. Bd., (M. 24.—).
 — Anwendungen der graphischen Statik, 4. Bd., (M. 36.20).
 Ott: Baumechanik (M. 30.—).
 Lauenstein: Die Festigkeitslehre (M. 4.40).
 — Die graphische Statik (M. 5.40).
 — Die Mechanik (M. 4.50).
 Vonderlinn: Statik für Hoch- und Tiefbautechniker (M. 4.40).
 Hintz: Die Baustatik (M. 8.—).
 Äutenrieth: Die statische Berechnung der Kuppelgewölbe (M. 4.—).
 Schwedler: Die Konstruktion der Kuppeldächer (M. 18.—). *Museum*

Bauführung.

- Junk: Wiener Bauratgeber (K 10.—).
 Abel: Allgemeiner Bauratgeber (K 20.—).
 Hand: Österr.-ungar. Bauratgeber (K 20.—).
 Wach: Bauratgeber.
 Kusyn: Kostenüberschläge für Hochbauten und Schätzungen der Gebäude (K 17.—).
 Schwatlo-Osthoff: Kostenberechnungen für Bauingenieure (M. 18.—).
 Osthoff: Hilfsbuch zur Anfertigung von Kostenberechnungen (M. 18.—).
 Schwatlo: Kostenberechnungen für Hochbauten (M. 15.—).
 Daub: Die Kostenanschläge der Hochbauten (M. 5.—).
 Benkwitz: Das Voranschlagen von Hochbauten (M. 2.40).

- Städling: Voranschlagen von Hochbauten (M. 6.20).
 Engel: Die Bauausführung (M. 10.—).
 Handbuch der Architektur, I. Teil, 5. Band.
 Handbuch der Baukunde, Abteilung I, 1. Heft. Krüger, Posern, Hilse: Bauführung
 und Baurecht (M. 2.—).
 Benkwitz: Die Bauführung (M. 2.—).
 Busch: Bauführung.
 Tietjens: Die Bauführung (M. 2.40).
 — Der Kostenanschlag für Hochbauten (M. 10.—).
 Tolkmitt: Bauaufsicht und Bauführung (M. 6.—).
 Oppermann: Bedingungen zu Ingenieurhochbauten M. 2.—).

Taschenbücher.

- „Hütte“. Des Ingenieurs Taschenbuch (M. 16.—).
 Betonkalender (M. 4.—).
 Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Kalender (K 4.—).
 Österreichisch-ungarischer Baukalender (M. 3.50).
 Deutscher Baukalender (M. 3.50 u. M. 4.—).

Lexika.

- Lueger: Lexikon der gesamten Technik (M. 210.—).
 Mothes: Illustriertes Baulexikon (M. 43.—).

Wörterbücher.

- Offinger: Technologisches Taschenwörterbuch*) (M. 10.—).
 Tolhausen: Dictionnaire technologique**) (M. 26.50).
 Weber: Technisches Wörterbuch*) (M. 3.—).
 Röhrig: Technologisches Wörterbuch**) (M. 34.—).

*) deutsch — englisch — französisch — italienisch.

**) deutsch — englisch — französisch.

Zeitschriften.

Österreichische.

- Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines.
 Allgemeine Bauzeitung.
 Österreichische Monatschrift für den öffentlichen Baudienst.
 Wiener Bauindustrie-Zeitung.
 Der Bautechniker.

Ausländische.

- Zentralblatt der Bauverwaltung.
 Deutsche Bauzeitung.
 Zeitschrift für Bauwesen.
 Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen.
 Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen.
 Baugewerks-Zeitung
 Schweizerische Bauzeitung.
 Nouvelles annales de la construction.

Einteilung.

Das Bauwesen gliedert sich in:

1. den Tiefbau und
2. den Hochbau.

Während die meisten Tiefbauten in den Boden hineingebaut werden, und nur wenige sich im Vergleiche zur Länge wesentlich über die Erdoberfläche erheben, haben die Hochbauten ihre wichtigsten Bestandteile über der Erde, und entwickeln sie sich hauptsächlich in die Höhe.

I. Zum **Tiefbau** (Ingenieurbauwesen) gehören: Grundbau, Wasserbau, Straßen- und Eisenbahnbau, Brücken- und Tunnelbau. (Literatur: Handbuch der Ingenieurwissenschaften.)

II. Beim **Hochbau** sind zwei Richtungen zu unterscheiden:

1. die künstlerische und
2. die konstruktive.

1. Der **künstlerische** Teil des Hochbaues, die **Baukunst** oder **Architektur**, befaßt sich mit den ästhetischen Grundsätzen, nach denen

- a) die Außenflächen (Fassaden) der Gebäude und die (Wand-, Decken- und Fußboden-) Flächen der Räume auszugestalten,
- b) die Räume im Gebäude zu verteilen sind und
- c) ihre Gestalt und Größe zu bestimmen ist.

2. Der **konstruktive** Teil des Hochbaues, die **Baukonstruktionslehre**, lehrt, wie die Bauteile (Konstruktionen)

- a) zu entwerfen und
- b) auszuführen sind.

Ihre Grundlagen bilden:

A. die **Baustofflehre** (Baumaterialienkunde), welche die technischen Eigenschaften der Stoffe kennen lehrt; aus denen die Bauten hergestellt werden. (Siehe den I. Teil dieses Werkes.)

B. die **Baumechanik** (Baustatik), die sich mit der Berechnung der Abmessungen der Bauteile beschäftigt.

I. Abschnitt.

Einleitung.

I. Kapitel.

Holzverbände.

Wenn Hölzer miteinander zu verbinden sind, so werden die Stellen, mit denen sie aneinander stoßen, auf besondere Weise zugeschnitten. Dann fügt man die Hölzer mit den Ausschnitten ineinander. Das ist die eigentliche **Holzverbindung**, der **Holzverband**.

Jeder Holzverband soll möglichst einfach sein.

Meistens sichert man noch den Zusammenhalt durch Holznägel (zylindrische Stücke aus hartem Holze), eiserne Nägel, Holzschrauben, Schraubenbolzen, Klammern, Schienen, Bügel usw.

Holzverbände sind erforderlich, wenn

A. bei einem Bauteile aus Holz eine oder mehrere Abmessungen so groß sind, daß sie nur durch Zusammensetzen mehrerer Hölzer gewonnen werden können. Diese Vergrößerung der Abmessungen sind

I. Verlängerungen (S. 2)

II. Verbreiterungen (S. 5)

III. Verstärkungen (S. 5)

B. wenn zwei Hölzer unter einem Winkel miteinander zu verbinden sind. Diese Verknüpfungen sind

IV. Kreuzungen	} wenn vom Kreuzungspunkte Hölzer ausgehen nach	4 Richtungen (S. 6)
V. Abzweigungen		3 " (S. 7)
VI. Eckverbände.		2 " (S. 10)

A. Vergrößerung einer Abmessung.

I. Verlängerungen.

Der Bauteil aus Holz hat eine Länge, die man mit einem einzigen Holzstück nicht erreichen kann.

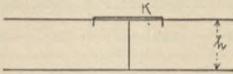
Das Blatt (Abb. 3—5), das Hakenblatt (Abb. 6, 7) und die Verlaschungen (Abb. 8—11) können Zugkräfte übertragen. Diese werden aufgenommen von Holznägeln oder Schraubenbolzen [3—5, 8], von Haken [6, 7, 9], Zähnen [10] oder Dippeln [11], also von der Holzverbindung allein bei 6, 7, 9—11.

Die Zahn- und die Dippelassen [10, 11] eignen sich für sehr große Züge.

1. Stoß.

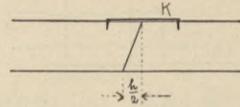
1 a. gerader oder stumpfer Stoß.

Abb. 1. *



1 b. schräger Stoß.

Abb. 2.



K: Klammer.

Der stumpfe Stoß [1] ist die einfachste, billigste, aber auch minderwertigste Verlängerung.

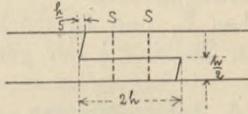
2. Blatt oder Überblattung.

2 a. gerades Blatt.

a. Abb. 3. *

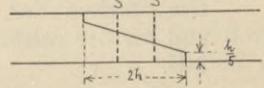


β. Abb. 4.



2 b. schiefes Blatt.

Abb. 5.



S: Schraubenbolzen oder Holznägel.

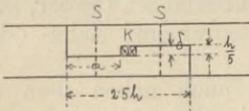
Abb. 3—7: ein Verschieben nach der Seite ist nicht möglich wie bei Abb. 1 und 2, bei Schraubenbolzen auch kein Abheben.

Abb. 4: auch bei Holznägeln gegen Abheben gesichert.

2 c. Hakenblatt.

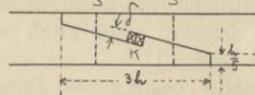
α. gerades Hakenblatt.

Abb. 6. *



β. schiefes Hakenblatt.

Abb. 7.



Das Hakenblatt [6] ist besser als der Stoß [1] und das gerade Blatt [3], aber auch komplizierter, daher teurer.

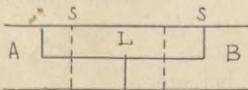
K sind zwei Keile aus hartem Holze, welche eingeschoben werden, damit sich nicht die Hirnhölzer der Haken ineinander beißen, und daß die Verbindung, wenn sie infolge Schwindens locker geworden ist, durch Eintreiben der Keile wieder angespannt werden kann [6, 7, 9, 11].

Der schräge Stoß [2], das schiefe Blatt [5] und das schiefe Hakenblatt [7] sind zwecklose Abänderungen des stumpfen Stoßes [1], des geraden Blattes [3] und des geraden Hakenblattes [6].

3. Laschen oder Verlaschungen.

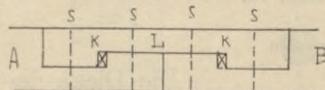
3 a. gerade Lasche.

Abb. 8. *



3 b. Hakenlasche (Zange).

Abb. 9. *



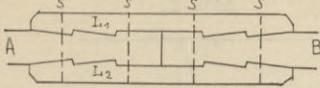
h = Balkenstärke.

Länge der Lasche = 4 h.

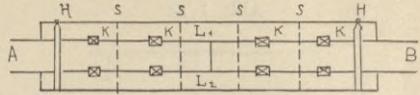
Länge der Lasche = 5 h.

*) Es sind nur die mit * bezeichneten Holzverbände zu empfehlen.

3 c. Zahnlasche.
Abb. 10.*



3 d. Dippellasche.
Abb. 11.*



Die Laschen verwendet man, wenn ein stumpfer Stoß [2] verbessert werden soll.

A, B sind die zu verbindenden Balken.

L, L₁, L₂: Laschen. S: Schraubenbolzen. } um Lasche und Balken
K: Keile. H: Halsen. } zusammenzuhalten.

Die Zahnlaschen [10] und Dippellaschen [11] benützt man, wenn sehr große Zugkräfte zu übertragen sind.

Die Stärken der Laschen L₁ und L₂ macht man gewöhnlich gleich groß und an der schwächsten Stelle $\geq \frac{1}{2}$ der geringsten Stärke der Balken A und B.

4. Aufpfropfungen.

Sie dienen für aufeinanderstehende Balken. Hiezu eignen sich auch die Abb. 3, 10 und 11; 3, wenn die Holzflächen flüchtig durchlaufen sollen, 10 und 11 bei größeren Holzkonstruktionen.

4 a. Stumpfer Stoß.

Die Verbindung der Balken erfolgt mittels

α) Holzlaschen: Man stellt die Balken aufeinander, legt an sie neben den Stoß eine oder zwei Laschen und verbindet diese mit den Balken mittels Klammern (am einfachsten) oder Schraubenbolzen (besser, aber teurer). Wesentlich besser, aber auch entsprechend teurer sind Zahn- oder Dippel-laschen [10 und 11].

An Stelle besonderer Laschen können auch neben dem Stoße Voll auf Fug liegende Balken zur Stoßdeckung dienen.

4 a. Stumpfer Stoß mit
β. Klammern K. γ. Dorn D. δ. Gußring.
Abb. 12.* Abb. 14. Abb. 15.

4 b.
Zapfen.
Abb. 16.

4 c.
Kreuzzapfen.
Abb. 17. Abb. 18.
Seitenansicht. unterer Balken.

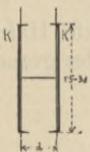


Abb. 13.
Grundriß
zu Abb. 12.

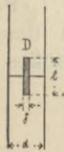


Abb. 14: Die Länge des Dornes

$$l = \frac{d}{2} - 1\frac{1}{4} d$$

Die Dicke des Dornes beträgt bei einem

a) Holzdorn $\delta = \frac{d}{2}$ b) Eisendorn $\delta = \frac{d}{10}$

e in Abb. 17 sind eiserne Ringe.

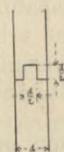


Abb. 19.
Grundriß
zu Abb. 18.



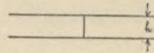
II. Verbreiterungen.

Die zu erzielende Breite ist so groß, daß man sie durch ein einziges Holz nicht erreichen kann (z. B. Fußböden).

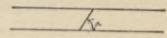
1. Stoß.

Abb. 20, 21: haben den Mangel, daß infolge Schwindens sich bald die Fugen öffnen; sie eignen sich daher nur für mindere Bauteile.

1 a. Fugen.
Abb. 20.*



1 b. Messern.
Abb. 21.



2. Spundungen.

2 a. Quadratspundung
„Feder und Nut.“

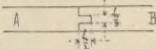
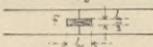
Abb. 22.*  A hat die „Feder“
B „ „ „Nut“

Abb. 23. 

F Feder aus hartem Holz oder Eisenblech.

2 b. Keilspundungen.

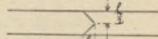
Abb. 24. 

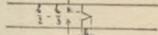
Abb. 25. 

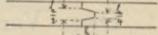
Abb. 26. 

Abb. 22—27: auch wenn das Holz geschwunden ist, bleiben die Fugen immer noch geschlossen.

Abb. 22: am besten.

Abb. 27: einfacher als 22 und nahezu so gut.

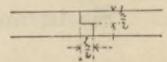
Abb. 24—25: nur bei Ingenieurbauten, meistens nur für vertikal nebeneinanderstehende Pfosten (Spundwände).

3. Falz.

4. Verdoppelungen.

Siehe „Doppelböden“, III. Abschnitt.

Falz.
Abb. 27.*



III. Verstärkungen.

Die erforderliche Stärke des Bauteiles kann nur durch Zusammensetzen mehrerer Holzstücke gewonnen werden.

Abb. 28.

Abb. 29.

Abb. 30.

1. Verklammerung. [28]

2. Verschraubung. [29]

3. Verschränkung. [30]

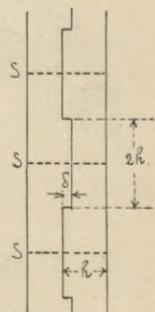
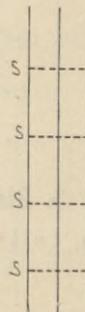
$$\delta = \frac{h}{10} - \frac{h}{5}$$

4. Verzahnung.

(Siehe S. 35.)

5. Verdoppelung.

(Siehe S. 36.)



K: Klammern.

S: Schraubenbolzen.

B. Verknüpfungen.

IV. Kreuzungen.

Einem Abheben beugt man vor, indem man beide Balken an der Kreuzungsstelle mit einem Schraubenbolzen S verbindet.

Die Abb. 32, 34, 36, 38 sind Seitenansichten zu den Abb. 31, 33, 35, 37.

1. Kreuzung.*

Abb. 31.

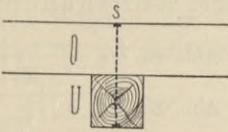
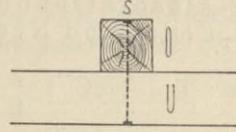


Abb. 32.



Diese Verbindung ist die einfachste.

2. Überschneidung.

Abb. 33.

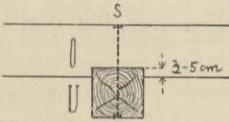
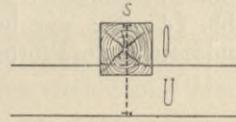


Abb. 34.



Sie ist an sich gegen eine Verschiebung nach einer Seite gesichert.

Abb. 35.

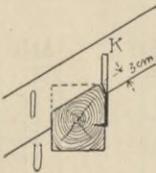


Abb. 36.*

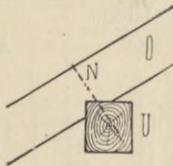


Abb. 35 und 36: bei Dachstühlen.

Abb. 36: einfacher, daher zweckmäßiger als 35.

- O = Sparren
- U = Pfette
- N = Zimmermannsnagel
- K = Klammer

3. Blatt oder Überblattung.

3 a. teilweise Überblattung.

Abb. 37.

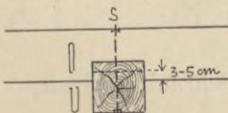
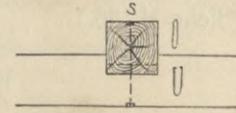


Abb. 38.



3 b. volle Überblattung. *

Abb. 39.

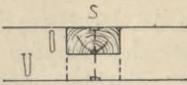
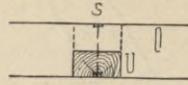


Abb. 40.



3 a. und 3 b. sind gegen eine Verschiebung nach zwei Seiten gesichert.
3 b. ist zu verwenden, wenn die Oberflächen beider Balken flüchtig liegen sollen.

4. Kamm oder Verkämmung.

4 a. einfacher Kamm.

Abb. 41.

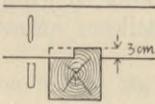
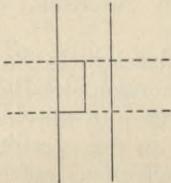


Abb. 42.
Grundriß zu Abb. 41.



4 b. doppelter Kamm

Abb. 43.

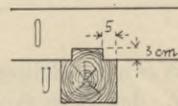
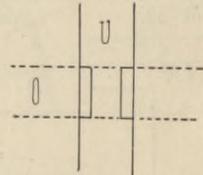
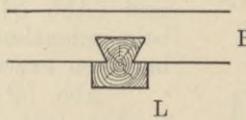


Abb. 44.
Grundriß zu Abb. 43.



4 c. schwalbenschwanzförmige Verkämmung.

Abb. 45.



4 c eignet sich, um nebeneinander liegende Bretter B mittels der Leisten L zu verbinden, und bietet diesen einen guten Schutz gegen Werfen (große Reißbretter).

V. Abzweigungen.

1. Zapfen oder Verzapfung.

1 a. gerader Zapfen *
gewöhnliche Art.

Abb. 46.

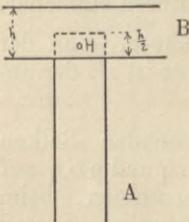
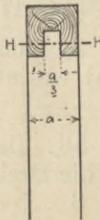


Abb. 47.



1 b. Schlitzzapfen.

Abb. 48.

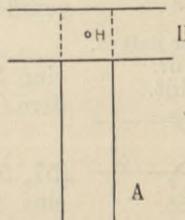
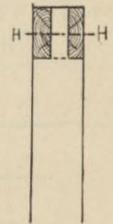


Abb. 49.



Einem Abheben beugt man durch Holznägel H vor und durch Klammern.
Der abzweigende Balken A hat den Zapfen, der anschließende B das Zapfenloch.

1 c. Schrägzapfen. Abb. 50.*

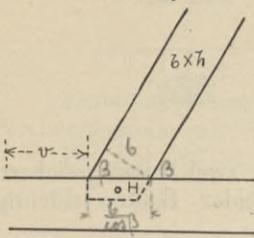
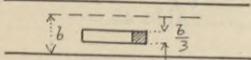


Abb. 51.

Grundriß zu Abb. 50.



1 d. Jagzapfen. Abb. 52.*

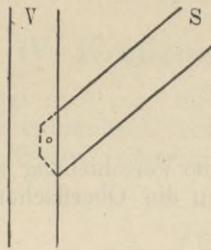


Abb. 47 und 49 sind die Seitenansichten zu den Abb. 46 und 48.

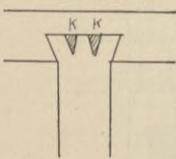
Abb. 48, 49: Beim Schlitzzapfen ist der Zapfen nicht durch den darüber liegenden Balken gegen Eindringen von Nässe, also gegen Faulen geschützt, wie beim gewöhnlichen Zapfen [46, 47]; es ist daher dieser besser.

1 c und 1 d sind dann zu verwenden, wenn die zu verbindenden Balken einen Winkel $< 90^\circ$ einschließen.

Abb. 50: Der Vorkopf v muß so groß sein, daß er den Schub des schiefen Balkens aufnehmen kann (siehe S. 13).

Wenn die Balken ungleich breit sind, so legt man sie am besten achsial, d. h. so, daß ihre Achsen in einer Ebene liegen; oft aber auch so, daß die Flächen einer Seite „flüchtig“ („bündig“) sind (Abb. 51). Dann liegt der Zapfen beim schmäleren Balken zentrisch, beim breiteren exzentrisch.

1 e. Keilzapfen. Abb. 53.



1 f. Blattzapfen. Abb. 54.

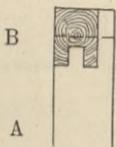
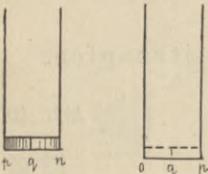


Abb. 52: Wenn der schiefe Balken S oben noch an einem horizontalen Balken mittels eines Schrägzapfens [50] anschließt, so muß der Anschluß an den vertikalen Balken V mittels des Jagzapfens erfolgen, dessen Vorderkante schief abgeschnitten

ist, weil man sonst S nicht in V einbringen könnte.

1 g. Kreuzzapfen.* abzweigender Balken. Abb. 55.

Seitenansicht. Vorderansicht.



Horizontaler Balken.

Abb. 57. Grundriß.

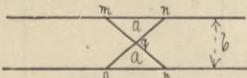


Abb. 58. Ansicht.

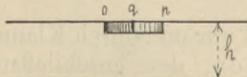


Abb. 53: Das Zapfenloch wird trapezförmig gestaltet. Der ursprünglich rechteckige (gerade) Zapfen erhält kleine Keile (K) aus hartem Holze aufgesetzt. Wenn man nun den Zapfen in das Zapfenloch steckt, so treiben die Keile den Zapfen auseinander. Die Balken sind dann unabhebbar verbunden.

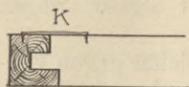
Dieser Verband hat den Nachteil, daß ein Lösen des Zapfens ein Abschneiden erfordert. Beim geraden Zapfen [46, 47] ist ein Lösen einfacher.

Abb. 54: ist dann auszuführen, wenn der eine Balken (A) wesentlich dicker ist als der andere (B).

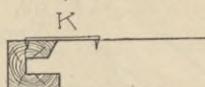
Abb. 55—58: Beim horizontalen Balken [57, 58] werden die Dreiecke m n q und p o q auf eine Tiefe von 3...5 cm ausgenommen; beim vertikalen Balken [55, 56] die über m o q und p n q liegenden Balkenenden. Dann steckt man den vertikalen Balken in die Vertiefungen des horizontalen Balkens.

1 h. Brustzapfen.
für horizontale Balken.

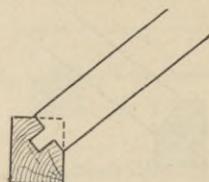
α . Abb. 59.



β . Abb. 60.



1 i. schiefer Zapfen.
Abb. 61.



K: Klammern.

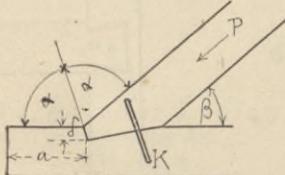
Abb. 60: Zwecklose Abänderung gegen Abb. 59.

2. Einlassung oder Versatzung.

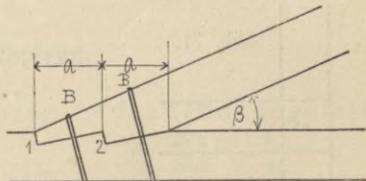
Damit die Balken sich nicht abheben und verschieben können, verbinde man sie noch mit Klammern K oder Bügeln B, auch durch Schraubenbolzen

A. Schiefwinklige Einlassungen.

2 a. einfache. *
Abb. 62.



2 b doppelte.
Abb. 63.



2 a.: Die Einlassung wirkt kräftiger als ein Schrägzapfen [50].

Der Ausschnitt im Balken A, der den abzweigenden Balken B aufnimmt, geht der ganzen Breite nach durch.

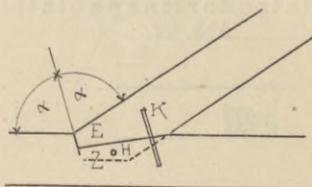
Der Vorkopf a muß so groß sein, daß er den Schub des schiefen Balkens B aufnehmen kann (siehe Seite 13).

2 b.: falls β sehr klein ist.

2 c.: ohne besonderen Vorzug gegen

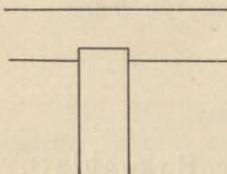
Abb. 62.

2 c. Einlassung (E) mit Zapfen (Z)
Abb. 64.

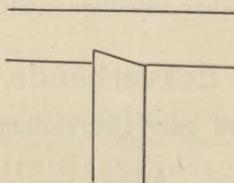


B. Rechtwinklige Einlassungen.

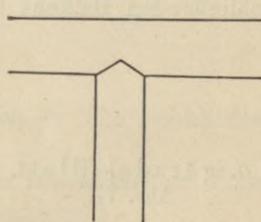
2 d. gerade.
Abb. 65.



2 e. schräge.
Abb. 66.



2 f. doppelte.
Abb. 67.



Statt 65—67 macht man gewöhnlich und besser Zapfen nach Abb. 46.

C.

Abb. 68.

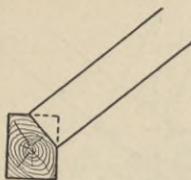


Abb. 69.

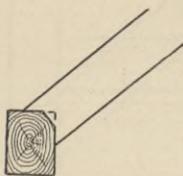


Abb. 68: einfacher als 69, aber nicht sicher gegen Verschiebung.

Abb. 69: sicher gegen Verschiebung, daher besser als 68, aber komplizierter.

Abb. 65—69: beide Balken sind noch mit Klammern zu verbinden.

3. Blatt oder Überblattung.

3 a. gerades ganzes Blatt.*

Abb. 70.

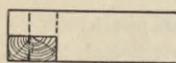
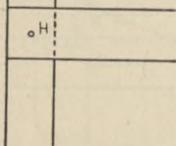
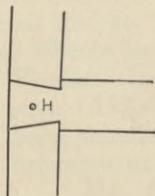


Abb. 71.

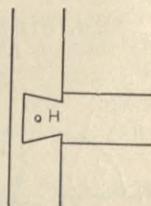


3 c. schwalbenschwanzförmiges Blatt.

α. ganzes.
Abb. 73.

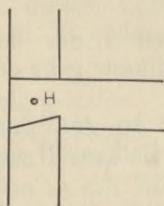


β. halbes.
Abb. 74.

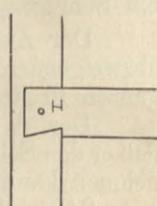


3 d. weißschwanzförmiges Blatt.

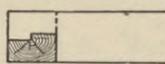
α. ganzes.
Abb. 75.



β. halbes.
Abb. 76.



3 b. hakenförmiges Blatt oder Hakenblatt.
Abb. 72.



Gegen Verschieben: Holznägel H oder besser Schraubenbolzen.

Gegen Abheben: Schraubenbolzen oder Klammern.

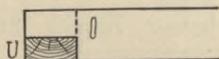
Die Abb. 71, 73—76 sind Grundrisse.

Abb. 72—76: hindern ein Verschieben in der Längsrichtung des anschließenden Balkens B, sind aber unnötige Abänderungen von 3 a.

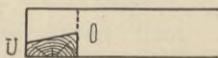
VI. Eckverbände.

1. Blatt oder Überblattung.

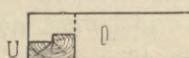
1 a. gerades Blatt.*
Abb. 77.



1 b. schräges Blatt.
Abb. 78.



1 c. Hakenblatt.
Abb. 79.



2. Überschneidung.

2 a. einfache.
Abb. 80.

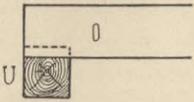
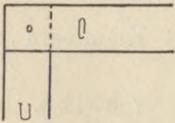
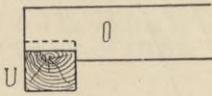


Abb. 81.
Grundriß zu Abb. 80.



2 b. doppelte.
Abb. 82.



Kamm o. Verkämmung.
Abb. 83.

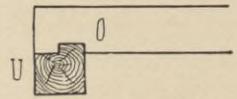


Abb. 77—79: eignen sich gegenüber (80—83), wenn die Balkenoberflächen in einer Ebene liegen sollen.

Abb. 79, 83: hindern ein Verschieben in der Längsrichtung des anstoßenden Balkens O.

Abb. 78, 82: ist komplizierter als (80) und (81), aber ohne besonderen Vorzug.

3. Kamm oder Verkämmung [83].

4. Zapfen oder Verzapfung.

4 a. gerader Zapfen
gewöhnlicher Art.

Abb. 84. *

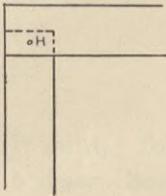
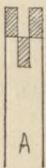
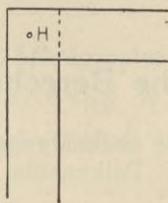


Abb. 87.



4 b. Schlitzzapfen.

Abb. 85.



4 c. Scherzapfen. *

Abb. 88.

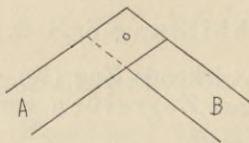


Abb. 89.

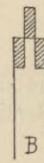


Abb. 86: Der Vorkopf a muß so groß sein, daß er den Schub des schiefen Balkens aufnehmen kann (siehe Seite 14).

Abb. 87—89: So verbindet man die Sparren der Dachstühle am First

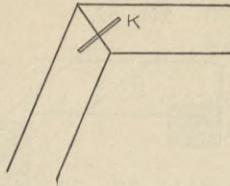
Abb. 87: Ansicht von rechts, nachdem B weggenommen.

Abb. 89: " " links, " A "

Abb. 88: Vorderansicht.

5. Stumpfer Stoß.

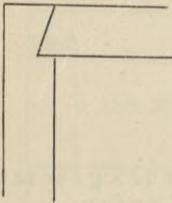
Abb. 90.



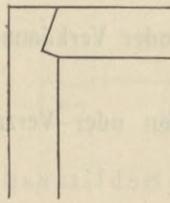
6. Einlassung oder Versatzung.

Abb. 91—93: Beide Balken sind auch noch mit Klammern zu verbinden. Besser als 91—93 ist 77, 84 oder 85.

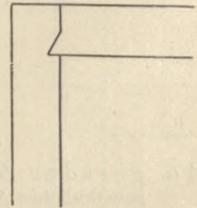
α einfache.
Abb. 91.



β doppelte.
Abb. 92.



γ halbe.
Abb. 93.



Statische Berechnungen.

Es bezeichnen

b die Balkenbreite (cm)
h „ Balkenhöhe „

$k_z = 80 \text{ kg/cm}^2$
 $k_d = 60 \text{ „}$
 $k_s = 10 \text{ „}$

} die zulässige Inanspruchnahme
 } des Holzes auf

{ Zug
 { Druck
 { Abscherung || Faser.

1. Hakenblatt.

zu Abbildung 6, S. 3.

Z sei der in den Balken wirkende Zug (kg). Er ist höchstens, damit die erforderliche Sicherheit gegen Zerreißen vorhanden ist

$$Z = b \frac{h - \delta}{2} k_z = 40 b (h - \delta) \dots \dots \dots (1)$$

Wegen der erforderlichen Sicherheit gegen Zerdrücken ist weiters

$$Z = b \delta k_d = 60 b \delta \dots \dots \dots (2)$$

Die Sicherheit gegen Abscheren erfordert

$$Z = b a k_s = 10 b a \dots \dots \dots (3)$$

Aus (1) und (2) folgt: $\delta = 0.4 h$

da $b \frac{h - \delta}{2} k_z = b \delta k_d$

also $40 b (h - \delta) = 60 b \delta$

Aus (2) und (3) folgt $a = 6 \delta = 2.4 h$

da $b d k_d = b a k_s$

also $60 b \delta = 10 b a$

2. Einlassung oder Versatzung.

zu Abbildung 62, S. 9.

P sei der axiale Druck im schiefen Balken (*kg*)

$$P_1 = \frac{P \cos \beta}{b}$$

$P \cos \beta = b \delta k_d = 60 b \delta \dots$ Sicherheit gegen Zerdrücken .. (4)

$P \cos \beta = b a k_s = 10 b a \dots$ " " Abscheren .. (5)

Aus (4) folgt: $\delta = \frac{P \cos \beta}{60 b}$

$$= \frac{P_1}{60}$$

Aus (4) und (5) folgt: $a = 6 \delta = \frac{P \cos \beta}{10 b}$

$$= \frac{P_1}{10}$$

3. Schrägzapfen.

zu Abbildung 50, S. 8.

P sei der Druck im schiefen Balken (*kg*)

b dessen Breite (*cm*)

$\frac{b}{3}$ die Breite des Zapfens, also auch die Weite des Zapfenloches (*cm*)

t die Tiefe des Zapfens (*cm*)

β der Neigungswinkel beider Balken.

$$P_1 = \frac{P \cos \beta}{b}$$

Zur Sicherheit gegen Zerdrücken muß

$$P \cos \beta = \frac{b}{3} t k_d = 20 b t \dots \dots \dots (6)$$

Daraus folgt:

$$t = \frac{P \cos \beta}{20 b}$$

$$= \frac{P_1}{20}$$

Zur Sicherheit gegen Abscherung müssen die Scherflächen F_1 des Vorkopfes gleich sein der Scherfläche F_2 des Zapfens.

F_1 setzt sich zusammen aus:

a) der horizontalen Scherfläche in der Verlängerung der horizontalen Endfläche des Zapfens $v \frac{b}{3}$

b) den zwei vertikalen Scherflächen in den Verlängerungen der trapezförmigen Seitenflächen des Zapfens $2 v t$

$$F_1 = \frac{b v}{3} + 2 v t$$

F_2 ist der Schnitt der Oberfläche des Balkens, der das Zapfenloch hat, mit dem Zapfen $F_2 = \frac{b h}{3 \cos \beta}$ (patru figuris)

Da $F_1 = F_2$ sein muß, so ergibt sich aus $\frac{b v}{3} + 2 v t = \frac{b h}{3 \cos \beta}$

$$v = \frac{b h}{(b + 6 t) \cos \beta}$$

(7)

In (7) ist der nach (6) ermittelte Wert von t einzusetzen, worauf man v erhält.

4. Zurückgesetzte Zapfen.

zu Abbildung 80, S. 11.

P sei der Druck im schiefen Balken (kg)

$P' = \frac{P \cos \beta \cotg \beta}{b}$ ermittelt man am besten zeichnerisch

h die Höhe der Balken (cm)

b_1 „ Breite „ „ „

t die Tiefe des Zapfens „ „

Nach Punkt 3 ist
$$t = \frac{P \cos \beta}{20 b} = \frac{P_1}{20}$$

Zur Sicherheit gegen Abscheren müssen die Scherflächen F_1 des Vorkopfes gleich sein der Scherfläche F_2 des Zapfens.

F_1 setzt sich zusammen aus:

a) der horizontalen Scherfläche in der Verlängerung der horizontalen Endfläche des Zapfens $(a + t \cotg \beta) \frac{b}{3}$

b) den zwei vertikalen Scherflächen in den Verlängerungen der trapezförmigen Seitenflächen des Zapfens $2 \frac{2 a + t \cotg \beta}{2} t$

Es ist demnach

$$F_1 = (a + t \cotg \beta) \frac{b}{3} + (2 a + t \cotg \beta) t$$

F_2 ist der Schnitt der Oberfläche des Balkens, der das Zapfenloch hat, mit dem Zapfen $F_2 = (a + t \cotg \beta) \frac{b}{3}$

Da $F_1 = F_2$ sein muß, so folgt aus

$$(a + t \cotg \beta) \frac{b}{3} + (2a + t \cotg \beta) t = (a + t \cotg \beta) \frac{b}{3}$$

$$a = \frac{t}{2} \cotg \beta \dots \dots \dots (8)$$

In (8) ist der nach (6) berechnete Wert von t einzusetzen. Es ist daher

$$a = \frac{P \cos \beta \cotg \beta}{40 b} = \frac{P'}{40}$$

Übungsarbeiten.

1. Die in den Abb. 1 bis 93 dargestellten Holzverbindungen sind in großem Maßstabe, jede in allen drei Projektionen aufzutragen.

2. Von diesen Holzverbindungen sind axonometrische Darstellungen anzufertigen, wobei die Hölzer von einander abgehoben zu zeichnen sind.

3. Für die in den Abb. 212—220, 272, 273 gebrachten Holzkonstruktionen sind die zweckmäßigsten Holzverbindungen, dann alle sonst noch geeigneten vorzuführen.

4. Dasselbe ist für die im IV. Abschnitte vorgeführten Holzdachstühle durchzuführen.

5. Die in den Abb. 31—45, 54, 55—60, 70—84, 91—93 dargestellten Holzverbindungen sind für Winkel $< 90^\circ$ zu zeichnen.

II. Kapitel.

Eisenverbände.

Jede größere Eisenkonstruktion wird aus Winkeleisen, Blechen u. s. w. zusammengesetzt. Deren Verbindung erfolgt gewöhnlich durch Niete, nur in besonderen Fällen durch Schrauben und bloß ausnahmsweise durch Bolzen oder Kiele.

§ 1. Niete.

Konstruktionsbestandteile aus Schweißeisen werden in der Regel vernietet.

Jeder Niet besteht aus:

1. dem Schaft,
2. dem schon angearbeiteten Setzkopfe (Abb. 94–96) und
3. dem beim Nieten anzuarbeitenden Schließkopfe (Abb. 94–96).

1. Der Schaft ist zylindrisch.

Bezeichnen

- l_0 die ursprüngliche Länge des Schaftes
 l_1 die schließliche " " "
 d den Schaft(Bolzen-)durchmesser,

so ist

$$l_0 = 1.1 l_1 + 1.33 d \text{ zu machen.}$$

Bei Handnietung soll $l_1 \leq 4 d$ sein,

„ Maschin „ kann $l_1 > 4 d$ „

2. Der Setzkopf (Abb. 94–96) ist angeschmiedet. Der Übergang zum Schaft soll konisch erfolgen.

Abb. 94.

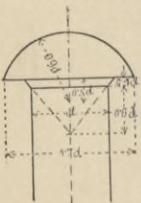


Abb. 95.

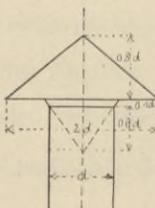
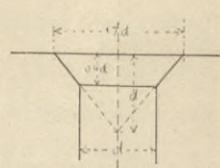


Abb. 96.



Wenn vorstehende Nietköpfe belästigen, macht man versenkte (Abb. 96): die Nietlöcher werden trichterförmig erweitert.

3. Die Löcher sind zu bohren, nicht zu stanzen.

Vor dem Nieten werden die Löcher mittels eines Pinsels vom Staube gereinigt.

Die zu vernietenden Bestandteile werden genau passend aufeinander gelegt und vorläufig mittels eiserner Dorne und Schrauben verbunden.

Dann zieht man diesen Dorn u. dgl. heraus, steckt den weißglühenden Schaft durch die Löcher, preßt den Setzkopf fest an und stellt den Schließkopf her. Infolge des Erkaltes zieht sich der Schaft zusammen, preßt dadurch den Setzkopf und den Schließkopf an die Konstruktionsteile und diese fest aneinander.

Wenn die Nietung sehr dicht sein soll, so werden die Lochkanten und die Ränder der Nietköpfe mittels eines stumpfen Meißels niedergestemmt.

Die Nietung erfolgt, wenn der Nietdurchmesser

$$\begin{aligned} d &\geq 10 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{warm} \\ \text{„} &< 10 \text{ „} \dots\dots\dots \text{kalt} \end{aligned}$$

Die zulässige Inanspruchnahme

$$\begin{aligned} \text{der zu vernietenden Eisen auf Zug} \cdot k_z &= 1000 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{auf Abscherung} \dots\dots\dots k_s &= \frac{4}{5} k_z = 800 \text{ „} \\ \text{„ Laibungsdruck} \dots\dots\dots k_l &= 1.5 k_s = 1200 \text{ „} \\ \text{des Nietes auf Abscherung} \dots\dots\dots k'_s &= k_z = 1000 \text{ „} \end{aligned}$$

Unter Laibungsdruck versteht man den Druck, den die Mantelfläche des Nietschaftes auf die Wandfläche des Nietloches ausübt. Für den Schaftdurchmesser d (cm) und die Stärke des Konstruktionsbestandteiles δ (cm) ist der Laibungsdruck $= d \delta k_l$.

Die Reibung zwischen den vernieteten Eisen $r = 1200 \text{ kg}$ für 1 cm^2 Nietquerschnitt.

Sie ist aber nur dann in Rechnung zu ziehen, wenn auch bei unvollständiger Ausfüllung der Löcher die Nieten nicht nachgeben dürfen, z. B. bei Hängstangen.

Sonst sind die Abmessungen so zu halten, daß einem Auseinanderziehen die Scherfestigkeit der Nietquerschnitte allein widersteht. Sie ist \parallel zur Querschnittsfläche der Nieten gerichtet.

In folgenden Formeln bezeichnen:

P die durch die Nietung zu übertragende Kraft (kg) (\perp Nietachse)

n die Anzahl der Nieten

δ die Dicke eines der zu vernietenden Konstruktionsteile (cm)

$$\delta = 0.5 \dots 1.3 \text{ cm}$$

Am zweckmäßigsten ist es, wenn alle gleich dick sind.

D die Gesamtdicke aller durch 1 Niet zu verbindenden Konstruktionsteile (cm)

$$D \text{ soll } \leq 2.5 d \text{ sein}$$

b die freie Breite der Fläche, auf welcher der Nietkopf sitzt (cm) (Abb. 97).

d den Durchmesser des Nietbolzens (des Schaftes) (cm) Abb. 97.

$$d = 1.0 \dots 2.6 \text{ cm}$$

In der Regel macht man

$$d = 2 \delta$$

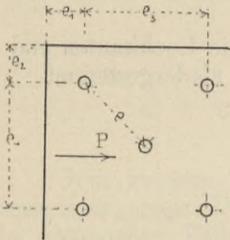
d muß $\leq \frac{b}{3}$ sein.



$$F = \frac{\pi}{4} d^2 \text{ den Querschnitt des Nietbolzens (cm}^2\text{)}$$

Die Abstände der Nietmittelpunkte sollen betragen (Abb. 98) vom Blehrande:

Abb. 98.



- in der Richtung der Kraft (P) . . . $e_1 \leq 2 d$
- normal zur " " " . . . $e_2 \geq 1.5 d$
- vom nächsten Nietmittelpunkte:
- in der Richtung der Kraft . . . $e_3 \geq 2.5 d$
- normal zur " " " . . .
- bei einreihiger Vernietung . . . $e_4 = 2.5 d$
- " mehr " " . . . $e_4 = 3 d$
- schief gemessen $e = 3 d$

1. Einschnittige Vernietung.

Jeder Niet hat nur eine Scherfläche; die zu vernietenden Bestandteile liegen nur in einer Fläche aufeinander. (Abb. 99–103.)

$$n = \frac{P}{F k'_s} = \frac{4 P}{\pi d^2 k'_s} = 0.001273 \frac{P}{d^2}$$

$$e_1 = \left(1 + \frac{\pi k'_s d}{4 k_s \delta}\right) \frac{d}{2} = \left(0.5 + 0.49087 \frac{d}{\delta}\right) d$$

$$e_4 = \left(1 + n \frac{\pi k'_s d}{4 k_s \delta}\right) d = \left(1 + 0.785398 \frac{n d}{\delta}\right) d$$

Falls $d = 2 \delta$ ist, sind

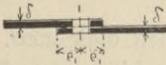
$$e_1 = \left(1 + \frac{5}{8} \pi\right) \frac{d}{2} = 1.5 d$$

$$e_4 = \left(1 + n \frac{\pi}{2}\right) d = (1 + 1.5708 n) d$$

Die erforderlichen Niete werden in einer oder mehreren Reihen angeordnet.

I. Einreihige Vernietung.

Abb. 99.



Die Vernietung ist auf Laibungsdruck zu rechnen, falls

$$\delta \leq \frac{\pi k'_s}{4 k_s} d = \frac{5}{6} \pi d \sim 2.5 d$$

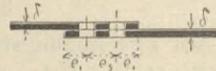
Dann sind

$$n = \frac{P}{d \delta k_1} = \frac{P}{1200 d \delta}$$

$$e_1 = \left(1 + \frac{k_1}{k_s}\right) \frac{d}{2} = 1.1 d$$

II. Zweireihige Vernietung.

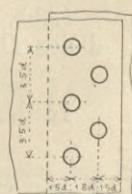
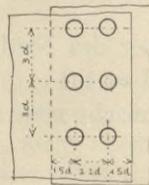
Abb. 100.



Grundriß zu Abb. 100.

I. Art. Abb. 101.

II. Art. Versetzte Niete. Abb. 102.



$$e_2 = \left(1 + n \frac{k_z}{k_1}\right) d = (1 + 1.2 n) d$$

Für $n = 1$ ist $e_4 = 2.2 d$

„ $n = 2$ „ $e_4 = 3.4 d$

III. Einseitige Laschennietung.

Abb. 103.



Die zu verbindenden Konstruktionsteile werden nicht unmittelbar miteinander vernietet, sondern aneinander gestoßen; dann nietet man eine „Lasche“ sowohl an den einen als auch an den zweiten Bestandteil.

2. Zweischnittige Vernietung.

Jeder Niet hat zwei Scherflächen.

a) Entweder wird ein Stück, das aus zwei Bestandteilen besteht, mit einem aus einem einzigen bestehenden vernietet (S_2 und S_2' mit K in Abb. 108) oder

b) man verbindet zwei Stücke mittels doppelter Laschen (Abb. 104—107).

$$e_4 = \left(1 + n \frac{\pi k_s' d}{2 k_z \delta}\right) d = \left(1 + 1.5708 \frac{n d}{\delta}\right) d$$

Doppelte Verlaschung.

a) einreihige.

Abb. 104.

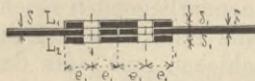
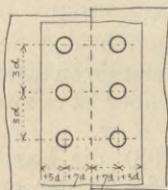


Abb. 105.

Grundriß zu Abb. 104.



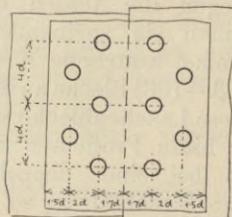
b) zweireihige.

Abb. 106.



Abb. 107.

Grundriß zu Abb. 106.



Falls $d = 2 \delta$ ist, sind

$$e_1 = \left(1 + \frac{5}{4} \pi\right) \frac{d}{2} = 2.5 d$$

$$e_4 = (1 + n \pi) d = (1 + 3.14159 n) d$$

Die Vernietung ist auf Laibungsdruck zu rechnen, falls

$$\delta \leq \frac{\pi k_s'}{2 k_1} d = \frac{5}{12} \pi d = 1.25 d$$

Dann sind

$$n = \frac{P}{d \delta k_1} = \frac{P}{1200 d \delta}$$

e_1 und e_4 haben dieselben Werte wie bei Punkt 1 (S. 18).

Die Vernietungen haben den Zweck

A) die einzelnen Bestandteile einer Eisenkonstruktion miteinander zu verbinden. Man kann beliebig viele Stücke aneinander fügen. Sie können wie immer gegeneinander gerichtet sein. Jedes Profil läßt sich derart anschließen.

B) einen Konstruktionsteil, den man nicht aus einem einzigen Eisen herstellen kann, aus mehreren zusammenzusetzen.

Gruppe A.

Fall I.

Die Schwerachsen der zu verbindenden Konstruktionsteile müssen nicht in derselben Ebene liegen, sind aber parallel zu einander.

1. Verfahren.

Untergeordnete, kleine, schwache Kräfte übertragende Eisen legt man aufeinander und vernietet sie (Abb. 99, 100).

So verfährt man auch bei über- und bei nebeneinanderliegenden Eisen.

Kann man in den aneinander liegenden Teilen die erforderliche Zahl an Nieten nicht unterbringen, so ist ein Blech einzuschieben und jedes der Stücke mit den notwendigen Nieten an diesem Bleche (der „Lasche“) zu befestigen (Abb. 103).

2. Verfahren.

Liegen die Achsen der Bestandteile aber genau in einer Ebene, so schiebt man sie aneinander, legt dann auf der einen (Abb. 103), damit jedoch eine zentrische Kraftübertragung erfolgt, besser auf beiden Seiten (Abb. 103—106) Bleche an die zu verbindenden Stücke und nietet sie an diese an.

Diese **Laschenbleche** sind ≥ 5 mm dick zu halten. Oft aber ist es zweckmäßiger hiezu Profileisen zu verwenden: \lfloor -, \sqcap -Eisen u. s. w.

Ist bei einer doppelten Verlaschung (Abb. 104—108) die Laschenstärke = $\frac{1}{2}$ Stabstärke, so müssen auf jeder Seite des Stoßes in der ersten und letzten Reihe gleich viel Niete liegen. Ist sie aber größer, so kann man in die am Stoß gelegene Nietreihe mehr Niete setzen als in die erste.

3. Verfahren.

Man schaltet zwischen die zu verbindenden Konstruktionsteile (S_1 , S_2' und S_2'' , Abb. 108) ein **Knotenblech** K ein und verbindet jene mit diesem:

1. wenn sie aus einem einzigen Stück bestehen, mittels Laschen (L_1 und L_2 , Abb. 108);

Abb. 108.

K Knotenblech — L₁, L₂ Laschen.

2. wenn sie aus einer geraden Zahl von Teilen zusammengesetzt sind, indem man die eine Hälfte S₂' auf die eine Seite und die andere (S₂'') auf die zweite Seite des Knotenbleches legt und annietet.

Fall II.

Die Achsen der zu verbindenden Konstruktionsteile liegen in verschiedenen Ebenen.

Man verbinde immer je zwei, deren Schwerachsen in einer Ebene liegen, nach einem der unter I genannten Verfahren miteinander.

Für die schiefwinkligen Verbindungen sind gebogene Laschen zu benutzen.

Bei untergeordneten, nur schwache Kräfte übertragenden Stücken genügt es, deren Enden umzubiegen und die Umbüge anzunieten.

Gruppe B.

I.

Ist ein Konstruktionsteil so lang, daß die erhältliche Länge der Eisen nicht ausreicht, um ihn aus einem einzigen herzustellen, so stoßt man zwei oder mehrere aneinander und verbindet sie durch Laschen. Diese sind gewöhnlich Bleche, zuweilen auch \lfloor -Eisen und manchmal \lrcorner -Eisen, seltener andere Profile.

II.

Ein derartiger Stoß quer zur Richtung der Länge ist bei langen Stücken als unzweckmäßig zu vermeiden.

III.

Den erforderlichen Querschnitt kann man nicht immer aus einem einzigen Profil herstellen. Meistens muß man ihn aus mehreren Blechen, Flacheisen, Winkeleisen u. s. w. zusammensetzen. Diese Bestandteile sind dann miteinander zu vernieten.

Ist nun ein Bestandteil einer Eisenkonstruktion an einen anderen oder an eine Lasche oder an ein Knotenblech oder eine Lasche an ein solches anzuschließen, so müssen folgende Grundsätze befolgt werden:

I. Der Anschluß muß zentrisch erfolgen, d. h.

- a) die Schwerachsen der zu verbindenden Stücke müssen sich in einem Punkte schneiden;
- b) die Nietmittelpunkte müssen in der Schwerachse oder symmetrisch zu ihr liegen.

II. Sind nur Zug- oder Druckkräfte zu übertragen, so müssen die nutzbaren Querschnitte (d. s. die vollen abzüglich der Nietlöcher) der zu verbindenden Teile gleich groß sein.

III. Erfolgt aber eine Beanspruchung auf Biegung oder Knickung, so sind die Trägheitsmomente der nutzbaren Querschnitte gleich zu machen.

IV. Zahl, Durchmesser und Verteilung der Niete ist auf Grund einer Berechnung so festzustellen, daß die Nietung die Kräfte, welche in den an-

zuschließenden Konstruktionsteilen wirken, sicher aufnehmen und auf das andere Stück übertragen können.

a) Ist der Querschnitt an der Nietstelle voll in Anspruch genommen, so setzt man in die erste Nietreihe nur einen Niet, in jede folgende, falls es die Breite zuläßt, um je einen mehr.

b) Ist aber der Querschnitt an der Nietstelle größer, als es die Belastung erfordert, so kann man in die erste Nietreihe so viele Niete setzen, als dies der Querschnitt zuläßt.

V. Wenn mehrere Stücke zu verbinden sind, so schließt man zuerst die aneinander, welche die größten Kräfte übertragen. Dabei sind Druckstäbe den Zugstäben vorzuziehen.

VI. Ist der Querschnitt aus mehreren Profilen zusammengesetzt, so ist es besser, den gesamten Querschnitt an einer Stelle zu stoßen, als mehrere Stöße anzulegen.

Nietverbindungen.

I. Verlängerungen.

1. Rundeisen.

a) Schraubenschloß.

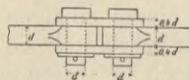
Abb. 109.



b) Schraubenbolzen.

I.

Abb. 113.



II.

Abb. 115.

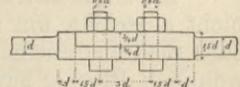


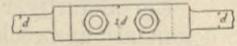
Abb. 110. Abb. 111. Abb. 112.



Abb. 114.



Abb. 116.



c) Keile.

Abb. 117.



Abb. 118.

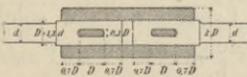


Abb. 110, 112: Draufsicht zu 109.

Abb. 114: " " 113.

Abb. 116: " " 115.

Abb. 111: Querschnitt zu 109.

Abb. 109—112: Die Enden der zu verbindenden Rundeisen erhalten Schraubengewinde; das eine rechts-, das andere linksgängig. Darüber schraubt man das Schraubenschloß. Ein Anspannen erfolgt durch Drehen des Schraubenschlosses.

Abb. 113, 114: Die Enden der Rundeisen werden breit geschmiedet und zu „Augen“ ausgestaltet. Dann legt man an beiden Seiten auf sie Laschen mit gut passenden Löchern und steckt durch diese die Schraubenbolzen.

Abb. 115, 116: Die Enden der Rundeisen werden ähnlich dem „geraden Blatte“ (Abb. 3, S. 3) ausgestaltet und durch Bolzen verbunden. Diese Verbindung läßt sich nicht anspannen.

Abb. 117, 118: Über die Enden der Rundeisen, welche dicker gestaucht worden sind, schiebt man zylindrische Hülsen und steckt durch diese und die Rundeisen Keile. Ein leichtes Anspannen kann durch Nachtreiben der Keile erfolgen.

*) Abb. 109—196 aus Lauenstein, Die Eisenkonstruktionen.

2. Winkeleisen.

Abb. 119: Die zu verbindenden Winkeleisen werden aneinander gestoßen, über den Stoß ein Winkeleisen als Lasche gelegt und mit jedem der zu verbindenden Stücke vernietet.

Abb. 119, 120, 121, 122.

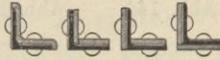


Abb. 120—122: Die Stoßdeckung erfolgt durch zwei Flacheisen.

Abb. 123—128: Vier Winkeleisen in Kreuzform, gestoßen mittels vier Winkeleisen [123—128].

I.

Abb. 123.
Schnitt *a b*
zu Abb. 124.



Abb. 124.

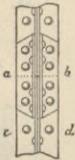


Abb. 125.
Schnitt *c d*
zu Abb. 124.



II.

Abb. 126.
Schnitt *a b*
zu Abb. 127.



Abb. 127.

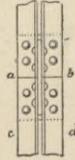


Abb. 128.
Schnitt *c d*
zu Abb. 127.



Abb. 129.
Schnitt *a b*
zu Abb. 130.



Abb. 130.

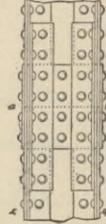


Abb. 131.
Schnitt *c d*
zu Abb. 130.



3. Winkeleisen und Bleche.

Ein I-förmiger Querschnitt, aus 4 Winkeleisen, 1 Steh- und 2 Kopfblechen zusammengesetzt, gestoßen durch 4 Winkeleisen und 2 Bleche [129—131].

II. Eckverbindungen.

1. Flacheisen.

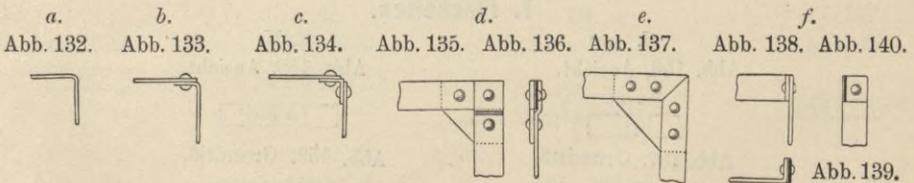


Abb. 136: Querschnitt zu Abb. 135. Abb. 140: Querschnitt zu Abb. 138.
Abb. 139: Grundriß zu Abb. 138.

In einfachen Fällen genügt ein bloßes Umbiegen [132] oder ein Umbiegen mit Annetten [133, 135, 136, 138—140].

Besser ist die Verbindung mittels eines Winkeleisens [134].

Liegen die Flacheisen in derselben Ebene, so erfolgt die Verbindung mittels eines Knotenbleches [135—137].

2. Winkeleisen.

Abb. 141.

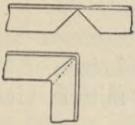


Abb. 143.



Abb. 144.

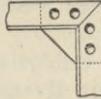


Abb. 145.



Abb. 146.

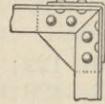


Abb. 147.

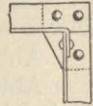


Abb. 142.

In einfachen Fällen wird das nach [141] ausgezwickte Winkeleisen zu der in [142] dargestellten Form zusammengebogen.

Besser sind [143—147].

Abb. 143: Beim vertikalen Winkeleisen ist ein Schenkel umgebogen.

Abb. 144—147: Der Anschluß erfolgt mittels Knotenblechen.

Abb. 146: Außerdem noch mit einem abgebogenen Flacheisen.

Abb. 147: Unter Umbug eines Schenkels.

3. T-Eisen.

I.

Abb. 148.

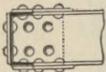
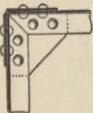


Abb. 149.



II.

Abb. 150.

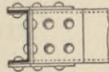
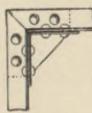


Abb. 151.



III.

Abb. 152.

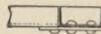
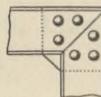


Abb. 153.



4. I-Eisen.

Abb. 154.

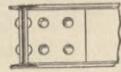


Abb. 155.

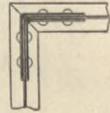


Abb. 149, 151, 153, 155 sind Grundrisse zu 148, 150, 152, 154.

Abb. 148—151: Es werden verbunden:

a) die Stege mittels abgebogener Blechlaschen

b) die Flanschen durch Knotenbleche.

Abb. 152, 153: Hier sind nur die Stege durch Knotenblech verbunden.

Abb. 154, 155: Die Stege sind verbunden durch abgebogene Blechlaschen.

III. Abzweigungen.

1. Flacheisen.

I.

Abb. 156. Ansicht.



Abb. 157. Grundriß.



II.

Abb. 158. Ansicht.

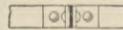


Abb. 159. Grundriß.



III.
Abb. 160.

Abb. 161.

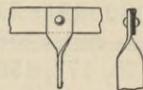
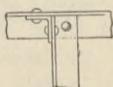
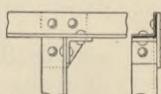
IV.
Abb. 162. Abb. 163.

Abb. 156, 157, 160—163: In einfachen Fällen genügt es, ein Ende abzubiegen und anzunieten.

Besser ist der Anschluß mittels einer oder zweier Winkelaschen [158, 159].

2. Winkeleisen.

I.
Abb. 164.II.
Abb. 165. Abb. 166.

Den Anschluß bewerkstelligen besondere Laschenwinkel, in Abb. 165, 166 auch noch ein Knotenblech.

3. □- und I-Eisen.

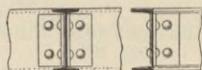
I.
Abb. 167. Abb. 168.

Abb. 169.

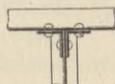
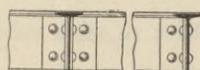
II.
Abb. 170. Abb. 171.

Abb. 172. Abb. 173.



Die „Kuppelung“ besorgen an die Stege genietete Winkeleisen. Müssen die Unterflanschen „flüchtig“ liegen, so ist der anzuschließende Träger nach Abb. 173 auszuschneiden.

Abb. 169, 172 sind Grundrisse zu 167, 170.

Abb. 168, 171 „ Querschnitte „ „ „

IV. Kreuzungen.

1. Flacheisen.

I.
Abb. 174.

Abb. 175.

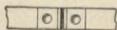
II.
Abb. 176.

Abb. 177.

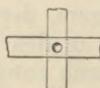
III.
Abb. 178.

Abb. 179.

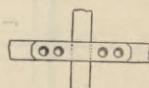
IV.
Abb. 180.

Abb. 181.

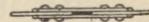


Abb. 174, 175: In einfachen Fällen genügt ein Abbiegen der Enden und Annetten.

Besser ist ein Anschluß mittels Laschenwinkeln [176, 177].

Abb. 180, 181: Die Flacheisen sind stumpf aneinander gestoßen und mittels Flacheisenlaschen verbunden.

Abb. 175, 177, 179, 181 sind Grundrisse zu 174, 176, 178, 180.

2. Winkeleisen.

Abb. 182.

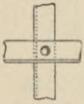


Abb. 184.

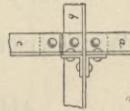


Abb. 183, 185 sind Grundrisse zu 182, 184.

Abb. 184, 185: Der Anschluß erfolgt mittels Winkellaschen.

Abb. 183.

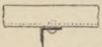


Abb. 185.



3. I- und U-Eisen.

I.

II.

Abb. 186. Abb. 187.

Abb. 188.

Abb. 189.

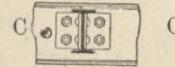
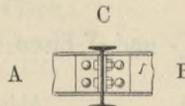
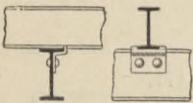


Abb. 187: Querschnitt zu 186.

Abb. 190.

Abb. 190: Grundriß zu 88.

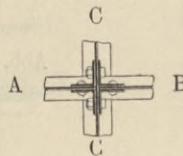


Abb. 189, 194, 196: Querschnitte zu 188, 193: 195.

III.

IV.

V.

Abb. 191.

Abb. 193.

Abb. 194.

Abb. 195. Abb. 196.

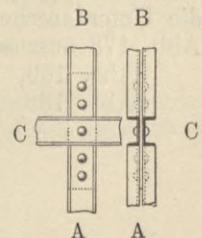
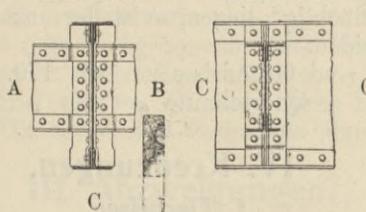
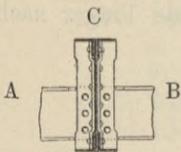


Abb. 192.

Grundriß zu 191.

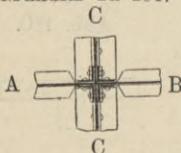


Abb. 186, 187: Ein Verschieben des oberen Trägers, der auf dem unteren frei aufliegt, verhindert das an den Steg des unteren Trägers genietete, dessen Flansch entsprechend abgebogene Blechstück, welches gemäß dem Flansch des oberen Trägers ausgeschnitten ist.

Abb. 188—190: Die Kuppelung erfolgt mittels vier Winkellaschen. An die Stegenden der Träger A und B werden in der Werkstätte je zwei

Winkellaschen angenietet. Auf dem Bau werden sie an den Steg des Trägers C, dem schon Löcher angebohrt wurden, angeschraubt.

Abb. 191–194: Die Stegenden der Träger A und B werden an den Steg des Trägers C mittels vier Winkellaschen angekuppelt.

In Abb. 191, 192 sind die Flanschenden der Träger A und B abgezwickelt, weil sie den Winkellaschen im Wege ständen.

In Abb. 193, 194 sind die Gurtwinkel der Träger A und B abgekröpft auf die Winkellaschen genietet.

Abb. 195, 196: Die Verbindung der Träger A und B erfolgt mittels einer Flacheisenlasche, die auch an C angenietet ist.

§ 2. Schrauben.

Man verwendet Schrauben statt Nieten, wenn

1. man wegen des Materials der zu verbindenden Konstruktionsbestandteile (z. B. Gußeisen) nicht nieten kann,
2. die Verbindung nicht fest, sondern beweglich, lösbar oder nachstellbar sein soll,
3. der Raum zum Pressen des Nietkopfes fehlt,
4. der Bolzen länger als der 2·5fache Nietdurchmesser würde,
5. im Bolzen Zugspannungen auftreten.

Man benützt scharfgängige Schrauben nach dem System Witworth (Abb. 197).

Die Berechnung erfolgt wie bei den Nieten (siehe S. 17 bis 22).

Die Entfernung der Schrauben voneinander soll $\geq 3\cdot5 d$ sein.

Bezeichnen

P	die Tragkraft der Schraube (kg)	} (cm)
d	den äußeren Gewindedurchmesser	
d_1	„ inneren „	
d_2	„ Bolzendurchmesser	
s	die Ganghöhe	
t	„ Gangtiefe	
n	„ Anzahl der Schrauben	
δ	„ Blechstärke (mm)	

und ist die zulässige Inanspruchnahme

auf Zug	$k_z = 600$ (kg/cm ²)
„ Abscherung	$k_s = 1000$ „
„ Laibungsdruck	$k_l = 1140$ „

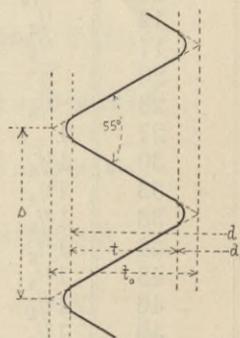
so sind:

$$\begin{aligned} d &= d_1 + 2t \\ d_2 &= d_1 + 2t_0 \\ &= d + 2(t_0 - t) \\ t_0 &= 0\cdot96049s \\ t &= \frac{2}{3}t_0 = 0\cdot64033s \end{aligned}$$

wenn $d \leq 60$ mm, so ist $s = 0\cdot095 + 0\cdot7$ mm

„ $d > 60$ „ „ „ $s = 0\cdot262 \sqrt{d}$

Abb. 197.



Witworths Skala der eingängigen scharfen Schrauben.

Bolzen- Durch- messer d_2 (mm)	Außen- Durchmesser der Gewinde d		Anzahl der Gewindegänge auf		Innen- Durchmesser d_1 (mm)	Schlüssel- weite D (mm)
	(engl. Zoll)	(mm)	1 Zoll	die Länge		
			engl.	d		
8	$\frac{1}{4}$	6.4	20	5	4.8	14
9	$\frac{5}{16}$	7.9	18	$5\frac{5}{8}$	6.1	16
11	$\frac{3}{8}$	9.5	16	6	7.5	18
12	$\frac{7}{16}$	11.1	14	$6\frac{1}{8}$	8.8	21
14	$\frac{1}{2}$	12.7	12	6	10.0	23
17	$\frac{5}{8}$	15.9	11	$6\frac{7}{8}$	12.9	27
20	$\frac{3}{4}$	19.0	10	$7\frac{1}{2}$	15.8	32
23	$\frac{7}{8}$	22.2	9	$7\frac{7}{8}$	18.6	36
27	1	25.4	8	8	21.3	41
30	$1\frac{1}{8}$	28.6	7	$8\frac{1}{8}$	23.9	45
33	$1\frac{1}{4}$	31.8	7	$8\frac{3}{4}$	27.2	50
36	$1\frac{3}{8}$	34.9	6	$8\frac{1}{4}$	29.5	54
39	$1\frac{1}{2}$	38.1	6	9	32.7	58
43	$1\frac{5}{8}$	41.3	5	$8\frac{1}{8}$	34.8	63
46	$1\frac{3}{4}$	44.5	5	$8\frac{3}{4}$	38.0	67
49	$1\frac{7}{8}$	47.6	$4\frac{1}{2}$	$8\frac{7}{16}$	40.0	72
52	2	50.8	$4\frac{1}{2}$	9	43.6	76
58	$2\frac{1}{4}$	57.2	4	9	49.1	85
65	$2\frac{1}{2}$	63.5	4	10	55.4	94
71	$2\frac{3}{4}$	69.9	$3\frac{1}{2}$	$9\frac{5}{8}$	60.6	103
77	3	76.2	$3\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	66.9	112
84	$3\frac{1}{4}$	82.6	$3\frac{1}{4}$	$19\frac{9}{16}$	72.6	121
90	$3\frac{1}{2}$	88.9	$3\frac{1}{4}$	$11\frac{3}{8}$	78.9	130
96	$3\frac{3}{4}$	95.3	3	$11\frac{1}{4}$	84.4	138
103	4	101.6	3	12	90.7	147

Mutter und Kopf sind in der Regel sechseckig.

Für die Schraubenmutter gelten:

$$h_1 = d$$

$$D = 1.4 d + 0.5 \text{ cm}$$

Für den Schraubenkopf:

$$h_1 = 0.7 d$$

$$D = 1.4 d + 0.5 \text{ cm}$$

Dabei bedeuten:

h_1 die Höhe der Mutter oder des Kopfes,
D die Schlüsselweite.

Unter den Kopf sowie unter die Mutter sind Unterlagsscheiben von der Dicke δ und dem Durchmesser D_1 zu legen.

a) bei Eisen sind:

$$\delta = \frac{d}{10} + 2 \text{ mm}$$

$$D_1 = \frac{4}{3} D$$

b) bei Holz oder Stein sind:

$$\delta = \frac{d}{5} + 2 \text{ mm}$$

$$D_1 = 3 d$$

I. Beanspruchung der Schraube durch den Zug Z (kg).

$$d_1 = 2 \sqrt{\frac{Z}{\pi k_z}} + 2 \text{ mm} = 0.0691 \sqrt{Z} + 2 \text{ mm}$$

II. Beanspruchung der Schraube durch den Schub S (kg).

a) einschnittig: $n d_2^2 = \frac{4}{\pi k_s} S = 0.00127 S$

b) zweischnittig: $n d_2^2 = \frac{2}{\pi k_s} S = 0.00064 S$

c) auf Laibungsdruck: $n d_2 \delta = \frac{S}{k_1} = 0.00088 S$

III. Beanspruchung der Schraube durch Z und S .

Wenn für Z allein erforderlich ist: d_1 , so benötigt man für Z und S

$$d_3 = \frac{d_1}{4} \sqrt{2 \left[3 + 5 \sqrt{1 + \left(\frac{2S}{Z} \right)^2} \right]}$$

$$= (0.0173 \sqrt{Z} + 0.5 \text{ mm}) \sqrt{2 \left[3 + 5 \sqrt{1 + \left(\frac{2S}{Z} \right)^2} \right]}$$

§ 3. Bolzen, Gelenke.

Einschnittige Bolzen sind wegen des exzentrischen Anschlusses zu vermeiden, weil dann Biegungsspannungen auftreten würden.

Es bezeichnen

P die vom Bolzen zu übertragende Kraft (kg)

d den Bolzendurchmesser (cm)

$f = \frac{\pi}{4} d^2$ den Bolzenquerschnitt (cm²)

I.

Der Querschnitt f_1 des anzuschließenden Stabes sei ein Kreis vom Durchmesser d_1 (cm)

$$f_1 = \frac{\pi}{4} d_1^2$$

Abb. 198.

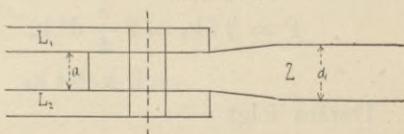
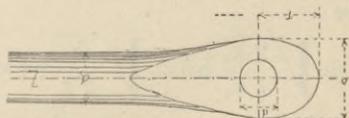


Abb. 199.

Grundriß zu Abb. 198.



Es ist daher

$$P = 2 f k_s \\ = f_1 k_z$$

Daraus folgt:

$$d_1 = d \sqrt{\frac{2 k_s}{k_z}} = d \sqrt{\frac{8}{5}} = 1.26498 d = 2 \sqrt{\frac{P}{\pi k_z}} = 0.03568 \sqrt{P}$$

$$d = d_1 \sqrt{\frac{k_z}{2 k_s}} + d_1 \sqrt{\frac{5}{8}} = 0.7906 d_1 = \sqrt{\frac{2 P}{\pi k_s}} = 0.02523 \sqrt{P}$$

$$a = \frac{3}{4} d_1 \dots d_1 = d \dots \frac{5}{4} d$$

$$s = \frac{\pi d^2}{8 a} + \frac{5}{6} d = (1.15 \dots 1.23) d$$

$$r = s + \frac{d}{3} = \frac{\pi d^2}{8 a} + \frac{7}{6} d = (1.56 \dots 1.48) d$$

$$d'_1 = \frac{d}{\sqrt{2}} = 0.707 d$$

Die Beanspruchung beträgt

$$\sigma_s = \frac{4 P}{\pi d^2} \quad \text{auf Abscherung}$$

$$\sigma_b = \frac{32 P}{\pi d^3} \quad \text{auf Biegung}$$

zusammen also

$$\sigma = \sigma_s + \sigma_b = \frac{4 P}{\pi d^2} \left(1 + \frac{8}{d} \right)$$

$$\sigma \text{ muß } \leq 750 \text{ kg/cm}^2 \text{ sein.}$$

II.

Der Querschnitt des anzuschließenden Stabes sei ein Rechteck ($b \times \delta$)

$$f_1 = b \times d$$

Es ist daher

$$P = 2 f k_s = 2 \frac{\pi}{4} d^2 k_s \\ = f_1 k_z b \delta k_z$$

Daraus folgt

$$b \delta = \frac{\pi k_s}{2 k_z} d^2 = \frac{2}{5} \pi d^2 = 1.25664 d^2 = \frac{P}{k_z} = 0.001 P$$

oder

$$d = \sqrt{\frac{2 k_z}{\pi k_s}} b \delta = \sqrt{\frac{5}{2 \pi}} b \delta = 0.89207 \sqrt{b \delta} = \sqrt{\frac{2 P}{\pi k_s}} = 0.04606 \sqrt{P}$$

Man macht $a = \delta$. Sonst ist alles übrige wie bei (I).

§ 4. Keile.

Die Neigung des Keiles macht man

$$\frac{h_1 - h_2}{l} = \frac{1}{20} \cdots \frac{1}{25} \text{ meistens}$$

$$= \frac{1}{8} \cdots \frac{1}{6}, \text{ wenn eine Lösung besonders verhindert}$$

werden soll.

Abb. 200.

Abb. 201.
Querschnitt zu 200.

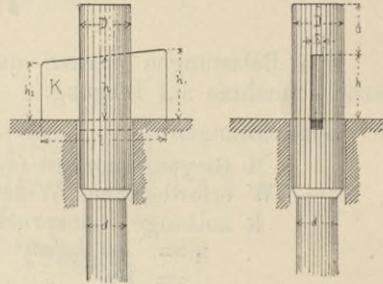
Ferner empfehlen sich

$$D = \frac{5}{4} d$$

$$\delta = \frac{D}{4}$$

$$h = \frac{5}{4} D = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

$$a = D.$$



III. Kapitel.

Träger.

Die Belastungen wirken quer zur Trägerachse und erzeugen eine Inanspruchnahme auf Biegung.

Bezeichnungen:

M Biegemoment (kgm) — ist zu berechnen.

W erforderliches Widerstandsmoment (cm^3).

k zulässige Inanspruchnahme bei Biegung (kg/cm^2) — gegeben.

$k = 80$ kg/cm^2 — Tanne, Fichte, Kiefer, Lärche

$= 100$ „ Eiche, Buche [selten]

$= 1000$ „ Schmiedeisen.

Für die statische Berechnung eines Trägers gilt die Grundgleichung

$$W = \frac{M}{k}$$

Es ist also eine Querschnittsfläche zu ermitteln, deren Gestalt und Größe so beschaffen sind, daß das ihnen zukommende Widerstandsmoment

$$\text{mindestens} = \frac{M}{k} \text{ ist.}$$

Während die Nutzlast bekannt ist, kennt man bei der Berechnung des Moments M das Eigengewicht g nicht. Man muß daher g schätzungsweise annehmen. Wenn dann die Abmessungen des Trägers festgestellt sind, so ist für sie das richtige Eigengewicht g' zu berechnen. Sollte dieses so gerechnete g' von dem angenommenen g wesentlich verschieden sein, so ist die Berechnung für das Eigengewicht g' zu wiederholen u. s. f., bis das den berechneten Abmessungen entsprechende dem angenommenen nahezu gleich kommt.

Stoßbelastung.

Bezeichnen

G das Gewicht des Trägers

l dessen Stützweite

J sein Trägheitsmoment

e den Abstand der gespanntesten Faser

k die zulässige Inanspruchnahme

Q das Gewicht des auffallenden Körpers

h die Fallhöhe

a die Entfernung der Auffallstelle vom Auflager

so ist erforderlich *) ein Trägheitsmoment

*) Zschetzsche: Berechnung dynamisch beanspruchter Tragkonstruktionen. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1894.

$$J = A + \sqrt{A^2 - B}$$

$$\text{wobei } A = \frac{e l}{8 k} \left[G + 2 Q \left(1 + 12 \mu \frac{E h e}{k l^2} \right) \right]$$

$$B = G (G + 4 Q) \left(\frac{e l}{8 k} \right)^2$$

$$\mu = \frac{1 + \lambda \frac{G}{Q}}{\left(1 + z \frac{G}{Q} \right)^2}$$

$$z = \frac{1}{8} \left(1 + \frac{1}{a} + \frac{1}{1-a} \right)$$

$$\lambda = \frac{1}{105} \left[1 - 2 \frac{1+a}{1-a} + 4 \frac{1}{a} \frac{1+a}{1-a} + 2 \left(\frac{1}{a} \frac{1}{1-a} \right)^2 \right]$$

§ 1. Hölzerne Träger.

1. Auflager.

Hölzerne Träger soll man nie unmittelbar auf das Mauerwerk legen, weil sie aus diesem Feuchtigkeit aufsaugen und dadurch faulen würden. Man legt deswegen unter die Trägerenden („Balkenköpfe“) etwa 2 cm starke Unterlagsbretter.*)

Wenn die Mauer einen Absatz hat und mehrere Träger nebeneinander auf diesem ruhen, so legt man sie auf einen 15/10 cm starken Schweller.*)

Sehr große Holzträger legt man auf wenigstens 30/30/30 cm große Unterlagsquadern aus hartem, festen Stein oder auf Unterlagsplatten aus 1 cm starken Eisenblech.

Damit die Trägerenden (Balkenköpfe) nicht unmittelbar an das Mauerwerk stoßen, weil sonst Feuchtigkeit in sie dringen würde, stellt man vor sie Brettstücke*), Dachziegel, Schieferplatten usw. Wenn mehrere Balken auf einem Mauerabsatz nebeneinander liegen, gibt man vor sie durchlaufende 1—2 cm starke Bretter, sogenannte Hirnladen.*)

Die im Mauerwerk steckenden Trägerenden umhüllt man mit Schutzkästchen aus 1...2 cm starken Brettern*) oder aus Zinkblech.

2. Einfache Balken.

Der Querschnitt ist gewöhnlich ein Rechteck.

h dessen Höhe (cm)

b „ Breite „

für größte Tragfähigkeit muß $\frac{b}{h} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.7$

„ „ Steifigkeit „ $\frac{b}{h} = \frac{4}{7}$

*) Aus Schwarzföhren-, besser aus Lärchen- oder Eichenholz.

$$\text{Aus } W = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{M}{k}$$

$$\text{folgt } h^2 = \frac{6 M}{b k}$$

$$\text{für } b = 0.7 h \text{ ist } h^3 = \frac{60 M}{7 k}$$

$$, \text{ b} = 0.7 h \text{ und } k = 80 \text{ kg/cm}^2 \text{ wird } h^3 = \frac{3}{28} M$$

h	h ²	h ³	h	h ²	h ³
1	1	1	21	441	9261
1.5	2.25	3.375	21.5	462.25	9938.375
2	4	8	22	484	10648
2.5	6.25	15.625	22.5	506.25	11390.625
3	9	27	23	529	12167
3.5	12.25	42.875	23.5	552.25	12977.875
4	16	64	24	576	13824
4.5	20.25	91.125	24.5	600.25	14706.125
5	25	125	25	625	15625
5.5	30.25	166.375	25.5	650.25	16581.375
6	36	216	26	676	17576
6.5	42.25	274.625	26.5	702.25	18609.625
7	49	343	27	729	19683
7.5	56.25	421.875	27.5	756.25	20796.875
8	64	512	28	784	21952
8.5	72.25	614.125	28.5	812.25	23149.125
9	81	729	29	841	24389
9.5	90.25	857.375	29.5	870.25	25672.375
10	100	1000	30	900	27000
10.5	110.25	1157.625	30.5	930.25	28372.625
11	121	1331	31	961	29791
11.5	132.25	1520.875	31.5	992.25	31255.875
12	144	1728	32	1024	32768
12.5	156.25	1953.125	32.5	1056.25	34328.125
13	169	2197	33	1089	35937
13.5	182.25	2460.375	33.5	1122.25	37595.375
14	196	2744	34	1156	39304
14.5	210.25	3048.625	34.5	1190.25	41063.625
15	225	3375	35	1225	42875
15.5	240.25	3723.875	35.5	1260.25	44738.875
16	256	4096	36	1296	46656
16.5	272.25	4492.125	36.5	1332.25	48627.125
17	289	4913	37	1369	50653
17.5	306.25	5359.375	37.5	1406.25	52734.375
18	324	5832	38	1444	54872
18.5	342.25	6331.625	38.5	1482.25	57066.625
19	361	6859	39	1521	59319
19.5	380.25	7414.875	39.5	1560.25	61629.875
20	400	8000	40	1600	64000
20.5	420.25	8615.125			

Kotierung.

Man schreibt neben den Balken:

also z. B. 14.26 „ 14 × 26 „ 14/26 „ 14/26
bei 14 cm Breite und 26 cm Höhe.

Bei Querschnitten ist das Maß zuerst zu schreiben, das die Breite der aufliegenden Fläche gibt; bei Grundrissen [Aufrißen] zuerst das Maß, das die Breite der Fläche darstellt, die als Ansicht erscheint, also b/h [h/b].

3. Zusammengesetzte Träger.

Wenn mehrere (n) Balken von der Breite b und der Höhe h lose aufeinander liegen, so ist das Widerstandsmoment

eines Balkens für sich
$$W_1 = \frac{1}{6} b h^2$$

der n lose übereinander liegenden Balken
$$W_n = n W_1 = \frac{n}{6} b h^2$$

eines Balkens von der Höhe $H = n h$
$$W' = \frac{1}{6} b H^2 = \frac{n^2}{6} b h^2 = n^2 W_1$$

Es ist daher
$$W_n = \frac{W'}{n}$$

n lose aufeinander liegende Balken zusammen haben demnach nur $\frac{1}{n}$ des Widerstandsmoments eines Balkens von derselben Höhe $H = n h$. Das kommt davon, daß bei der Biegung die Balken längs der Fugen, welche die aufeinander liegenden Flächen trennen, sich verschieben können. Um dies hintanzuhalten, schaltet man dort **Zähne** (Z, Abb. 202—206) oder **Doppel** (D, Abb. 207—211) ein und bekommt so die **verzahnten** und **verdoppelten** Träger.

Deren Widerstandsmoment W ist zwar $> W_n$, stets aber $< W'$.

Zusammengesetzte Träger werden heute nur selten verwendet, weil gewöhnlich eiserne Träger zweckmäßiger sind. Man benützt sie nur für provisorische und für ganz aus Holz hergestellte Bauten.

I. Verzahnte Träger.

- l Stützweite
 - H Höhe des ganzen Trägers
 - h größte Höhe eines Balkens
 - b Breite eines Balkens
 - a Länge der Zähne
 - δ Tiefe " "
- } alles in cm

$$H = n h - (n - 1) \delta = \frac{3n + 1}{4} h \dots \frac{7n + 1}{8} h$$

Am zweckmäßigsten macht

man

$$H = \frac{1}{12} \dots \frac{1}{15}$$

$$h \leq 30 \text{ cm}$$

$$a = 0.8h \dots 1.5h$$

$$\delta = 0.10 h \dots 0.14 h$$

Abb. 202.

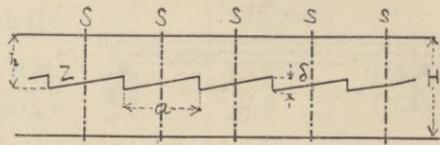


Abb. 203.

Trägermitte I. Art.
Für eine gerade Zahl von Zähnen.

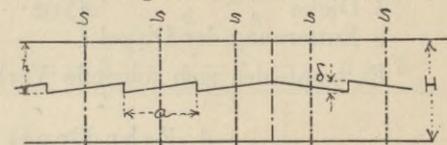


Abb. 204.

Trägermitte II. Art.
Für eine ungerade Zahl von Zähnen.

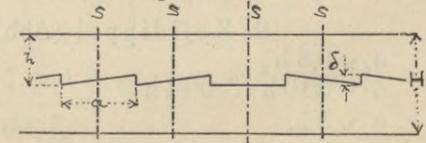


Abb. 205.

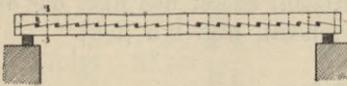
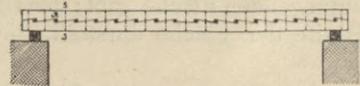


Abb. 206.



Den verzahnten Trägern gibt man eine Sprengung $s = \frac{l}{100} \dots \frac{l}{120}$,

d. h. die Trägermitte liegt um s höher als die Auflagerstellen.

Mängel der verzahnten Träger:

1. ungenaues Passen der Zähne, auch bei sorgfältiger Arbeit, wegen des Schwindens.
2. Ineinanderbeißen der Hölzer, da Hirnholz an Hirnholz stößt.
3. Verlust an Balkenhöhe: $H - n h = (n - 1) \delta$

Abhilfe gegen (1) und (2): man treibt zwischen die Zähne Keile aus hartem Holze, an jedem Stoße zwei Keile, einen von links und den anderen von rechts.

II. Verdoppelte Träger.

Sie sind besser als die verzahnten Träger; sie erleiden keinen Verlust an Höhe.

1. Zahndippel.

Abb. 207.

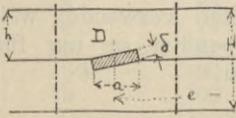
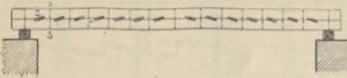


Abb. 210.



2. Keildippel.

Abb. 208.

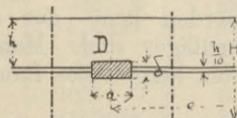


Abb. 209.

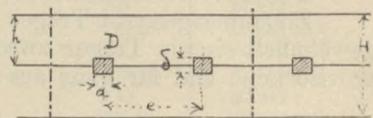
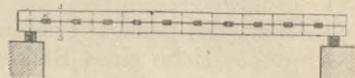


Abb. 211.



h	Höhe eines Balkens	} alles in <i>cm</i>
b	Breite " "	
a	Länge der Dippel	
delta	Dicke " "	
e	Entfernung der Dippel	

Es empfehlen sich folgende Verhältnisse:

1. Zahndippel (Abb. 207, 210).

$a \sim h$
 $\delta \sim 0.10 h \dots 0.14 h$
 $e \infty 2 h$

2. Keildippel (Abb. 208, 209 und 211).

$a \sim 0.8 h$
 $\delta \sim 0.10 h \dots 0.14 h$
 $e \sim 3 h.$

Zwischen den Balken ist, damit sie gut austrocknen können, ein freier Zwischenraum $= \frac{h}{10}$ zu lassen (Abb. 208).

Damit nicht beim Anziehen der Schraubenbolzen die Balken auf die Dippel gepreßt werden, legt man zwischen die Balken bei den Schraubenbolzen kleine Brettstücke, sogenannte Zwischenlagen.

III. Statische Berechnung.

- b Breite der Balken (cm) anzunehmen
- l Stützweite der Balken (m) gegeben
- M Bieugungsmoment (kgcm) zu berechnen
- Q Querkraft (Transversalkraft) (kg) " "
- D Druck auf die Zahn- oder Dippelfläche (kg) " "
- d Durchmesser der Schraubenbolzen — meistens = 0.1 b
- z deren Zahl/Zahnlänge, = 1
- n Zahl der übereinanderliegenden Balken.

Zulässige Inanspruchnahmen:

- $k_z = 1000 \text{ kg/cm}^2$ des Eisens auf Zug
- $k_d = 60$ " der Balken auf Druck
- $k_b = 80$ " " " bei Biegung
- $k_s = 10$ " " " auf Schub
- $k'_s = 30$ " " Dippel auf "

W ist nicht $= \frac{1}{6} b H^2$

sondern nur $= \frac{\zeta}{6} b H^2$

wobei $\zeta < 1$

Aus $W = \frac{M}{k_b} = \frac{\zeta}{6} b H^2$

folgt $H^2 = \frac{6M}{\zeta b k_b} = \frac{3M}{40 \zeta b}$

n	η
2	1.50
3	1.33

A. I. Art.

Träger	ζ		$H^2 = \frac{3M}{40 \zeta b}$		$\alpha = \frac{0.06 b H}{\eta}$	
	n=2	n=3	n=2	n=3	n=2	n=3
verzahnte	0.80	0.60	$\frac{3M}{32b}$	$\frac{M}{8b}$	$0.01\sqrt{1.5Mb}$	$0.005625\sqrt{Mb}$
verdoppelte	0.70	0.50	$\frac{3M}{28b}$	$0.15\frac{M}{b}$	$0.02\sqrt{\frac{3}{7}Mb}$	$0.0045\sqrt{15Mb}$

So berechnet man H, da M, ζ und b gegeben sind. Aus H ergibt sich $h = \frac{H}{n} \leq 30 \text{ cm}$. Nun wähle man δ :

am Auflager $\delta \sim 0.14 h$
 in $\frac{1}{4}$ der Stützweite $\sim 0.12 h$
 in der Mitte $\sim 0.10 h$

und berechne dann e aus

$$e = \frac{\delta k_d + \frac{\pi}{4} z \varphi \frac{d^2}{b} k_z}{1000 \gamma Q} b H = 0.06 b H \frac{\delta + 0.039270 b}{\gamma Q} = \frac{\alpha}{Q} (\delta + 0.039270 b)$$

Bei Normaldippeln muß $\frac{e b h}{\gamma Q} - \frac{\pi}{4} z \varphi \frac{d^2}{b} k_z \leq k_s$
 $e - b_1 \leq k_s$

Die Breite b_1 der Querdippel beträgt,

falls Zwischenlagen vorhanden sind $b_1 = \frac{\delta k_d}{k_s'} = 2 \delta$

„ „ nicht „ „ $b_1 = \frac{\delta k_d + \frac{\pi}{4} z \varphi \frac{d^2}{b} k_z}{k_s'} =$
 $= (2 \delta + 0.078540 z b)$

B.

II. Art.

$$H^2 = \frac{6 M}{b \left(k_b - \frac{\varepsilon}{\beta} D \right)}$$

Definitive Konstruktionen $k_b = 80 \text{ kg/cm}^2$
 Provisorische „ $k_b = 100 \dots 120 \text{ „}$

n	β	γ
2	4	$\frac{3}{4}$
3	3	$\frac{4}{9}$
4	$\frac{8}{3}$	—

Verzahnte Träger $\varepsilon = 2$

Verdoppelte „ $\varepsilon = 5$

Zahnlänge $a \left. \vphantom{\begin{matrix} a \\ e \end{matrix}} \right\} = \frac{h}{\gamma Q} (D b \delta + 200 z d^2) = \frac{h b}{\gamma Q} (D \delta + 2 b)$

Dippelentfernung $e \left. \vphantom{\begin{matrix} a \\ e \end{matrix}} \right\}$

4. Häng- und Sprengwerke.

Die Definition der Begriffe Hängwerk und Sprengwerk erfolgt auch in der besseren Literatur meistens in unrichtiger Weise. Es sind daher die auf S. 39 und 40 gegebenen „Kennzeichen“ wohl zu beachten.

l bezeichnet immer die Stützweite.

I. Hängwerke.

Kennzeichen: Bei bloß lotrechten Belastungen erleiden die Auflager der Hängwerke nur lotrechte Drücke. Denn die von den Streben (b, Abb. 213) übertragenen schiefen Drücke zerlegen sich am Auflager

a) in einen lotrechten Druck, der vom Auflager, und

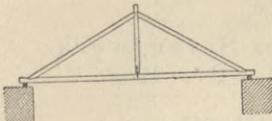
b) in einen wagrechten Zug, der vom Bundtram (a, Abb. 213) aufgenommen wird.

Die Hängwerke spielen eine sehr wichtige Rolle bei den hölzernen Dachstühlen.

A. Einfache Hängwerke.

1. Dreieck-Hängwerk
mit 1 Hängsäule
falls $l < 9 m$

Abb. 212.



2. Trapez-Hängwerk
2 a. mit 2 Hängsäulen
falls $l = 9 \dots 12 m$

Abb. 213.

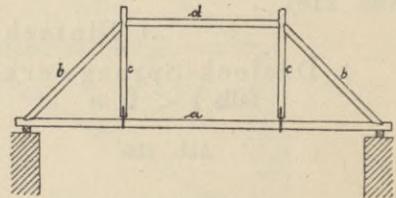


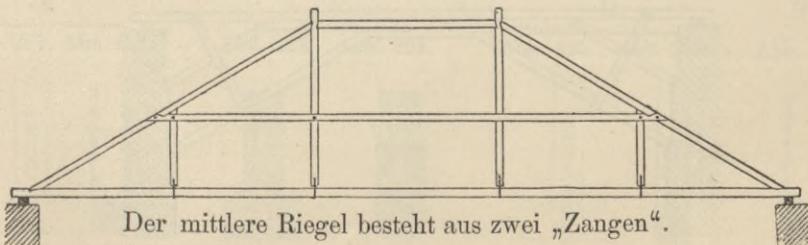
Abb. 213: Die Entfernung der Säule vom Auflager = $0.3 l$

„ „ „ beiden Säulen = $0.4 l$

Der Winkel zwischen Strebe und Bundtram soll $\geq 30^\circ$ sein, er ist am besten = 45° .

- 2 b. Trapez-Hängwerk mit 4 Hängsäulen.
falls $l > 12 m$

Abb. 214.



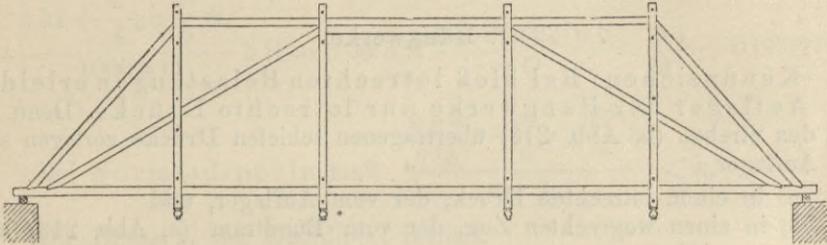
Der mittlere Riegel besteht aus zwei „Zangen“.

B. Mehrfache Hängwerke.

Für sehr große Stützweiten oder schwere Lasten.

Doppeltes Trapez-Hängwerk.

Abb. 215.



Die Säulen sind aus je zwei miteinander verschraubten „Zangen“ zusammengesetzt.

II. Sprengwerke.

Kennzeichen: Die Widerlager der Sprengwerke erleiden schiefe Drücke.

Die Sprengwerke werden seltener verwendet, da die Seitenschübe Unannehmlichkeiten bereiten.

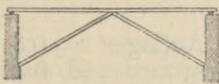
Die freien Längen der Streben pflegt man, wo sie sehr groß sind, wegen der Inanspruchnahme auf Knickung durch Zangen zu verkürzen (Abb. 218).

A. Einfache Sprengwerke.

1. Dreieck-Sprengwerk.

falls $l < 9 m$

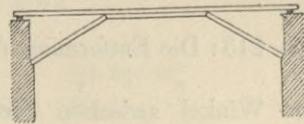
Abb. 216.



2. Trapez-Sprengwerk.

falls $l = 9 \dots 12 m$

Abb. 217.

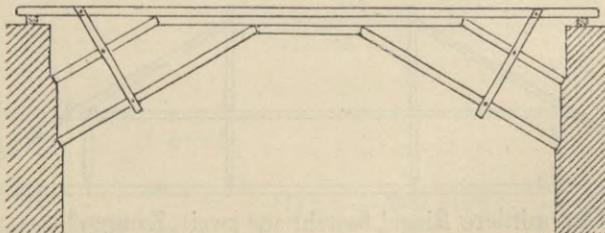


B. Mehrfache Sprengwerke.

Für große Stützweiten oder schwere Lasten.

Doppeltes Trapez-Sprengwerk.

Abb. 218.

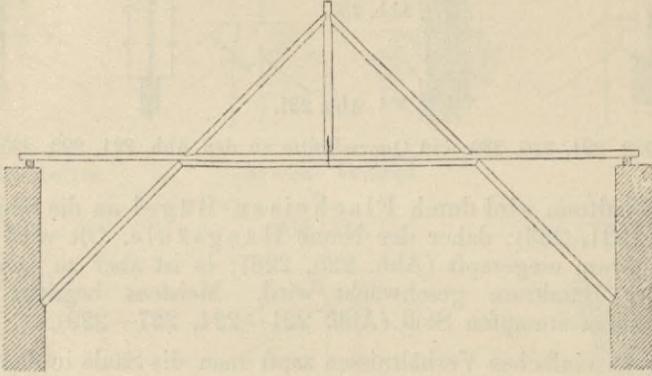


III. Häng- und Sprengwerke.

Das sind Vereinigungen von Hängwerken mit Sprengwerken.

a) Dreieck-Hängwerk und Trapez-Sprengwerk.

Abb. 219.



b) Trapez-Hängwerk und Dreieck-Sprengwerk.

Abb. 220.

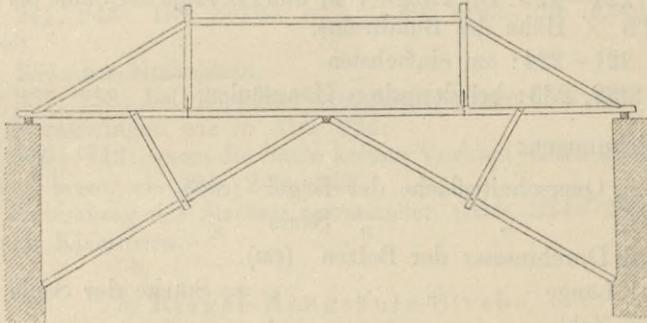


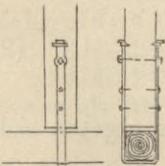
Abb. 212—220 aus Friedel, Baukonstruktionslehre.

IV. Holzverbindungen.

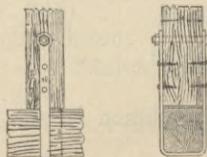
A. Bei den Hängwerken.

1. Bundtram-Hängsäule.

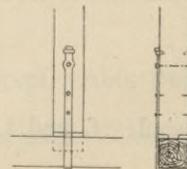
I a.
Abb. 221. Abb. 222.



I b.
Abb. 223. Abb. 224.



I c.
Abb. 225. Abb. 226.



II a.
Abb. 227.



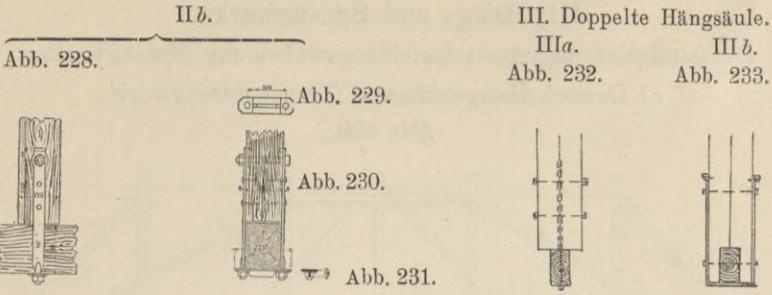


Abb. 222, 224, 226, 230 sind Querschnitte zu den Abb. 221, 223, 225, 228.

Der Bundtram wird durch Flacheisen-Bügel an die Säule gehängt (Abb. 221—231, 233); daher der Name Hängsäule. Oft wird die Säule in den Bundtram eingezapft (Abb. 225, 226); es ist aber zu beachten, daß dadurch der Bundtram geschwächt wird. Meistens begnügt man sich daher mit einem stumpfen Stoß (Abb. 221—224, 227—229).

Bei ganz einfachen Verhältnissen zapft man die Säule in den Bundtram ein und verbindet beide durch Klammern.

Die Flacheisen der Bügel sind 40/10 mm stark, die Schraubenbolzen 10 mm dick.

Abb. 221—229: Die Länge vom unteren Ende der Säule bis zur Bolzenachse = 2.5 × Höhe des Bundtrams.

Abb. 221—224: am einfachsten.

Abb. 232, 233: bei doppelten Hängsäulen.

Bezeichnungen:

- f_b Querschnittsfläche der Bügel (cm^2)
- f_s " " Säule "
- d Durchmesser der Bolzen (cm)
- l Länge " " " = Stärke der Säule
- n Zahl " "
- $k_z = 80 \text{ kg/cm}^2$ Zugfestigkeit des Holzes
- $k_{ez} = 1000$ " " " Eisens
- $k_d = 60$ " Druckfestigkeit des Holzes

Aus $(f_b - \frac{\pi}{4} d^2) k_{ez} = f_s k_z$

folgt $f_b \leq 0.08 f_s + \frac{\pi}{4} d^2 \dots \dots \dots (1)$

Aus $n d l k_d = f_s k_z$

folgt $n = \frac{4}{3} \frac{f_s}{l d} \dots \dots \dots (2)$

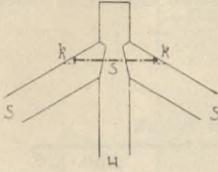
Gegeben sind: f_s und l . Anzunehmen ist d . Daraus ergeben sich f_b und n .

2. Streben-Hängsäule.

a) mit Vorkopf.

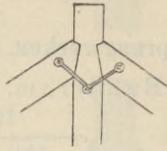
I.

Abb. 234.



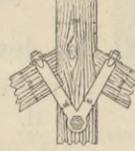
II a.

Abb. 235.



II b.

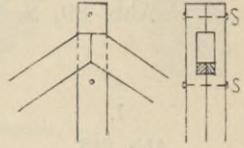
Abb. 236.



III. doppelte Hängsäule.

Abb. 237.

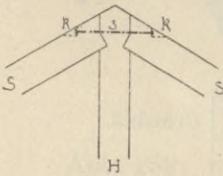
Abb. 238.



S Schraubenbolzen.

IV.

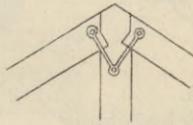
Abb. 239.



b) ohne Vorkopf.

V.

Abb. 240.



VI. mit Schuh.

Abb. 241.

Abb. 242.

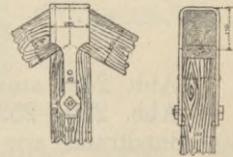


Abb. 238, 242 sind Querschnitte zu den Abb. 237, 241.

Abb. 241, 242: Der Schuh ist 150 mm breit, die Flacheisen sind 50 mm breit.

Abb. 234: am einfachsten.

Abb. 237, 238: bei doppelter Hängsäule; ginge aber auch und sogar besser mit Versatzungen wie in Abb. 234.

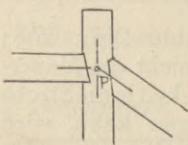
Abb. 239—242: wenn die Säule keinen Vorkopf haben kann. Abb. 239 einfacher und besser als Abb. 240—242.

Zur Verbindung der Streben miteinander (Abb. 234—236, 239, 240) genügen auch Klammern.

3. Riegel-Hängsäule-Strebe.

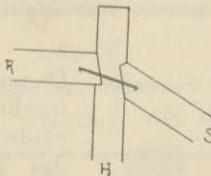
I. mit Vorkopf.

Abb. 243.



II. ohne Vorkopf.

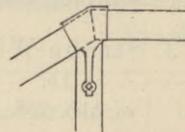
Abb. 244.



III. mit Schuh.

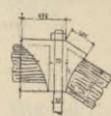
III a.

Abb. 245.



III b.

Abb. 247.



Die Achsen der drei Balken müssen sich in einem Punkte schneiden (P, Abb. 243).

Abb. 244: am einfachsten.

Abb. 245—247: für Säulen ohne Vorkopf. Abb. 245 einfacher und besser als Abb. 246, 247.

Es genügt, die Strebe mit dem Riegel auf beiden Seiten durch Klammern zu verbinden [244].

4. Strebe-Bundtram.

Die Streben verbindet man mit dem Bundtram durch

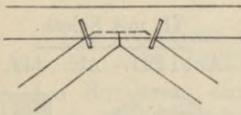
- eine Versatzung mit Klammern oder einem Bolzen (Abb. 62, S. 9) — fester als (b)
- einen Zapfen mit Holznagel und Klammern. (Abb. 50, S. 8 oder Abb. 89, S. 11).

B. Bei den Sprengwerken.

1. Streben-Bundtram.

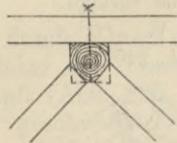
I.

Abb. 248.



II.

Abb. 249.



III. mit Schuh.

Abb. 250.

Abb. 252.

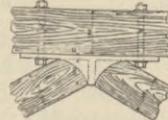
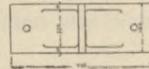


Abb. 251.



Grundriß.

Abb. 248: am einfachsten.

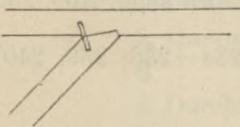
Abb. 250—252: ohne Schwächung des Bundtrams wie bei Abb. 248, aber komplizierter und teurer.

Abb. 249: wenn mehrere Sprengwerke nebeneinander liegen. Der Schweller gibt gleich einem Querverband.

2. Strebe-Bundtram-Riegel.

I.

Abb. 253.



II.

Abb. 254.



III. mit Schuh.

Abb. 255.

Abb. 256.

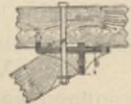
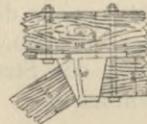


Abb. 255, 256: Die Länge der horizontalen Platte = 350 mm, die Plattenstärke = 20 mm, die Bolzenstärke = 20 mm.

Abb. 253: am einfachsten.

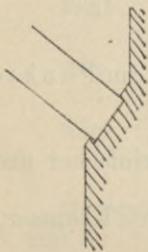
Abb. 254—256: ohne Schwächung des Bundtrams wie bei Abb. 253.

Abb. 254—256: Bundtram und Riegel werden verschraubt, auch verdoppelt.

3. Strebe-Widerlager.

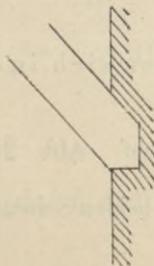
Ia.

Abb. 257.



Ib.

Abb. 258.



II. mit Schwellen.

Abb. 259.

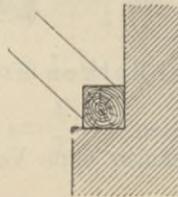


Abb. 257, 258: Damit nicht die Mauerfeuchtigkeit in die Strebe eindringen kann, wird das Strebenende (der Strebenfuß) mit einem Schutzkästchen aus Schwarzföhren-, besser aber aus Lärchen- oder Eichenholz oder aus Zinkblech umhüllt und mit Karbolineum bestrichen, oder man macht einen gußeisernen Schuh (Abb. 261—264, 266).

Strebenfüße mit gußeisernen Schrauben.

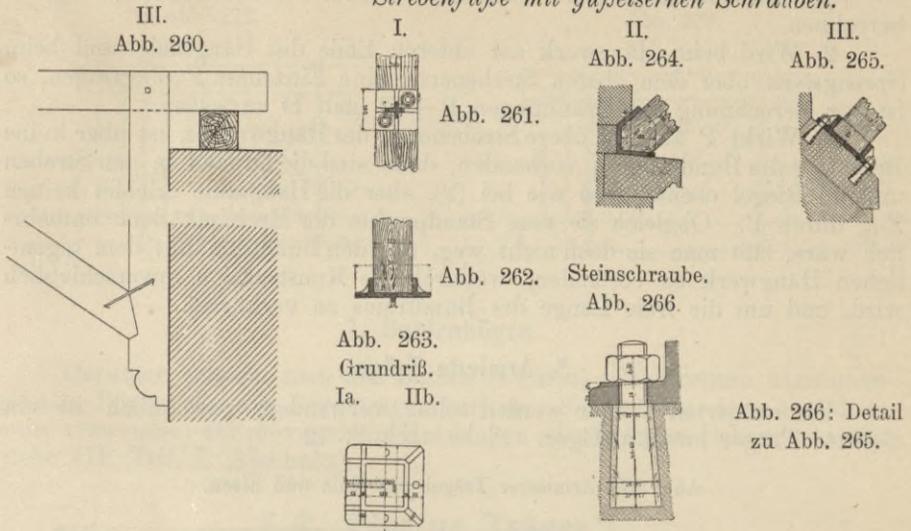


Abb. 259: wenn mehrere Sprengwerke nebeneinander liegen. Der Schweller ist aber gegen Verschieben gut zu verankern.

Zu Abb. 261–266: Die Dicke des Schuhs = 20 mm, die Höhe der Rippen = 60 mm. Der Schuh wird am Mauerwerk mit vier Stein-schrauben (Abb. 265) befestigt.

V. Statische Berechnung.

1. Der Bundtram ist wie ein durchlaufender Träger zu berechnen. Wo er bei den Hängwerken an den Hängsäulen hängt und bei den Sprengwerken auf den Streben liegt, entsteht ein Stützdruck D. Bei den Hängwerken erzeugt D in der Hängsäule einen gleichgroßen Zug Z.

$$\text{Der Nutzquerschnitt der Hängsäule ist: } a \times b = \frac{D}{k_z} = \frac{D}{80}$$

Der Zug Z überträgt sich beim Dreieck-Hängwerk oben auf die Streben, beim Trapez-Hängwerk auf die Strebe und den Riegel.

l Stützweite (m) — q gleichmäßig verteilte Belastung des Bundtrams (kg/m) — M Moment (kgcm) — α Neigung der Strebe gegen den Bundtram.

Falls die Hängsäulen die Stützweite l in gleiche Teile teilen:

Hängwerk oder Sprengwerk	max M im Bundtram (kgcm)	D (kg)	Druck	
			in der Strebe	im Riegel
dreieckiges (Abb. 212, 113)	$\frac{1}{32} ql^2$ ¹⁾	$\frac{5}{8} ql$ ¹⁾	$\frac{D}{2 \sin \alpha}$	D cotg α
	$\frac{1}{40} ql^2$ ²⁾	0.57 ql ²⁾		
trapezförmiges (Abb. 216, 217)	0.01 ql ²	0.3 ql	$\frac{D}{\sin \alpha}$	

¹⁾ rechnerisch, ²⁾ tatsächlich, infolge elastischer Einsenkung.

Streben und Riegel sind nach den Formeln auf den Seiten 76—81 zu berechnen.

2. Wird beim Hängwerk am unteren Ende der Hängsäule und beim Sprengwerk über dem oberen Strebenende eine Einzellast P übertragen, so ist zur Berechnung der Spannungen $P + D$ statt D zu setzen.

3. Wirkt P auf das obere Strebenende des Hängwerkes, ist aber keine Belastung des Bundtrams q vorhanden, dann sind die Drücke in den Streben und im Riegel ebenso groß wie bei (2), aber die Hängsäule erleidet keinen Zug durch P . Obgleich sie vom Standpunkte der Mechanik dann entbehrlich wäre, läßt man sie doch nicht weg, um den Bundtram mit dem eigentlichen Hängwerk zu verbinden, wodurch die Konstruktion unverschieblich wird, und um die freie Länge des Bundtrams zu verkürzen.

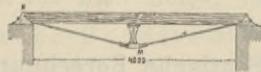
5. Armierte Träger.

Die armierten Träger werden selten verwendet; gewöhnlich ist ein eiserner Träger zweckmäßiger. Siehe auch S. 72.

Abb. 267. Armierter Träger aus Holz und Eisen.



Abb. 268.



Holz balken — Schmiedeeisen-Zugstangen — Gußeiserne Säule.

Abb. 269—271: Details zu Abb. 268.

Abb. 269.
Anflager.



Gußeiserne Säule.
Abb. 270.
Vorderansicht.

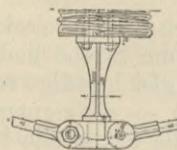


Abb. 271.
Seitenansicht.



6. Gitterträger.

Sie werden ausgestaltet nach den Systemen Long (Abb. 307), Town* (Abb. 308) oder Howe** (Abb. 309) — (siehe S. 73).

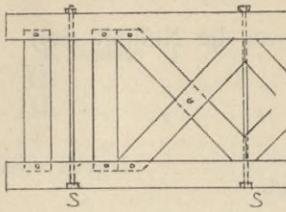
Hölzerne Gitterträger macht man heute selten; nur dann, wenn beim Bau bloß Holz verwendet werden soll. Sonst ersetzt man sie zweckmäßiger durch eiserne Träger.

Meistens werden nur die auf Druck beanspruchten Stäbe und die beiden Gurten aus Holz hergestellt; die auf Zug beanspruchten aber aus Rundeisen (Abb. 272 und 273).

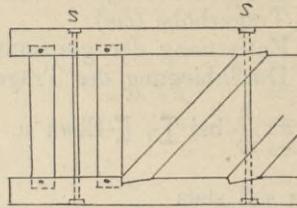
*) Sprich: Taun (engl.)

**) " Hau "

Howe'scher Träger.
Abb. 272.



Long'scher Träger.
Abb. 273.



7. Bohlenbögen.

Darunter versteht man aus Bohlen (Pfosten) oder Brettern zusammengesetzte Bögen, die wie Bogenträger wirken. Sie werden nur ausnahmsweise verwendet: für provisorische Holzbauten oder hölzerne Hallendachstühle (siehe III. Teil, I. Abschnitt).

§ 2. Eiserne Träger*).

1.

Bezeichnungen:

- l_1 Lichtweite = Entfernung der Widerlagerkanten (Abb. 274)
 l Stützweite = " " Auflagerstellen " "
 L Trägerlänge " " " "
 a erforderliche Länge des Auflagers " "
- $$L = l_1 + a_1 + a_2$$

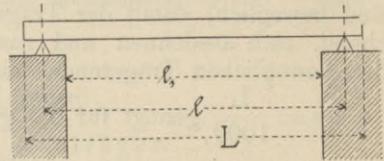
Man soll machen:

$$l = 1.02 l_1 + 20 \text{ cm, falls } l_1 > 6 \text{ m}$$

$$= 1.04 l_1 + 10 \text{ " " } l_1 \leq 6 \text{ "}$$

$$= l_1 + 30 \text{ cm}$$

Abb. 274.



2.

- W_1 Widerstandsmoment des Trägers (cm^3)
 W zufolge der statischen Berechnung erforderliches Widerstandsmoment (cm^3)
 M größtes Biegemoment (kgcm)
 $k = 1000 \text{ kg/cm}^2$ zulässige Inanspruchnahme

$$W = \frac{M}{k}$$

$W - W_1$ darf höchstens $= 1 \text{ cm}^3$ sein.

*) Literatur:

- Foerster: Die Eisenkonstruktionen der Ingenieur-Hochbauten.
 Lauenstein: Die Eisenkonstruktionen des einfachen Hochbaues.
 Scharowsky: Musterbuch für Eisenkonstruktionen.
 Breymann: Allgemeine Baukonstruktionslehre III. Teil.

3.

$E = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$ Elastizitätsmodul für Schweiß Eisen

h Trägerhöhe (cm)

e Entfernung der gespanntesten Faser von der Nulllinie (cm)

f Durchbiegung des Trägers (cm)

$e = \frac{h}{2}$ bei I -, L -Eisen u. dgl.

Es soll stets $f \leq \frac{1}{600}$ sein.

Für einen an beiden Enden frei aufliegenden gleichmäßig belasteten Träger ist

$$f = \frac{5}{48} \frac{k l^2}{E e} = \frac{l^2}{9600 h}$$

Für $f = \frac{1}{600}$ ergibt sich

$$h = \frac{l}{16}$$

Die Belastungsverhältnisse sind demnach dann am günstigsten, wenn $h = \frac{l}{16}$ wird.

A. Lager.

Die eisernen Träger legt man nie unmittelbar auf das Mauerwerk, ausgenommen bei Quaderbau, sondern gibt ihnen als Unterlage ein Lager. Der Teil des Mauerwerkes, auf dem sie liegen, heißt Auflager oder Widerlager.

Bei den festen Lagern kann sich das Trägerende nicht bewegen. Die beweglichen Lager gestatten Verschiebungen in der Richtung der Längsachse des Trägers. Gewöhnlich ist nur ein Lager fest; die anderen sind beweglich, damit der Träger, den Temperaturschwankungen entsprechend, sich ausdehnen und zusammenziehen kann. Deswegen muß vor den beweglichen Trägerenden ein freier Spielraum s gelassen werden.

$s = \frac{L}{1000}$ genügt für die gewöhnlichen Temperaturschwankungen.

Größe des Lagers.

A Auflagerdruck (kg)

l Länge des Lagers (cm)

b Breite " " "

b_1 " " aufliegenden Trägerteiles, Flanschbreite (cm)

Die zulässigen Inanspruchnahmen auf Druck (kg/cm^2) sind:

k_a die der Unterlage des Lagers

k_a' " " " " Trägers, also des Lagers

Es ist demnach

$$a = \frac{A}{b_1 k_a'}$$

$$b = \frac{A}{a k_a}$$

$$= b_1 \frac{k_a'}{k_a}$$

		<i>kg/cm²</i>
Schmiedeeisen (eiserne Lagerplatten)	k'_d	= 1000
Gußeisen		= 600
Quadern I. Klasse *)	k_d	= 100
" II. " "		= 70
" III. " "		= 50
" IV. " "		= 35
gewöhnliche Ziegel	W	= 5
" "	R	= 7.5
" "	P	= 10
$\frac{1}{3}$ Ziegel + $\frac{2}{3}$ Bruchsteine	W	= 4
" "	R	= 5
" "	P	= 8
Bruchsteine	W	= 4
" "	R	= 5
lagerhafte Bruchsteine	P	= 8
zugerichtete feste Bruchsteine	P	= 10
geschlemmte Ziegel	P	= 12
Pfeilerziegel	P	= 12
Klinker	P	= 20
Beton		
250 <i>kg</i> R	(1 : 5)	= 5
500 " P	(1 : 3)	= 8
325 " " { auf 1 m ³ Sand +	(1 : 5)	= 12
225 " " { Schotter	(1 : 8)	= 8
175 " " }	(1 : 10)	= 6

W = Weißkalkmörtel, R = Romazementmörtel, P = Portlandzementmörtel.

Man soll die Auflagerlänge A des Trägers nicht zu klein machen, damit nicht der Auflagerdruck auf die Kante konzentriert wird, welche dadurch leicht abbröckeln könnte.

I. Gewöhnliche Lager.

Für die gewöhnlichen Bauträger.

In der Regel macht man, wenn h die Trägerhöhe bezeichnet, die Lagerlänge [empirisch]

$$a = h \dots 2h$$

bei den hohen Profilen = h , bei den niederen = $2h$.

Sicherer aber ist es, a zu berechnen, was gleich bei der Berechnung des Trägers zu geschehen hat.

1. Schmiedeeiserne Lagerplatten (Abb. 275).

Am zweckmäßigsten sind Lagerplatten aus 10—12 (höchstens 13) *mm* starkem Eisenblech (Kesselblech). Gewöhnlich verwendet man quadratische Platten. Deren Seitenlängen betragen mindestens 15 *cm*, stufen sich um 5 *cm* ab (15, 20, 25, 30, 35...) und sind aus dem Auflagerdruck Λ (*kg*)

*) Siehe S. 151.

und der zulässigen Inanspruchnahme der Unterlage auf Druck k_d (kg/cm^2) zu berechnen

$$a^2 = \frac{A}{k_d}$$

Wenn die eiserne Lagerplatte nicht unmittelbar auf eine Steinschar zu liegen kommt, gibt man zwischen sie und diese Zementmörtel.

a	a ²
15	225
20	400
25	625
30	900
35	1225
40	1600
45	2025
50	2500

Die Platten werden nach Gewicht verrechnet, sind daher bei der Lieferung nachzuwägen.

Aus
$$W = \frac{M}{k} = \frac{100}{8} \frac{q l^2}{k}$$

und

$$a^2 k_d = \frac{q l}{2}$$

folgt

$$a^2 = 0.04 \frac{W k}{l k_d}$$

und für $k = 1000 \text{ kg/cm}^2$

$$a^2 = \frac{40 W}{l k_d}$$

Bei Ziegelmauerwerk, für $k'_d = 5 \text{ kg/cm}^2$, ist

$$a^2 = \frac{8 W}{l}$$

2. Auflagersteine.

Auflagerquadern (Abb. 276).

Man verwendet auch Auflagersteine: harte, feste Steine (Kalk, Sandstein, Granit u. dgl.) von 30 cm Länge, 30 cm Breite und etwa 30 cm Höhe.

3. Unterlagsträger.

I. Wenn mehrere Träger nebeneinander liegen, so legt man oft unter deren Enden zweckmäßiger als Lagerplatten und Auflagerquadern längs der Mauerkante einen kleinen I-Träger. Gewöhnlich genügt Profil Nr. 8 oder 10 (Abb. 277).

II. Außerdem werden Unterlagsträger verwendet:

1. wenn gleich unter dem Trägerende eine Maueröffnung (Fenster, Tür u. dgl.) sich befindet, so daß der Auflagerdruck des eigentlichen Trägers (Hauptträgers) von dem Unterlagsträger aufgefangen wird. Dann liegt der Hauptträger unmittelbar auf dem Unterlagsträger (Abb. 278, 280) oder etwas

Abb. 275.

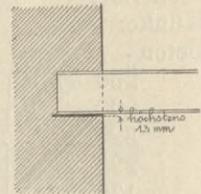
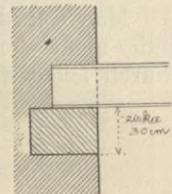


Abb. 276.



über diesem (Abb. 279). Der Zwischenraum zwischen beiden Trägern wird ausgemauert und unter das Ende des Hauptträgers legt man eine eiserne Lagerplatte (Abb. 279). Sollte aber die Oberkante der Öffnung mit der Unterkante des Hauptträgers zusammenfallen, oder nur ein wenig tiefer liegen, so werden beide Träger „verflanscht“, d. h. mittels Winkellaschen und Schraubenbolzen verbunden (Abb. 280).

Abb. 277.

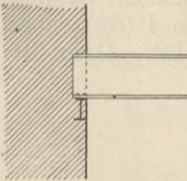


Abb. 278.

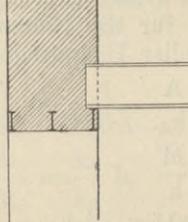


Abb. 279.

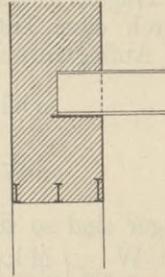


Abb. 280.

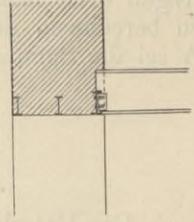


Abb. 281.

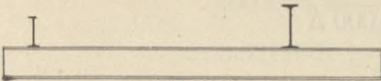
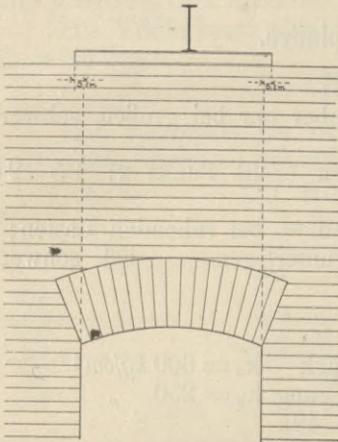


Abb. 282.



2. wenn der Auflagerdruck des Trägers auf eine größere Strecke verteilt werden soll,

a) damit das Mauerwerk nicht überlastet wird, also zur Druckverteilung (Abb. 281);

b) falls in einiger, wenn auch größerer Entfernung unter dem Trägerende eine Maueröffnung liegt, über der man noch einen Sturzbogen machen kann. Dann ist ein Unterlagsträger Profil-Nr. 8 oder 10 zu verwenden, dessen Länge etwa 30 cm größer ist als die Lichtweite der Öffnung (Abb. 282).

Berechnung der Unterlagsträger.

1. Fall.

Der Auflagerdruck A eines Trägers T werde auf das Auflagermauerwerk durch n quer zu T, nebeneinander, mit ihren

Mitten unter T liegende Unterlagsträger von den Flanschenbreiten b (cm), den Längen l (cm) und den Widerstandsmomenten W (cm³) übertragen.

k_a Druckfestigkeit des Mauerwerkes (siehe S. 49)

k = 1000 kg/cm² zulässige Inanspruchnahme des Trägers auf Biegung.

$$n b l = \frac{A}{k_a} \dots \dots \dots (1)$$

$$n W = \frac{A l}{4 k} \dots \dots \dots (2)$$

Nachdem man das Profil der Unterlagsträger gewählt hat, wodurch sich b und W ergeben, ergeben sich aus (1) und (2)

$$n = \frac{A}{2 \sqrt{b W k k_d}} = \frac{0.015816 A}{\sqrt{b W k_d}}$$

$$l = 2 \sqrt{\frac{W k}{b k_d}} = 20 \sqrt{\frac{10 W}{b k_d}} = 63.246 \sqrt{\frac{W}{b k_d}}$$

II. Fall.

Liegt der Träger T seitlich von den Mitten der Unterlagsträger, oder tragen diese mehrere Träger, so ist das größte Biegemoment M ($kgcm$) zu berechnen, das durch diese Träger für die Stützweite l (cm) entsteht. A sei die Summe der Auflagerdrücke aller Hauptträger (kg). Dann ist

$$n b l = \frac{A}{k_d}$$

$$n W = \frac{M}{k}$$

Die Unterlagsträger sind so zu wählen, daß

$$\frac{W}{b} = \left(\frac{M k_d}{A k} \right) l = \frac{M l k_d}{1000 A}$$

Dann ergibt sich

$$n = \frac{M}{W k} = \frac{M}{1000 W}$$

4. Gußeiserne Lagerplatten.

Plattenlager.

Sie empfehlen sich erst, falls $l \geq 10 m$, aber nur bei großen, schweren Trägern.

Man muß sie mittels Keilen auf Quadern (siehe Punkt 2) $1.5-2 cm$ hohl verlegen und dann

- mit Portlandzementmörtel untergießen — bei ruhenden Lasten;
- mit $6 mm$ dicken Bleiplatten unterlegen — bei schweren Lasten, oder wenn Stöße auftreten.

Zulässige Belastung

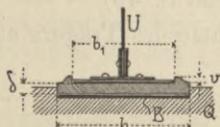
der gußeisernen Lagerplatte für Druck $k_d = 600 kg/cm^2$

„ „ „ „ Biegung $k_b = 250$ „

des Unterlagsquaders k'_d (siehe S. 49).

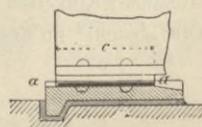
Festes Plattenlager.

Abb. 283.
Querschnitt.



B Bleiplatte oder Zementschichte.
U Untergurt.
Q Unterlagsquader.

Abb. 284.
Längsschnitt.*)



Die Feststellung erfolgt durch vorstehende Nietköpfe, welche in Vertiefungen der Lagerplatte eingreifen.

*) Foerster: Die Eisenkonstruktionen.

b_1 Breite des Unterflansches }
 h Trägerhöhe }
 b Plattenbreite } alles in *cm*
 a „ länge }
 δ „ stärke }
 v Kantenvorsprung }

Man mache

$$a = \frac{h}{2} + 100 \text{ mm}$$

$$v = 10 \dots 20 \text{ mm}$$

Weiters sind

$$b_1 = \frac{A}{a k_d} = \frac{A}{600 a}$$

$$b = \frac{A}{a k_d} = \frac{k_d}{k_d'} b_1$$

$$\delta^2 = \frac{3 A^3}{400 a^3 k_b k_d^2}$$

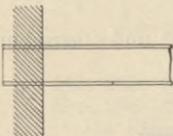
$$= 0.0211667 \left(\frac{A}{a} \right)^3 \quad A \text{ in t eingesetzt.}$$

Um die Platten gegen Verschiebungen zu sichern, gibt man ihnen Rippen oder Zapfen, mit denen sie in die Quadern eingreifen, auf denen sie liegen. Die Vorderkante der Lagerplatte ist 5...12 *cm* hinter die Mauer- kante zu legen.

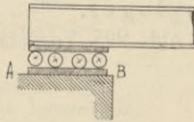
II. Große Lager.

Man verwendet sie nur für sehr lange und sehr schwere Träger, z. B. große eiserne Dachstühle.

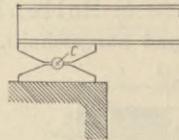
1. Ein-
spannung.
Abb. 235.



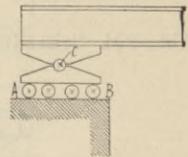
2a. Rollen-
lager.
Abb. 286.



2b. Kipplager.
Abb. 287.



3. Rollen-
kipplager.
Abb. 288.



Art der Lagerung	Vom Auflagerdruck sind unbekannt			Zahl der Auflager- unbekannt
	Größe	Richtung	Angriffs- punkt	
1. Einspannung	1	1	1	3
2a Rollenlager	1	1 ¹⁾	1	2
2b Kipplager	1	1	2 ²⁾	2
3. Rollenkipplager: Vereinigun- gen von (2a) und (2b) . .	1	1 ¹⁾	2 ²⁾	1

1) normal zur Unterlage AB. 2) Drehpunkt C.

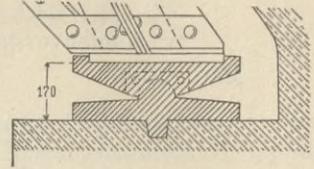
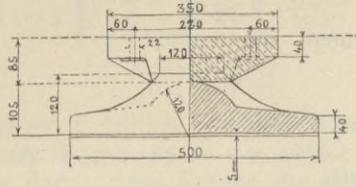
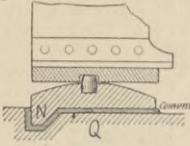
a) Kipplager.

Tangentalkipplager [289, 290].*)

Abb. 289.

Abb. 290.

Abb. 291.**)



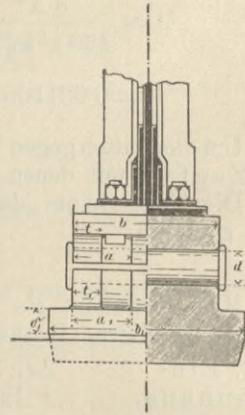
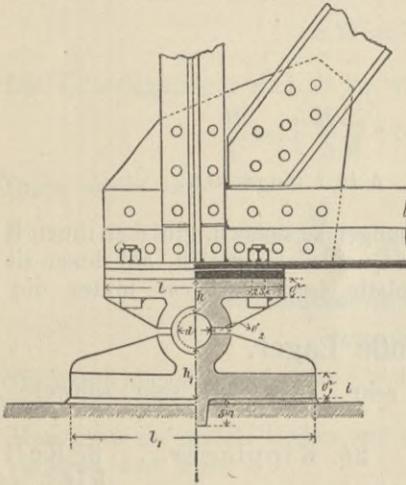
N Nase.

Q Unterlagsquader.

In Abb. 289 erfolgt die Feststellung durch einen 3 bis 5 cm starken Dorn.

Abb. 292. Seitenansicht u. Längsschnitt.***)

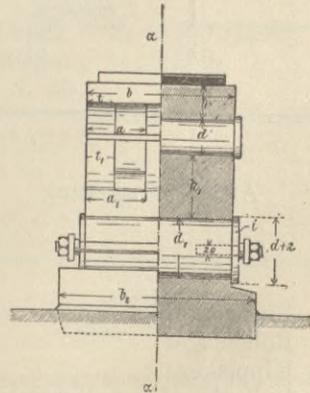
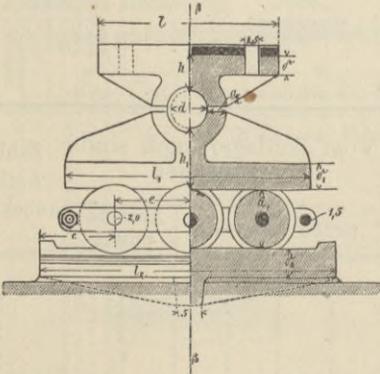
Abb. 293. Vorderansicht u. Querschnitt.



b) Rollenkipplager.***)

Abb. 294. Seitenansicht und Längsschnitt.

Abb. 295. Vorderansicht und Querschnitt.



*) Foerster: Die Eisenkonstruktionen.

**) Durm: Erbgroßherzogliches Palais in Karlsruhe.

***) Breyman: Baukonstruktionslehre III. Teil.

B. Träger.

Oft ist die Frage zu beantworten, ob man einen oder mehrere gewalzte Träger oder einen genieteten, einen Kastenträger, einen Gitterträger u. dgl. verwenden soll. Man muß dann für jede dieser Trägerarten die Kosten veranschlagen und die billigste ist auszuführen.

I. Gewalzte Träger.*)

a) Einfache Träger.

1. Doppel-T-Träger (I-Eisen).

Sie sind von den Walzeisenprofilen die zweckmäßigsten.

Die Kotierung erfolgt durch Eintragung der Profil-Nr., d. i. der n *cm* ausgedrückten Trägerhöhe.

Die hohen Profile soll man vermeiden, denn sie haben leicht Walzfehler.

Wenn an den Träger Schließeneisen anschließen, so sind 16 und 32 *cm* vom Trägerende zwei Löcher für die Schrauben des Schließeneisens zu bohren. Solche Träger heißen „normal gelocht“ — einseitig oder beiderseits.

Gelenkträger.

Sehr lange, auf mehreren Stützen ruhende Träger gestaltet man als (Gerber'sche) Gelenkträger aus (Abb. 296—298).

Abb. 296.

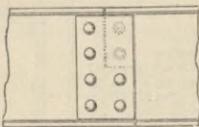


Abb. 297.

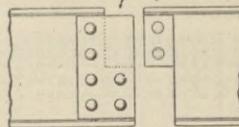
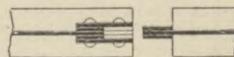


Abb. 298: Grundriß zu 297.
Abb. 296—298 aus Lauenstein,
Die Eisenkonstruktionen.

Abb. 298.



2. C-Eisen (U-Eisen).

Sie werden seltener verwendet als die Doppel-T-Eisen, namentlich wenn der eine Flansch im Wege steht.

Die Kotierung erfolgt durch Angabe der Profil-Nr., d. i. der in *cm* ausgedrückten Trägerhöhe.

Die „normale“ Lochung wird wie bei den I-Eisen vorgenommen, also 16 und 32 *cm* vom Trägerende.

*) Siehe auch: Daub, Vereinfachte Ermittlung der gewalzten Träger. Wien, Deuticke.

Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines über T-Eisen.

Profil-Nr.	Trägerhöhe (mm)	Dicke		Querschnittsfläche (cm ²)	Trägheitsmoment (cm ⁴)				Gewicht (kg/m)
		Breite des Flansches (mm)	des Steges (mm)		für eine Biegung in der Richtung des				
					Steges	Flansches	Steges	Flansches	
6*)	60	44	5.5	6.8	40.0	7.83	13.3	3.56	5.3
8	80	52	6	8.96	96.1	14.10	24.0	5.42	7.0
9*)	90	46	6.3	9.03	118.0	8.76	26.2	3.81	7.1
10	100	60	7	12.27	205.8	25.27	41.2	8.42	9.6
11*)	110	54	7.2	12.36	241.0	16.2	43.8	5.99	9.6
12	120	68	8	16.08	388.65	42.03	64.77	12.36	12.4
13	130	72	8.5	18.445	518.6	53.03	79.8	14.73	14.4
14	140	76	8.5	20.3	652.36	62.41	93.19	16.42	15.83
15	150	80	9	22.32	831.69	77.04	110.89	19.26	17.41
16	160	84	9.5	25.125	1056.8	94.17	132.1	22.42	19.6
18	180	90	11	30.86	1645.9	134.10	182.9	29.80	24.1
18a	180	135	11	40.76	2353.73	451.5	261.5	66.89	31.79
20	200	96	12	40.475	2402.03	177.70	270.2	37.02	28.95
21	210	99	12.5	43.98	2865.22	203.09	272.68	41.03	31.57
22	220	102	13	49.98	3392.23	231.11	308.4	45.32	34.3
22a	220	135	13	52.6	4312.6	534.26	392.05	79.15	41.0
23	230	105	14	47.58	4052.2	271.34	352.4	51.68	37.11
24	240	108	14.5	51.365	4730.7	305.94	394.2	56.66	40.1
24a	240	135	14.5	56.195	5727.5	596.10	477.3	88.31	46.2
25	250	111	15	55.3	5491.1	343.74	439.3	61.94	43.13
26	260	114	15.5	59.385	6339.4	384.94	487.6	67.53	46.3
28	280	120	17	67.86	8429.7	492.23	602.2	82.05	52.9
28a	280	150	17	78.06	10196.0	958.98	728.3	127.86	60.9
30	300	126	18	77.04	10870.2	603.91	724.7	95.86	60.1
32	320	132	19	86.82	13805.9	733.49	862.9	111.13	67.7
35	350	141	21	102.34	19455.6	988.17	1111.8	140.17	79.8
40	400	156	24	131.2	32316.8	1530.58	1615.8	196.23	102.3
45	450	171	27	163.62	50676.7	2269.34	2252.3	265.42	127.6
50	500	186	30	199.6	75912.13	3247.76	3036.5	349.22	157.0
55*)	550	201	33	239.14	109553.1	4509.3	3983.75	448.7	185.7

*) Nicht nach den Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, aber erhältlich.

Tragfähigkeit von I-Eisen
in kg bei frei aufliegenden Trägern, gleichmäßig verteilter Belastung,
einer Inanspruchnahme von 1000 kg/cm².

Profil-Nr.	Spannweite in m																							
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	
6 ^a)																								
8	1061	703	523	413	340	286	245	213																
8	1915	1271	947	751	620	525	452	396																
9 ^a)	2091	1388	1035	821	678	574	496	434	384															
10	3283	2181	1627	1293	1069	907	785	689	611															
11 ^a)	3496	2322	1733	1378	1140	968	838	736	653	585														
12	5169	3436	2566	2041	1690	1437	1245	1095	974	873														
13	6368	4233	3162	2517	2084	1773	1538	1354	1204	1081	977													
14	7439	4946	3696	2943	2438	2075	1801	1586	1412	1269	1148	1044												
15	8854	5988	4401	3505	2902	2474	2148	1893	1687	1517	1374	1252	1146											
16	10548	7016	5245	4178	3464	2951	2564	2260	2016	1814	1644	1498	1373	1262										
18	14606	9717	7267	5792	4804	4096	3561	3143	2805	2527	2294	2094	1921	1770	1636									
18a	20891	13901	10398	8259	6879	5867	5103	4506	4025	3629	3296	3012	2766	2551	2361	2015	1875							
20	19187	12767	9550	7614	6319	5389	4688	4140	3699	3385	3029	2768	2543	2345	2171	2015	1875	1998						
21	21799	14506	10852	8653	7182	6127	5331	4709	4208	3795	3449	3153	2897	2674	2476	2300	2141	2141	2124					
22	24636	16395	12267	9792	8121	6929	6030	5328	4763	4297	3906	3572	3284	3032	2809	2611	2432	2271	2124	2124				
22a	31323	20848	15600	12443	10443	8818	7677	6785	6068	5477	4981	4559	4194	3874	3593	3341	3116	2912	2726	2615	2448			
23	28153	18737	14021	11183	9285	7924	6899	6097	5452	4921	4476	4096	3767	3480	3227	3001	2798	2615	2448	2448				
24	31498	20965	15689	12515	10393	8871	7724	6828	6107	5514	5016	4591	4225	3904	3622	3370	3143	2939	2753	2580				
24a	38137	25386	18999	15158	12589	10748	9361	8277	7406	6688	6087	5574	5131	4745	4403	4099	3827	3580	3356	3156	2990			
25	35099	23364	17485	13949	11585	9890	8613	7615	6813	6152	5598	5126	4719	4362	4048	3768	3517	3290	3083	2890				
26	38966	25939	19413	15489	12865	10984	9568	8461	7571	6838	6224	5701	5249	4854	4506	4196	3918	3667	3438	3228				
28	48117	32034	23979	19136	15898	13578	11831	10466	9369	8467	7711	7067	6511	6026	5598	5217	4876	4568	4288	4031	3797			
28a	58202	38751	29010	23153	19238	16433	14322	12673	11348	10258	9345	8568	7897	7312	6796	6337	5926	5554	5217	4908	4625			
30	57915	38560	28867	23040	19145	16354	14253	12613	11295	10210	9302	8529	7861	7279	6766	6310	5901	5532	5197	4889	4609	4349		
32	68962	45918	34379	27443	22807	19486	16987	15035	13467	12178	11099	10180	9387	8696	8087	7546	7061	6623	6226	5863	5530	5224	4939	
35	88860	59174	44310	36377	29407	25132	21916	19405	17389	15732	14345	13164	12147	11260	10479	9785	9164	8604	8096	7632	7207	6814	6455	
40	129165	86025	64429	51451	42782	36575	31908	28266	25342	22940	20931	19222	17751	16468	15340	14336	13442	12635	11904	11237	10625	10063	9595	
45	180036	119931	89837	71755	59679	51035	44586	39467	35399	32059	29263	26891	24847	23068	21502	20114	18872	17755	16742	15820	14976	14200	13483	
50	242761	161710	121145	96775	80502	68856	60101	53275	47798	43303	39544	36351	33603	31211	29108	27243	25577	24078	22721	21485	20354	19317	18359	
55 ^a)	318514	212188	158979	127016	105676	90407	78932	69986	62811	56924	52002	47824	44229	41100	38352	35915	33740	31783	30013	28403	26930	25577	24299	

Normalen des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines über I-Eisen.

Profil-Nr.	Trägerhöhe (mm)	Breite		Dicke des Steges (mm)	Querschnitts- fläche (cm ²)	Trägheits- moment (cm ⁴)	Widerstands- moment (cm ³)	Gewicht (kg/m)
		des Flansches (mm)	des Steges (mm)					
6	60	40	8	5.3	8.82	47.5	15.84	6.9
6a*)	60	30	9	8	8.8	40.4	13.5	6.8
7.5*)	75	43	8.35	6	10.7	90.1	24.0	8.3
7.5a*)	75	44	8.35	7	11.4	93.6	25.0	8.9
7.5b*)	75	45	8.35	8	12.2	97.1	25.9	9.5
8	80	45	9	6	11.82	114.5	28.64	9.2
10	100	50	9.5	6.5	14.77	224.0	44.80	11.5
10.5*)	105	55	11	8	18.7	306.5	58.4	14.6
10.5a*)	105	60	7.5	7	15.6	264.7	50.4	12.2
12	120	55	10.5	7	18.48	403.9	67.31	14.4
12a*)	120	35	6	5	9.6	189.1	31.5	7.5
13	130	60	10.5	7	20.23	526.5	81.0	15.8
14	140	60	12	7.5	22.05	653.2	93.31	17.2
15.2*)	152	63	12	8	30.5	882.5	116.1	19.8
15.2a*)	152	66	12.5	11	30.5	992.7	130.6	23.8
15.3*)	153	58	10.25	7	21.2	742.5	97.0	16.5
16	160	65	12	8	26.48	1023.8	127.98	20.7
18	180	70	12.5	8.5	30.68	1493.5	165.9	23.9
20	200	75	13.5	9	35.82	2152.3	215.23	27.9
22	220	80	14	9.5	40.64	2940.4	267.31	31.7
23.5*)	235	90	13	10	44.7	3689.0	314.0	35.5
24	240	85	15	10	46.50	4003.9	333.66	36.3
26	260	90	15.5	10.5	51.95	5226.0	402.0	40.5
28	280	95	16.5	11	58.52	6830.2	487.87	45.6
30	300	100	17	11.5	64.59	8619.4	574.63	50.4
30a*)	300	78	17	17	71.10	7875.0	525.0	55.5

*) Nicht nach den Normalen des österr. Ingenieur- und Architektenvereines, aber erhältlich.

Beispiel einer Trägeranschaffung:

Bau am 19

TRÄGERANSCHAFFUNG.

Parterre.

Alle Träger sind miniert zu liefern, die montierten Träger mit ebenen Unterflanschen.

Es bedeuten: 1 ng = einseitig normal gelocht
2 ng = beiderseits " "
mt = montiert.

Zeichen 1)	Profil-Nr. 2)	Zahl 3)	Länge in mm 4)	Anmerkung 5)
P 1	18	1	5500	2 ng
P 2	32	1	4950	—
P 3	20	2	3820	—
P 4	28	1	1900	mt
P 5	23	3	4000	—
P 6	24a	1	6200	1 ng und mt
P 7	 20	1	6800	—

Lieferungstermin:

[Bauleiter].

1) Vor allem sind die Pläne des Gebäudes anzufertigen, dann trägt man in diese die erforderlichen Träger ein:

durch blaue Linien,

wenn die Pläne nur in schwarz ausgearbeitet werden, durch — . — . — . — .
Linien.

Danach ist jedem Träger dessen Zeichen beizufügen.

Die Träger eines jeden Geschosses erhalten fortlaufende, von 1 beginnende Post-Nummern. Außer diesen ist auch das Geschöß anzugeben:

Keller	durch K
Souterrain	" S
Parterre	" P
Hochparterre	" H
Unterteilung	" U
Mezzanin	" M
I, II., III., IV. Stock	" I, II, III, IV
Dachboden	" D

also z. B.: *K 5, S 8, P 11, H 9, U 29, M 3, I 24, II 38, III 4, IV 17, D 2.*

Diese Bezeichnung ist neben dem linken Trägerende einzuschreiben.

In der Eisenkonstruktionswerkstätte wird sie mit weißer Ölfarbe auf den Steg geschrieben.

²⁾ Hierauf erfolgt die statische Berechnung. Die dadurch sich ergebenden Profil-Nummern sind neben dem rechten Trägerende einzuschreiben:

bei $\bar{\Gamma}$ -Trägern z. B. *Pr. Nr. 28.*

Bei den $\bar{\square}$ -Eisen setzt man vor die Profil-Nr. noch C, bei Z-Eisen Z, also z. B.: *C 24, Z 20.*

Wenn verschiedene Farben verwendet werden, so kann man die Post-Nr. schwarz und die Profil-Nr. blau eintragen.

Zuweilen schreibt man auch beide nebeneinander, z. B. *M 17/28*, d. h. Träger Post-Nr. 17 im Mezzanin mit Profil-Nr. 28.

Bei der Berechnung der Träger sind gleichzeitig auch die Lagerplatten zu berechnen und deren Größen neben die Trägerenden (blau) einzuschreiben.

³⁾ Die Anzahl der vollkommen gleichen Träger, die daher auch dieselbe Bezeichnung erhalten.

⁴⁾ Die wirkliche Trägerlänge = Lichtweite + Auflager, bis auf die *mm.*

⁵⁾ mt = montiert,

1 ng = einseitig normal gelocht,

2 ng = beiderseits „ „

Bei montierten Trägern ist eine genau kотиerte Skizze beizufügen. Außerdem ist anzugeben:

ob die Träger minisiert zu liefern sind;

bei den montierten, ob die Unterflanschen eben liegen sollen, der Lieferstermin.

Gewöhnliche Bauträger in größerer Zahl sind wenigstens eine Woche vorher zu bestellen.

Von der Trägeranschaffung geht ein Exemplar an die Eisenkonstruktionswerkstätte, eins bleibt in der Kanzlei und eins kommt auf den Bau zum Polier.

3. Eisenbahnschienen

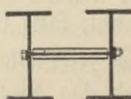
als Träger waren früher sehr beliebt, sind aber nicht zweckmäßig. Sie eignen sich nur dann, wenn sie vollkommen unbeschädigt und wesentlich billiger sind als Fassoneisen, und werden nur bei minderen Bauten verwendet. Ihr Widerstandsmoment beträgt für eine Höhe = *h cm*

$$W = 0.064 h^3 (cm^3)$$

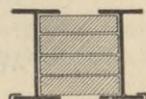
b) Gekuppelte Träger.

Oft muß man mehrere Träger nebeneinander legen. Denn heute verwendet man lieber mehrere einfache gewalzte Träger, als einen Blech-, Gitter- oder Kastenträger, weil diese infolge ihres großen Gewichtes schwieriger zu versetzen, nicht so rasch erhältlich sind und meistens auch teurer wären. Diese nebeneinander liegenden Träger werden miteinander verbunden, gekuppelt.

Stehbolzen.
Abb. 299.



Agraffeneisen.
Abb. 300.



1. **Stehbolzen.** Der Schraubenbolzen verhindert ein Auseinandergehen der Träger; das über diesen geschobene, der Lichtweite der Stege entsprechend genauestens abgelängte Rohr beugt einem Zusammenschieben vor (Abb. 299).

Stehbolzen sind anzubringen

- a) über den Auflagern,
- b) dazwischen in Abständen von ca. $1\frac{1}{2} m$.

2. Man gibt zwischen die Träger Ziegel und über die Ober-, gewöhnlich aber unter die Unterflanschen **Agraffeneisen**, das sind Schließen-eisen, die hakenförmig um die Flanschen gebogen werden (Abb. 300).

3. Wenn die Flanschen unmittelbar aneinanderstoßen, genügen Bolzen oder Agraffeneisen allein.

II. Genietete Träger.

I. Blechträger.

S Stehblech.

Die Dicke $d_1 = 10 (7 - 13) mm$

„ Höhe $h = \frac{1}{12} \dots \frac{1}{15}$ aber nie $> 1 m$

Man verwendet, falls

$h > 0.8 m$ — Bleche. Deren Normlänge = $4 - 5 m$

≤ 0.8 „ — Flacheisen. „ „ = 8 „

Man kann sie aber bis $14 m$ lang bekommen.

Das Widerstandsmoment des Stehbleches

$$W_1 = \frac{1}{6} d_1 h^2$$

W Gurtwinkel.

Deren Normlänge = $8 m$. Man kann sie aber bis $14 m$ bekommen. Man verwendet

a) in der Regel gleichschenklige Winkeleisen: $\frac{60 \cdot 60}{6} \dots \frac{140 \cdot 140}{15}$

b) ungleichschenklige Winkeleisen: $b_1 \times b_2 = 65 \times 100 \dots 80 \times 120 mm$
Dann ist aber der breitere Schenkel horizontal zu legen, weil er so einen größeren Ausschlag für das Widerstandsmoment gibt.

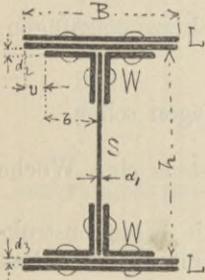
Bezeichnen:

J } das Trägheitsmoment eines { dessen horizontaler Schwerachse (cm^4)
 J_1 } der Gurtwinkel bezüglich { der horizontalen Trägerachse (cm^4)

Dabei ist abzuziehen: das Nietloch im vertikalen [horinzotalen] Schenkel, falls Gurtplatten nicht vorliegen [vorhanden sind].

Wenn das Nietloch im vertikalen Schenkel abgezogen wird, so ist auch das Nietloch im Stehblech abzuziehen.

Abb. 301.



d_2 die Dicke der Winkeleisen

$d = 2 d_2$ den Nietdurchmesser

e die Entfernung des Schwerpunktes des Winkeleisens von dessen Außenkante (cm)

F die Querschnittsfläche eines Winkeleisens abzgl. Nietloch (cm^2)

W_2 das Widerstandsmoment der 4 Gurtwinkel zusammen in Bezug auf die horizontale Trägerachse (cm^3)

so ist:

$$J_1 = J + F \left(\frac{h}{2} - e \right)^2$$

$$W_2 = \frac{8 J_1}{h} = \frac{2}{h} [4J + F (h - 2e)^2]$$

P Gurtplatten (Lamellen).

Gurtplatten macht man nur, wenn das erforderliche Widerstandsmoment sie verlangt, also sehr groß ist.

Die Dicke derselben $d_3 = 8-14 \text{ mm}$

am besten $d_3 = d_2$

Der Vorsprung soll $v \leq 3 d_3$

$B = d_1 + 2 (b + v)$

$B' = B - 2 d$ ist die nutzbare Breite

z die Zahl der Lamellen

Das Widerstandsmoment der Gurtplatten (cm^3) beträgt also

$$W_3 = \frac{2}{3} z d_3 (h + z d_3) B'$$

Das Widerstandsmoment des genieteten Trägers ist demnach

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

Ergab die statische Berechnung ein erforderliches Widerstandsmoment W , so wähle man einen Grundquerschnitt (Stehblech + Gurtwinkel), dessen Widerstandsmoment $W' = W_1 + W_2 < W$, aber nahezu $= W$ ist.

Das erforderliche Widerstandsmoment der Gurtplatten ist daher mindestens

$$W_3 = W - W'$$

Da B' und h gegeben sind, so ist

$$z d_3 = \sqrt{\frac{h^2}{4} + \frac{3(W - W')}{2 B'}} - \frac{h}{2}$$

R Versteifungsrippen

gegen seitliches Ausknicken des Stehbleches sind anzubringen

1. über den Auflagern,
2. wo Einzellasten den Träger anschließen,
3. wenn $h > 0.5 \text{ m}$: alle $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2} \text{ m}$.

Man nietet dort an beide Seiten des Stehbleches bis über die Gurtwinkel je 1 oder 2 vertikale Winkeleisen von 50 bis 75 mm Schenkelbreite oder \perp -Eisen an.

Niete.

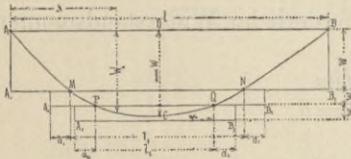
- Durchmesser $d = 2 d_2$
- Entfernung $e \geq 4 d$
 - $= 5 d$ an den Auflagern
 - $= 6 d$ in der Trägermitte
 - $= 6 d - 8 d$ bei den Versteifungsrippen.

Länge der Gurtplatten.

Die Gurtplatten laufen nicht der ganzen Trägerlänge nach durch, sondern sind nur so lang, als dies das Biegemoment erfordert.

In Abb. 302 stellt der Linienzug ACB das erforderliche Widerstandsmoment dar. Bei gleichmäßig verteilter Belastung und frei aufliegenden Trägerenden ist ACB eine Parabel.

Abb. 302.



$$W_x = \frac{M_x}{k}$$

$$OC = \max W = \frac{\max M}{k}$$

$W = AA_1 = BB_1$ ist das Widerstandsmoment des „Grundquerschnittes“: Stehblech + Gurtwinkel

W_1 das Widerstandsmoment des 1. Gurtplattenpaares

W_2 „ „ „ 2. „ „

Man trage W, W_1 und W_2 auf und ziehe $\parallel AB$, die Linien $A_2 B_2$ und $A_3 B_3$.

$MN = l_1$ ist die rechnerisch erforderliche Länge der 1. Gurtplatte

$PQ = l_2$ „ „ „ „ „ 2. „

Die auszuführende Länge der 1. Gurtplatte beträgt $L_1 = l_1 + 2a_1$

„ „ „ 2. „ „ „ $L_2 = l_2 + 2a_2$

Bezeichnen

$b_1 (b_2)$ die Breite der 1. (2.) Gurtplatte abzüglich Nietlöcher (cm)

$d_1 (d_2)$ „ Dicke „ 1. (2.) „ „

$z_1 (z_2)$ „ Anzahl der Niete in der Strecke $a_1 (a_2)$ „ „

d den Nietdurchmesser (cm)

$k_z = 1000 \text{ kg/cm}^2$ die zulässige Beanspruchung der Gurtplatte auf Zug

$k_s = 800$ „ „ „ „ des Nietes auf Schub

so sind

$$z_1 \frac{\pi}{4} d^2 k_s = b_1 d_1 k_z \quad z_1 = \frac{5 b_1 d_1}{\pi d^2} \text{ in jeder Reihe } z_1'$$

$$z_2 \frac{\pi}{4} d^2 k_s = b_2 d_2 k_z \quad z_2 = \frac{5 b_2 d_2}{\pi d^2} \text{ „ „ „ } z_2'$$

Nach Seite 18 ist $e_1 \geq 2d$
 $e_2 \geq 2.5d$

Somit ist $a_1 = 2e_1 + (z_1' - 1)e_3 \geq 0.5(3 + 5z_1')$

$a_2 = 2e_2 + (z_2' - 1)e_3 \geq 0.5(3 + 5z_2')$

Tabellen zur Berechnung der genieteten Träger.

(Nach dem österr. Ingenieur- und Architekten-Kalender.)

Es bezeichnen:

- W_1 das zufolge der statischen Berechnung erforderliche Widerstandsmoment
 W' „ Widerstandsmoment des Grundquerschnittes (Stehblech + Gurtwinkel)
 abzüglich der Nietlöcher in den horizontalen Winkelleisenschenkeln
 W_3 „ Widerstandsmoment der Gurtplatten
 W_1, W' und W_3 sind in cm^3 ausgedrückt
 h die Höhe des Stehbleches (mm)
 g das Gewicht des Grundquerschnittes (kg/m)
 d_3 die Stärke der Gurtplatten (mm)
 B „ Breite „ „
 d den Durchmesser der Nieten in den horizontalen Winkelleisenschenkeln (mm)

Man wähle aus der Tabelle I b für ein geeignetes h ein W' so, daß
 $e < W$ und bestimme dann aus der Tabelle II ein W_3 , welches $\geq W - C W'$.

C gibt die Tabelle III.

$$d'_3 = z d_3 \quad W = W' \left(1 - \frac{2 d'_3}{h} \right) + W_3 = C W' + W_3$$

I. Tabelle für W' .

I a

Neben den Post-Nrn. stehen die Dimensionen der genieteten Träger.

Nr.	Dicke des Stehbleches d_1 (mm)	Gurtwinkel mm	Durchmesser des Nietbolzens d (mm)	Nr.	Dicke des Stehbleches d_1 (mm)	Gurtwinkel (mm)	Durchmesser des Nietbolzens d (mm)
1	7	60.60.6	16	13	11	90. 90.13	24
2	8	60.60.8	16	14	10	100.100.10	22
3	8	65.65.7	16	15	11	100.100.13	22
4	9	65.65.9	18	16	12	100.100.14	24
5	8	70.70.7	16	17	10	110.110.10	22
6	9	70.70.9	18	18	11	110.110.12	24
7	10	70.70.11	20	19	12	110.110.14	26
8	9	80.80.8	18	20	11	120.120.11	22
9	10	80.80.10	20	21	12	120.120.13	24
10	11	80.80.12	22	22	13	120.120.15	26
11	9	90.90.9	20	23	12	140.140.13	24
12	10	90.90.11	22	24	13	140.140.15	26

I b

Die Angaben in der Tabelle I b gehören zu dem Träger, dessen Post-Nr. in der Tabelle I a mit der fett gedruckten Kopf-Nr. in der Tabelle I b identisch ist.

h mm	1		2		3		4	
	W'	g	W'	g	W'	g	W'	g
150	134	29.7	167	37.5	163	36.5	192	44.8
200	207	32.5	259	40.7	252	39.6	300	48.3
250	289	35.2	362	43.8	352	42.7	419	51.9
300	378	38.0	472	47.0	460	45.9	649	55.4
350	473	40.7	590	50.1	576	49.0	687	58.9
400	574	43.5	715	53.2	699	52.2	834	62.5
450	681	46.2	847	56.4	829	55.3	988	66.0
500	759	49.0	986	59.5	966	58.4	1151	69.5
550	914	51.7	1132	62.7	1110	61.6	1321	73.1
600	1040	54.5	1285	65.8	1261	64.7	1499	76.6
650	—	—	1544	68.9	1418	67.9	1685	80.1
700	—	—	1611	72.1	1583	71.0	1878	83.7
750	—	—	—	—	—	—	2079	87.2
800	—	—	—	—	—	—	2287	90.7
h mm	5		6		7		8	
	W'	g	W'	g	W'	g	W'	g
200	267	41.8	318	51.2	363	60.3	325	52.3
250	372	44.9	445	54.7	510	64.2	455	55.9
300	486	48.1	583	58.2	669	68.1	596	59.4
350	609	51.2	729	61.8	838	72.0	747	62.9
400	738	54.4	884	65.3	1017	76.0	906	66.5
450	875	57.5	1047	68.8	1205	79.9	1074	70.0
500	1019	60.6	1218	72.4	1402	83.8	1250	73.5
550	1170	63.8	1397	75.9	1607	87.7	1434	77.1
600	1327	66.9	1584	79.4	1821	91.7	1626	80.6
650	1492	70.1	1778	83.0	2044	95.6	1826	84.1
700	1663	73.2	1980	86.5	2275	99.5	2033	87.7
750	—	—	2190	90.0	2515	103.4	2248	91.2
800	—	—	2407	93.6	2763	107.4	2470	94.7
850	—	—	—	—	3020	111.3	2700	98.3
900	—	—	—	—	3285	115.2	2938	101.8
h mm	9		10		11		12	
	W'	g	W'	g	W'	g	W'	g
200	380	62.8	427	73.0	—	—	—	—
250	533	66.7	603	77.4	532	66.0	615	78.0
300	700	70.7	794	81.7	698	69.5	808	81.9
350	878	74.6	797	86.0	874	73.1	1014	85.9
400	1065	78.5	1211	90.3	1060	76.6	1230	89.8
450	1262	82.4	1435	94.6	1255	80.1	1457	93.7
500	1468	86.4	1670	98.9	1458	83.7	1693	97.6
550	1683	90.3	1914	103.2	1699	87.2	1938	101.5
600	1907	94.2	2168	107.6	1889	90.7	2192	105.4
650	2139	98.1	2432	111.9	2116	94.2	2455	109.4
700	2380	102.1	2705	116.2	2351	97.8	2727	113.3
750	2630	106.0	2988	120.5	2594	101.3	3008	117.2
800	2888	109.9	3280	124.8	2845	104.8	3297	121.2
850	3154	113.8	3581	129.2	3103	108.4	3594	125.1
900	3429	117.8	3891	133.5	3369	111.9	3901	129.0
950	—	—	4211	137.8	3643	115.4	4215	132.9
1000	—	—	4540	142.1	3924	119.0	4538	136.9

h mm	13		14		15		16	
	W'	g	W'	g	W'	g	W'	g
250	689	89·8	624	79·3	722	92·4	802	105·3
300	909	94·1	820	83·2	950	96·8	1058	110·0
350	1142	98·4	1030	87·1	1193	101·1	1332	114·7
400	1387	102·7	1251	91·1	1450	105·4	1620	119·4
450	1644	107·0	1482	95·0	1718	109·7	1922	124·2
500	1911	111·3	1723	98·9	1997	114·0	2235	128·9
550	2189	115·7	1974	102·8	2287	118·3	2560	133·6
600	2476	120·0	2234	106·8	2586	122·7	2896	138·3
650	2774	124·3	2502	110·7	2896	127·0	3243	143·0
700	3080	128·6	2780	114·6	3215	131·3	3601	147·7
750	3397	132·9	3066	118·5	3544	135·6	3969	152·4
800	3723	137·3	3361	122·5	3883	139·9	4347	157·1
850	4058	141·6	3665	126·4	4231	144·2	4736	161·8
900	4403	145·9	3977	130·3	4588	148·6	5136	166·5
950	4757	150·2	4297	134·2	4955	152·9	5545	171·3
1000	5120	154·5	4626	138·2	5332	157·2	5965	176·0
1050	5492	158·8	4964	142·1	5717	161·5	6395	180·7
1100	5874	163·2	5310	146·0	6112	165·8	6835	185·4
1150	—	—	—	—	—	—	7286	190·1
h mm	17		18		19		20	
	W'	g	W'	g	W'	g	W'	g
300	882	88·9	1009	103·6	1127	118·1	1025	104·3
350	1107	92·8	1269	107·9	1420	122·7	1288	108·6
400	1345	96·7	1544	112·2	1729	127·4	1567	112·9
450	1594	100·6	1830	116·5	2052	132·1	1858	117·2
500	1853	104·5	2129	120·8	2388	136·8	2162	121·5
550	2122	108·4	2438	125·1	2736	141·5	2476	125·8
600	2400	112·3	2758	129·4	3059	146·1	2802	130·1
650	2688	116·2	3088	133·6	3466	150·8	3137	134·4
700	2984	120·1	3427	137·9	3847	155·5	3483	138·7
750	3290	124·0	3777	142·2	4239	160·2	3839	142·9
800	3604	127·9	4136	146·5	4642	164·9	4205	147·2
850	3927	131·8	4505	150·8	5056	169·5	4580	151·5
900	4258	135·7	4884	155·1	5479	174·2	4965	155·8
950	4599	139·6	5272	159·4	5913	178·9	5359	160·1
1000	4947	143·5	5669	163·7	6358	183·6	5763	164·4
1050	—	—	6067	168·0	6812	188·3	6176	168·7
1100	—	—	6492	172·3	7277	192·9	6608	173·0
1150	—	—	—	—	7752	197·6	—	—
1200	—	—	—	—	8237	202·3	—	—
h mm	21		22		23		24	
	W'	g	W'	g	W'	g	W'	g
300	1160	120·2	1284	135·7	1306	136·4	1400	154·2
350	1460	124·8	1619	140·8	1641	141·0	1826	159·3
400	1777	129·5	1974	145·9	1998	145·7	2226	164·4
450	2109	134·2	2345	150·9	2372	150·4	2646	169·4
500	2455	138·9	2731	156·0	2762	155·1	3083	174·5
550	2813	143·6	3131	161·1	3165	159·8	3535	179·6
600	3183	148·2	3543	166·1	3582	164·4	4001	184·6
650	3564	152·9	3968	171·2	4011	169·1	4481	189·7
700	3956	157·6	4405	176·3	4451	173·8	4974	194·8
750	4359	162·3	4854	181·4	4902	178·0	5479	199·9
800	4773	167·0	5315	186·4	5365	183·2	5996	204·9
850	5197	171·6	5787	191·5	5839	187·8	6525	210·0
900	5632	176·3	6270	196·6	6324	192·5	7066	215·1
950	6078	181·0	6765	201·6	6819	197·2	7618	220·1
1000	6533	185·7	7271	206·7	7325	201·9	8182	225·2
1050	7000	190·5	7789	211·8	7841	206·6	8757	230·3
1100	7473	195·0	8317	216·8	8368	211·2	9343	235·3
1150	—	—	8857	221·9	8905	215·9	9942	240·4
1200	—	—	9407	227·0	9453	220·6	10551	245·5

II. Tabelle für W_3 .

$$W_3 = B' \cdot d'_3 \cdot h$$

h (mm)	d' ₃ (mm)	Nutzbare Breite B' = B - 2 d										
		1 mm	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
150	7	1:05	116	126	137	147	158	168	—	—	—	—
	8	1:20	132	144	156	168	180	192	—	—	—	—
	9	1:35	140	162	176	189	203	216	—	—	—	—
	10	1:50	165	180	195	210	225	240	—	—	—	—
	11	1:65	182	198	215	231	248	265	—	—	—	—
200	8	1:60	179	192	208	224	240	256	272	288	304	320
	9	1:80	198	216	234	252	270	288	306	324	342	360
	10	2:00	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
	11	2:20	242	264	286	308	330	352	374	396	418	440
	12	2:40	264	288	312	336	360	384	408	432	456	480
	13	2:60	286	312	338	364	390	416	442	468	494	520
	14	2:80	308	336	364	395	420	448	476	504	532	560
	15	3:00	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600
250		1	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
	8	2:00	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480
	9	2:25	338	360	383	405	428	440	473	495	518	540
	10	2:55	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	11	2:70	412	440	468	495	523	550	578	605	633	660
	12	3:00	450	480	510	540	570	600	630	660	690	720
	13	3:25	488	520	553	585	618	650	683	715	748	780
	14	3:50	525	560	595	630	665	700	735	770	805	840
	15	3:75	563	600	638	675	713	750	788	825	863	900
	300		1	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
8		2:40	480	504	528	552	576	600	624	648	672	696
9		2:70	540	567	594	621	648	675	702	729	756	783
10		3:00	600	630	660	690	720	750	780	810	840	870
11		3:30	660	693	726	759	792	825	858	891	924	957
12		3:60	720	756	792	828	864	900	936	972	1008	1044
13		3:90	780	819	858	897	936	975	1014	1053	1092	1131
14		4:20	840	882	924	966	1008	1050	1092	1134	1176	1218
15		4:50	900	945	990	1035	1080	1125	1170	1215	1260	1305
350	8	2:80	560	588	616	644	672	700	728	756	784	812
	9	3:15	630	662	693	725	756	788	819	851	882	914
	10	3:50	700	735	770	805	840	875	910	945	980	1015
	11	3:85	770	809	847	886	924	963	1001	1040	1078	1117
	12	4:20	840	882	924	966	1008	1050	1092	1134	1176	1218
	13	4:55	910	956	1001	1047	1092	1138	1183	1229	1274	1320
	14	4:90	980	1029	1078	1127	1176	1225	1274	1323	1372	1421
	15	5:25	1050	1103	1155	1208	1260	1313	1365	1418	1470	1523
400	8	3:20	640	672	704	736	768	800	832	864	896	928
	9	3:60	720	756	792	828	864	900	936	972	1008	1044
	10	4:00	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160
	11	4:40	880	924	968	1012	1056	1100	1144	1188	1232	1276
	12	4:80	960	1008	1056	1104	1152	1200	1248	1296	1344	1392
	13	5:20	1040	1092	1144	1196	1248	1300	1352	1404	1456	1508
	14	5:60	1120	1176	1232	1288	1344	1400	1456	1512	1568	1624
	15	6:00	1200	1260	1320	1380	1440	1500	1560	1620	1680	1740

h	d ₃ mm	Nutzbare Breite B' = B - 2 d										
		1	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
450	8	3·60	720	756	792	828	864	900	936	972	1008	1044
	9	4·05	810	851	891	932	972	1013	1053	1094	1134	1175
	10	4·50	900	945	990	1035	1080	1125	1170	1215	1260	1305
	11	4·95	990	1040	1089	1139	1188	1238	1287	1337	1386	1436
	12	5·40	1080	1134	1188	1242	1296	1350	1404	1458	1512	1566
	13	5·85	1170	1229	1287	1346	1404	1463	1521	1580	1638	1697
	14	6·30	1260	1323	1386	1449	1512	1575	1638	1701	1764	1827
	15	5·75	1350	1418	1485	1553	1620	1688	1755	1823	1890	1958
500	8	4·00	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160
	9	4·50	900	945	990	1035	1080	1125	1170	1215	1260	1305
	10	5·00	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450
	11	5·50	1100	1155	1210	1265	1310	1375	1430	1485	1540	1595
	12	6·00	1200	1260	1320	1380	1440	1500	1560	1620	1680	1740
	13	6·50	1300	1365	1430	1495	1560	1625	1690	1755	1820	1885
	14	7·00	1400	1470	1540	1610	1680	1750	1820	1890	1960	2030
	15	7·50	1500	1575	1650	1725	1800	1875	1950	2025	2100	2175
550	8	4·40	880	924	968	1012	1056	1100	1144	1188	1232	1276
	9	4·95	990	1040	1089	1139	1188	1238	1287	1337	1386	1436
	10	5·50	1100	1155	1210	1265	1320	1375	1430	1485	1540	1595
	11	6·05	1210	1271	1331	1392	1452	1513	1573	1634	1694	1755
	12	6·60	1320	1386	1452	1518	1584	1650	1716	1782	1848	1914
	13	7·15	1430	1502	1573	1645	1716	1788	1859	1931	2002	2074
	14	7·70	1540	1617	1694	1771	1848	1925	2002	2079	2156	2233
	15	8·25	1650	1733	1815	1898	1980	2063	2145	2228	2310	2393
600	8	4·80	960	1008	1056	1104	1152	1200	1248	1296	1344	1392
	9	5·40	1080	1134	1188	1242	1296	1350	1404	1458	1512	1566
	10	6·00	1200	1260	1320	1380	1440	1500	1560	1620	1680	1740
	11	6·60	1320	1386	1452	1518	1584	1650	1716	1782	1848	1914
	12	7·20	1440	1512	1584	1656	1728	1800	1872	1944	2016	2088
	13	7·80	1560	1638	1716	1794	1872	1950	2028	2106	2184	2262
	14	8·40	1680	1764	1848	1932	2016	2100	2184	2268	2352	2436
	15	9·00	1800	1890	1980	2070	2160	2250	2340	2430	2520	2610
650	8	5·20	1040	1092	1144	1196	1258	1300	1352	1404	1456	1508
	9	5·85	1170	1229	1287	1346	1404	1463	1521	1580	1638	1697
	10	6·50	1300	1365	1430	1495	1560	1625	1690	1755	1820	1885
	11	7·15	1430	1502	1573	1645	1716	1788	1859	1931	2002	2074
	12	7·80	1560	1638	1716	1794	1872	1950	2028	2106	2184	2262
	13	8·45	1690	1775	1859	1944	2028	2113	2197	2282	2366	2451
	14	9·10	1920	1911	2002	2093	2184	2275	2366	2457	2548	2631
	15	9·75	1950	2048	2145	2243	2340	2438	2535	2633	2730	2828
700	8	5·60	1120	1176	1232	1288	1344	1400	1456	1512	1568	1624
	9	6·30	1260	1323	1386	1449	1512	1575	1638	1701	1764	1827
	10	7·00	1400	1470	1540	1610	1680	1750	1820	1890	1960	2030
	12	7·70	1540	1617	1694	1771	1848	1925	2002	2079	2156	2233
	11	8·40	1680	1764	1848	1932	2016	2100	2184	2268	2352	2436
	13	9·10	1820	1911	2002	2093	2184	2275	2366	2457	2548	2639
	14	9·80	1960	2058	2156	2254	2352	2450	2548	2646	2744	2842
	15	10·50	2100	2205	2310	2415	2520	2625	2730	2835	2940	3045

h (mm)	d' ₃ (mm)	Nutzbare Breite B = B - 2 d										
		1	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
750	8	6·00	1200	1260	1320	1380	1440	1500	1560	1620	1680	1740
	9	6·75	1350	1418	1485	1553	1620	1688	1755	1823	1890	1958
	10	7·50	1500	1575	1650	1725	1800	1875	1950	2025	2100	2175
	11	8·25	1650	1733	1815	1898	1980	2063	2145	2228	2310	2393
	12	9·00	1800	1890	1880	1970	2160	2250	2340	2430	2520	2610
	13	9·75	1950	2048	2145	2243	2340	2438	2535	2633	2730	2828
	14	10·50	2100	2205	2310	2415	2520	2625	2730	2835	2940	3045
	15	11·25	2250	2363	2475	2588	2700	2813	2925	2038	3150	3263
800	8	6·40	1280	1344	1408	1472	1536	1600	1664	1728	1792	1856
	9	7·20	1440	1512	1584	1656	1728	1800	1872	1944	2016	2088
	10	8·00	1600	1680	1760	1840	1920	2000	2080	2160	2240	2320
	11	8·80	1760	1848	1936	2024	2112	2200	2288	2376	2464	2552
	12	9·60	1920	2016	2112	2208	2304	2400	2496	2592	2688	2784
	13	10·40	2080	2184	2288	2592	2496	2600	2704	2808	2912	3016
	14	11·20	2240	2352	2464	2576	2688	2800	2912	3024	3136	3248
	15	12·00	2400	2520	2640	2760	2880	3000	3120	3240	3360	3480
850	8	6·80	1360	1428	1496	1564	1632	1700	1768	1836	1904	1972
	9	7·65	1530	1607	1683	1760	1836	1913	1989	2066	2142	2219
	10	8·50	1700	1785	1870	1955	2040	2125	2210	2295	2380	2465
	11	9·35	1870	1964	2057	2151	2244	2338	2431	2525	2618	2712
	12	10·20	2040	2142	2244	2346	2448	2550	2652	2754	2856	2958
	13	11·05	2210	2321	2431	2542	2652	2763	2873	2984	3094	3205
	14	11·90	2380	2499	2618	2737	2856	2975	3094	3213	3332	3451
	15	12·75	2550	2678	2805	2933	3060	3188	3315	3443	3570	3698
900	8	7·20	1440	1512	1584	1656	1728	1800	1872	1944	2016	2088
	9	8·10	1620	1701	1782	1863	1944	2025	2106	2187	2268	2349
	10	9·00	1800	1890	1980	2070	2160	2250	2340	2430	2520	2610
	11	9·90	1980	2079	2178	2277	2376	2575	2574	2673	2772	2871
	12	10·80	2160	2268	2376	2484	2592	2700	2808	2916	3024	3132
	13	11·70	2340	2457	2574	2691	2808	2925	3042	3159	3276	3393
	14	12·60	2520	2646	2772	2898	3024	3150	3276	3402	3528	3654
	15	13·50	2700	2835	2970	3105	3240	3375	3510	3645	3780	3915
950	8	7·60	1520	1596	1672	1748	1824	1900	1976	2052	2128	2204
	9	8·55	1710	1796	1881	1967	2052	2138	2223	2309	2394	2480
	10	9·50	1900	1995	2090	2185	2280	2375	2470	2565	2660	2755
	11	10·45	2090	2195	2299	2404	2508	2613	2717	2822	2926	3031
	12	11·40	2280	2394	2508	2622	2736	2850	2964	3078	3192	3306
	13	12·35	2470	2594	2717	2841	2964	3088	3211	3335	3458	3582
	14	13·30	2660	2793	2926	3059	3192	3325	3458	3591	3724	3857
	15	14·25	2850	2993	3135	3278	3420	3563	3705	3848	3990	4133
1000	8	8·00	1600	1680	1760	1840	1920	2000	2080	2160	2240	2320
	9	9·00	1800	1890	1980	2070	2160	2250	2340	2430	2520	2610
	10	10·00	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900
	11	11·00	2200	2310	2420	2530	2640	2750	2860	2970	3080	3190
	12	12·00	2400	2520	2640	2760	2880	3000	3120	3240	3360	3480
	13	13·00	2600	2730	2860	2990	3120	3250	3380	3510	3640	3770
	14	14·00	2800	2940	3080	3220	3360	3500	3640	3780	3920	4060
	15	15·00	3000	3150	3300	3450	3600	3750	3900	4050	4200	4350

h (mm)	d' ₃ (mm)	Nutzbare Breite B' = B - 2 d										
		1	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
1050	8	8-40	1680	1764	1848	1932	2016	2100	2184	2268	2352	2436
	9	9-45	1890	1285	2078	2174	2268	2363	2457	2552	2646	2741
	10	10-50	2100	2905	2310	2415	2520	2625	2730	2835	2940	3045
	11	11-55	2310	2426	2541	2657	2772	2888	3003	3119	3234	3350
	12	12-60	2520	2646	2772	2898	3024	3150	3276	3402	3528	3654
	13	13-65	2730	2867	3003	3140	3276	3413	3549	3686	3822	3959
	14	14-70	2940	3087	3234	3381	3528	3675	3822	3969	4116	4263
15	15-75	3150	3308	3465	3623	3780	3938	4095	4253	4410	4568	
1100	8	8-80	1760	1848	1936	2024	2112	2200	2288	2376	2464	2552
	9	9-90	1980	2079	2178	2277	2376	2475	2574	2673	2772	2871
	10	11-00	2200	2310	2420	2530	2640	2750	2860	2970	3080	3190
	11	12-10	2420	2541	2662	2783	2904	3025	3146	3267	3388	3509
	12	13-20	2640	2772	2904	3036	3168	3300	3432	3564	3696	3828
	13	14-30	2860	3003	3146	3289	3432	3575	3718	3861	4004	4147
	14	15-40	3080	3234	3388	3542	3696	4850	4004	4158	4312	4466
15	16-50	3300	3465	3630	3795	3960	4125	4290	4455	4620	4785	
1150	8	9-20	1840	1932	2024	2116	2208	2300	2392	2484	2576	2668
	9	10-35	2070	2174	2277	2381	2424	2588	2691	2795	2898	3002
	10	11-50	2300	2415	2530	2645	2760	2875	2990	3105	3220	3335
	11	12-65	2530	2657	2783	2910	3036	3163	3289	3416	3542	3669
	12	13-80	2760	2898	3036	3174	3312	3450	3588	3726	3864	4002
	13	14-95	2990	3140	3289	3439	3588	3738	3887	4037	4186	4336
	14	16-10	3220	3381	3542	3703	3864	4025	4186	4347	4508	4669
15	17-25	3450	3623	3795	3968	4140	4313	4485	4658	4830	5003	
1200	8	9-60	1920	2016	2112	2208	2304	2400	2496	2592	2688	2784
	9	10-80	2160	2268	2376	2484	2592	2700	2808	2916	3024	3012
	10	12-00	2400	2520	2640	2760	2880	3000	3120	3240	3360	3480
	11	13-20	2640	2772	2904	3036	3168	3300	3432	3564	3696	3828
	12	14-40	2880	3024	3168	3312	3456	3600	3744	3888	4032	4176
	13	15-60	3120	3276	3432	3588	3748	3900	4056	4212	4368	4524
	14	16-80	3360	3528	3696	3864	4032	4200	4368	4536	4704	4872
15	18-00	3600	3780	3960	4140	4320	4500	4680	4860	5040	5220	

III. Tabelle für C.

h =	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
d' ₃ = 8	0-893	0-920	0-934	0-947	0-954	0-960	0-965	0-968	0-971	0-973	0-975
10	0-867	0-900	0-920	0-933	0-942	0-950	0-956	0-960	0-964	0-967	0-969
12	0-840	0-880	0-904	0-920	0-932	0-940	0-947	0-952	0-956	0-960	0-963
14	0-813	0-860	0-888	0-907	0-920	0-930	0-938	0-944	0-949	0-953	0-957
16	0-787	0-840	0-872	0-893	0-909	0-920	0-929	0-936	0-942	0-947	0-951
18	0-760	0-820	0-856	0-880	0-897	0-910	0-920	0-928	0-935	0-940	0-945
20	0-733	0-800	0-840	0-867	0-886	0-900	0-911	0-920	0-927	0-933	0-938
22	0-707	0-780	0-824	0-853	0-874	0-890	0-902	0-912	0-920	0-927	0-932
24	0-680	0-760	0-808	0-840	0-863	0-880	0-893	0-904	0-913	0-920	0-926
26	—	0-740	0-792	0-827	0-851	0-870	0-884	0-896	0-905	0-913	0-920
28	—	0-720	0-776	0-813	0-840	0-860	0-876	0-888	0-898	0-907	0-914
30	—	0-700	0-760	0-800	0-829	0-850	0-867	0-880	0-891	0-900	0-908
32	—	—	0-744	0-787	0-817	0-840	0-858	0-872	0-884	0-893	0-902
34	—	—	0-728	0-773	0-806	0-830	0-849	0-864	0-876	0-887	0-895
36	—	—	0-712	0-760	0-794	0-820	0-840	0-856	0-869	0-880	0-888
38	—	—	0-696	0-747	0-783	0-810	0-831	0-848	0-862	0-873	0-883
40	—	—	0-680	0-733	0-771	0-800	0-822	0-840	0-855	0-867	0-877

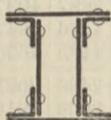
h =	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
$d'_s=8$	0.977	0.978	0.980	0.981	0.982	0.983	0.984	0.985	0.985	0.986	0.986
10	0.971	0.973	0.975	0.976	0.978	0.979	0.980	0.981	0.982	0.983	0.983
12	0.966	0.968	0.970	0.972	0.973	0.975	0.976	0.977	0.978	0.979	0.980
14	0.960	0.963	0.965	0.967	0.969	0.971	0.972	0.973	0.975	0.976	0.977
16	0.954	0.957	0.960	0.962	0.965	0.967	0.968	0.970	0.971	0.972	0.973
18	0.949	0.952	0.955	0.958	0.960	0.962	0.964	0.966	0.967	0.969	0.970
20	0.942	0.947	0.950	0.953	0.956	0.958	0.960	0.962	0.964	0.966	0.967
22	0.937	0.941	0.945	0.948	0.951	0.954	0.956	0.958	0.960	0.962	0.963
24	0.932	0.936	0.940	0.944	0.947	0.950	0.952	0.954	0.956	0.958	0.960
26	0.926	0.931	0.935	0.939	0.942	0.945	0.948	0.950	0.953	0.955	0.957
28	0.920	0.925	0.930	0.934	0.938	0.941	0.944	0.946	0.949	0.951	0.953
30	0.914	0.920	0.925	0.929	0.933	0.937	0.940	0.942	0.945	0.948	0.950
32	0.909	0.915	0.920	0.925	0.929	0.933	0.936	0.939	0.942	0.945	0.947
34	0.903	0.909	0.915	0.920	0.924	0.928	0.932	0.935	0.938	0.941	0.943
36	0.897	0.904	0.910	0.915	0.920	0.924	0.928	0.931	0.935	0.938	0.940
38	0.891	0.899	0.905	0.911	0.916	0.920	0.924	0.928	0.931	0.934	0.937
40	0.886	0.893	0.900	0.906	0.911	0.916	0.920	0.924	0.927	0.930	0.933

2. Kastenträger.

Abb. 303.



Abb. 304.



Heute werden sie seltener verwendet als früher. In der Regel ist es zweckmäßiger und billiger, sie durch mehrere gewalzte Träger zu ersetzen, da diese leichter aufzuziehen und zu versetzen, rascher erhältlich und meistens auch billiger sind.

Gewalzte I- oder L-Profile im Kastenträger an Stelle der genieteten vermindern die Kosten (Abb. 303, 304).

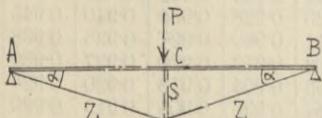
3. Armierte Träger.

Früher machte man die vertikalen Säulen S aus Gußeisen mit +-förmigen Querschnitten und die Zugstangen Z und Z_1 aus Rundeisen und verband beide durch Gelenke (wie Abb. 270). Am besten stellt man aber alles aus Fassadeisen her, also wie Gitterträger.

Diese Träger werden selten verwendet; man muß sich immer fragen, ob nicht eine andere Trägerart zweckmäßiger wäre, was meistens der Fall sein wird.

I. Armierter Träger mit 1 Säule.

Abb. 305.

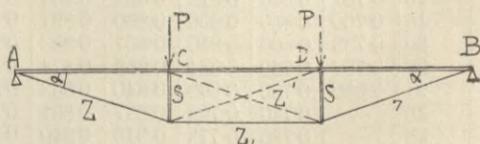


Druck in S : P

$$\text{Zug in Z : } \frac{P}{2 \sin \alpha}$$

II. Armierter Träger mit 2 Säulen.

Abb. 306.



Druck in S : P

$$\text{Zug in Z : } \frac{P}{\sin \alpha}$$

$$\text{,, ,, } Z_1 : P \cotg \alpha$$

4. Gitterträger.

Die Gitterträger setzen sich aus aneinander gereihten Dreiecken zusammen. Deren Seiten heißt man Stäbe; ihre Ecken Knotenpunkte.

Es bezeichnen

- a) die Zahl der Auflagerunbekannten
(siehe S. 53)
s " " " Stäbe — abzuzählen
k " " " Knotenpunkte "

Ein Träger ist

- a) statisch bestimmt,
falls $a + s - 2k = 0$
b) n-fach statisch unbestimmt,
falls $a + s - 2k = n$

Man soll statisch bestimmte Träger möglichst vermeiden.

Die Stäbe, welche von einem Auflager zum nächsten laufen und die obere [untere] Begrenzung des Gitterträgers geben, bilden den Obergurt [Untergurt] und heißen Gurtstäbe. Zwischen ihnen liegen die Gitterstäbe. Vertikal gerichtete heißen Vertikale; schiefe nennt man Diagonale.

Bei abwärts wirkenden Belastungen sind beansprucht:

- die Obergurtstäbe auf Druck,
" Unter " " " Zug,
" Gitterstäbe abwechselnd auf Zug und Druck, u. zw. die Stäbe, welche gegen die Trägermitte fallen [steigen], auf Zug [Druck].

Nachdem man die Stabspannungen nach den Lehren der Mechanik (am besten zeichnerisch) bestimmt hat, dimensioniert man die Stäbe.

1. Gurtstäbe.

- a) Obergurt: 2 Winkeleisen in T-Form; wenn erforderlich, mit Stehblech und Gurtplatten.
b) Untergurt: 1 oder 2 Flacheisen, besser 1 Winkeleisen, bei langen Stäben 2 Winkeleisen in 1-Form.

2. Gitterstäbe.

- a) Zugstäbe: 1 oder 2 Flacheisen oder Winkeleisen.
b) Druckstäbe: sind stets steif zu konstruieren, damit sie nicht ausknicken können. Sie müssen für 2 aufeinander normale Achsen gleiche Trägheitsmomente haben.

kurze schwach belastete:	1 Winkeleisen	} +-Form.
lange oder stark "	2 "	
sehr lange oder sehr stark belastete:	4 "	

Besteht ein Stab aus mehreren Fassoneisen, so sind diese in Abständen von 15 cm zu vernieten.

Abb. 307. System Long.

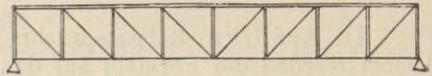


Abb. 308. System Town.¹⁾

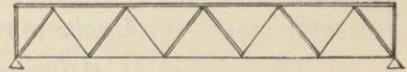
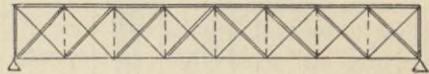


Abb. 309. System Howe.²⁾



- Druckstäbe.
— Zug " "
- - - Neben "

¹⁾ sprich: Taun (engl.)

²⁾ " Hau "

I. Auf Zug beanspruchte Stäbe.

F Nutzquerschnitt des Stabes abzügl. Nietlöcher (cm^2)

$k_z = 1000 \text{ kg/cm}^2$ zulässige Inanspruchnahme auf Zug

Z im Stabe wirkende Zugspannung (kg)

$$F = \frac{Z}{k_z} = \frac{Z}{1000}$$

II. Auf Druck beanspruchte Stäbe.

Hiebei werden die Formeln auf den Seiten 76—80 benützt.

Nietlöcher in der Mitte der Druckstäbe sind zu vermeiden.

Details von Knotenpunkten.

Howe'sche Träger.

Abb. 310.

Abb. 311.

Abb. 312.

Abb. 313.

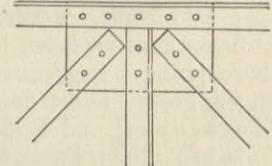
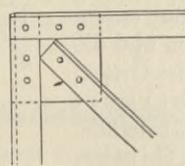
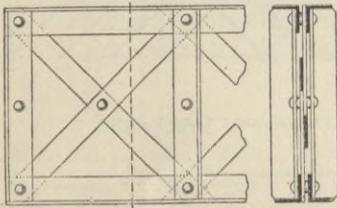


Abb. 311: Querschnitt zu Abb. 310.

Abb. 312, 313: Varianten zu Abb. 310.

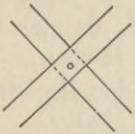
Abb. 314.

Abb. 315, 316: Grundrisse zu 314.

Abb. 317.

Abb. 315.

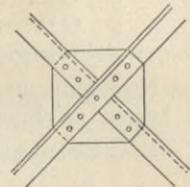
Variante zu Abb. 314.



I. Art.

Abb. 316.

II. Art.



Town'sche Träger.

Abb. 318.

Abb. 319.

Abb. 320.

Abb. 321.

Abb. 322.

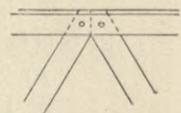
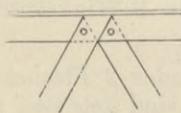
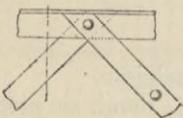
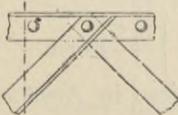


Abb. 323.

Abb. 320, 322: Varianten zu Abb. 318.

Abb. 319: Querschnitt zu Abb. 318.

Abb. 321: " " " 320 und 322.



§ 3. Träger aus Eisenbeton.

Sie geben zuweilen einen sehr zweckmäßigen Ersatz der eisernen Träger.

Die Konstruktion und Berechnung erfolgen nach den bei den Eisenbetondecken angegebenen Grundsätzen.

IV. Kapitel.

Stützen.

Als Säulen sind nur die Stützen zu bezeichnen, die einen kreisförmigen, quadratischen oder polygonalen Querschnitt haben. Die anderen sind Stützen oder Ständer zu nennen.

1. Eiserner Stützen bieten die größte Tragfähigkeit und gestatten die geringsten Querschnittsabmessungen, sind aber nur dann feuersicher, wenn sie eine feuerbeständige Ummantelung haben (Mauerwerk aus guten Ziegeln in Zementmörtel, Beton oder Eisenbeton); sonst werden sie vom Feuer zerstört. Entweder richtet sie schon der Brand zu Grunde, oder sie springen durch das Bespritzen beim Löschen. Ganz besonders gefährlich ist ihre Ausdehnung infolge der Erhitzung. Der Schub, den sie dadurch auf die Bauteile, die sie tragen, äußern, beschädigt, ja zerstört diese, und sie selbst verkrümmen sich und zerbrechen schließlich infolge des Widerstandes, den ihre Lasten der Ausdehnung entgegensetzen.

2. Hölzerne Stützen haben sich bei vielen Bränden bestens bewährt, da sie nur ankohlen, aber nicht verbrannt.

3. Steinerne Stützen können bedeutende Lasten aufnehmen, sind bei feuerbeständigem Steine feuersicher und auch sonst ungemein dauerhaft und widerstandsfähig, erfordern aber beträchtliche Abmessungen. Am besten sind solche aus festem, widerstandsfähigem Haustein oder aus Klinkern in Portlandzementmörtel.

4. Sehr gut, was Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Feuersicherheit anbelangt, sind Stützen aus Eisenbeton.

§ 1. Statische Berechnung.

Bezeichnungen:

P zulässige Belastung, Tragfähigkeit der Stütze (*kg*)

l deren freie Länge (*cm*)

Hat der Fuß eine sehr breite Basis, so ist l von der Fußoberkante zu rechnen.

F Querschnittsfläche (*cm²*)

J kleinstes Trägheitsmoment (*cm⁴*)

Bei unsymmetrischen Querschnitten ist das kleinere von den auf die beiden Hauptachsen bezogenen Trägheitsmomenten einzusetzen.

Wenn die Stütze durch eine Zwischenkonstruktion am Ausknicken in der Richtung der einen Biegeebene verhindert wird, so ist das Trägheitsmoment für die andere einzusetzen.

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}} \text{ Trägheitsradius (cm)}$$

k_d zulässige Inanspruchnahme der Stütze auf Druck (*kg/cm²*)

k_k " " " " bei Knickung "

$$\frac{P}{F} \text{ darf nie } > k_d \text{ sein.}$$

I. Stützen aus Holz, Gußeisen und Schmiedeisen.

A. Zentrische Belastung.

1. Nach Euler.

Diese Formeln gelten nur, wenn

$$\frac{l}{i} \geq \begin{array}{ll} 80 & \text{bei Gußeisen} \\ 112 & \text{„ Schmiedeisen} \\ 105 & \text{„ Flußeisen} \\ 110 & \text{„ Holz.} \end{array}$$

Werden diese Werte nicht erreicht, so sind die Formeln unter (2) zu verwenden.

E Elastizitätsmodul (kg/cm^2) — n Sicherheitsgrad — l ist in *cm* eingesetzt.

$$P = \frac{c \pi^2 E J}{n l^2} = m \frac{J}{l^2} \quad m = \frac{c \pi^2 E}{n}$$

$$J = \frac{n}{c \pi^2 E} P l^2 = \frac{P l^2}{m}$$

Darin kann man $\pi^2 = 10$ setzen.

Tabelle für *c*. †)

Fall	Von den Enden der Stütze sind				c
	frei	eingespannt	frei	eingespannt	
			und in der Richtung der ursprünglichen Stabachse geführt		
I	1	1	—	—	1/4
II	—	—	2	—	1
III	—	1	1	—	2
IV	—	—	—	2	4

Tabelle für *m* †)

falls P und E in t und l in m eingesetzt werden.

Material	Elastizitätsmodul E (t/cm^2)	Sicherheitsgrad n	m			
			I	II	III	IV
Schmiedeisen	2000	5	1	4	8	16
Flußeisen	2150		1.075	4.3	8.6	17.2
Flußstahl	2200		1.1	4.4	8.8	17.6
Gußeisen	1000	10 oder { 8*) 12**)	0.25	1	2	4
Holz	1200	8--10 od. { 10*) 15**)	0.3	1.2	2.4	4.8

I. Quadrat mit der Seite a.

$$a^2 = 2l \sqrt{\frac{3P}{m}}$$

II. Rechteck mit den Seiten a und

$$b = \alpha a.$$

$$a^2 = 2l \sqrt{\frac{3P}{\alpha m}}$$

*) Zentrische Belastung. **) Exzentrische Belastung.

†) Gewöhnlich liegt der Fall II vor.

III. Kreis mit dem Durchmesser d . IV. Kreisring mit dem Außendurchmesser d und der Wandstärke δ .

$$d^2 = 81 \sqrt{\frac{P}{m \pi}}$$

$$d^4 - (d - \delta)^4 = \frac{64 P l^2}{m \pi}$$

Tragfähigkeit gußeiserner Säulen in t^*)

mit ringförmigem Querschnitte bei 10-facher Sicherheit

nach der Euler'schen Formel: $P = \frac{\pi^2 E J}{10 l^2}$

Aussen-Durchmesser (mm)	Wandstärke (mm)	Trägheitsmoment (cm^4)	Querschnittsfläche (cm^2)	bei einer Höhe (in m) von:																
				2·40	2·80	3·20	3·60	4·00	4·40	4·80	5·00	5·20	5·40							
80	10	137	22·0	2·38	1·75	1·34	1·06	0·86	0·71	0·59	0·55									
	12	153	25·64	2·66	1·95	1·49	1·18	0·96	0·79	0·66	0·61									
	15	170	30·63	2·95	2·17	1·66	1·31	1·06	0·88	0·74	0·68									
100	12	327	33·18	5·68	4·17	3·19	2·52	2·04	1·69	1·42	1·31									
	15	373	40·06	6·48	4·76	3·64	2·88	2·33	1·93	1·62	1·49									
	20	427	50·27	7·41	5·45	4·17	3·29	2·67	2·21	1·85	1·71									
120	12	601	40·72	10·43	7·67	5·87	4·64	3·76	3·10	2·61	2·40	2·22								
	15	696	49·48	12·08	8·88	6·80	5·37	4·35	3·60	3·02	3·78	2·57								
	20	817	62·83	14·18	10·42	7·98	6·30	5·11	4·22	3·55	3·27	3·02								
140	15	1167	58·91	20·26	14·88	11·40	9·00	7·29	6·03	5·06	4·67	4·31								
	20	1396	75·40	24·22	17·79	13·62	10·76	8·72	7·21	6·05	5·58	5·16								
	25	1564	90·32	27·15	19·95	15·27	12·07	9·77	8·08	6·79	6·26	5·78								
160	15	1815	68·33	31·51	23·15	17·72	14·00	11·34	9·37	7·88	7·26	6·71	6·25							
	20	2199	87·96	38·18	28·05	21·47	16·97	13·74	11·36	9·54	8·80	8·13	7·54							
	25	2498	106·03	43·37	31·86	24·39	19·27	15·61	12·90	10·84	9·99	9·24	8·57							
180	15	2668	77·76	46·32	34·03	26·05	20·59	16·67	13·78	11·58	10·67	9·87	9·15							
	20	3267	100·53	56·72	41·67	31·90	25·21	20·42	16·88	14·18	13·07	12·08	11·20							
	25	3751	121·74	65·12	47·84	36·63	28·94	23·44	19·37	16·28	15·00	13·87	12·86							
200	15	3754	87·18	52·31	47·88	36·66	28·97	23·46	19·39	16·29	15·02	13·88	12·87							
	20	4637	113·10	67·86	59·14	45·28	35·78	28·98	23·95	20·13	18·55	17·15	15·90							
	25	5369	137·45	82·47	68·48	52·43	41·43	33·56	27·73	23·30	21·48	19·86	18·41							
220	20	6346	125·66	75·40	75·40	61·97	48·97	39·66	32·78	27·54	25·38	23·47	21·76							
	25	7399	153·15	91·89	91·89	72·26	57·09	46·24	38·22	32·11	29·60	27·36	25·37							
	30	8282	179·07	107·4	105·6	80·88	63·90	51·76	42·78	35·95	33·13	30·63	28·40							
240	20	8432	138·83	82·34	65·06	52·70	43·55	36·60	33·73	31·81	28·92	26·89	23·42							
	25	9889	168·86	96·57	76·30	61·81	51·08	42·92	39·56	36·57	33·91	31·53	27·47							
	30	11133	197·92	108·7	85·90	69·58	57·50	48·32	44·53	41·17	38·18	35·50	30·92							
260	25	12885	184·57	110·1	99·42	80·53	66·55	55·92	51·54	47·65	44·19	41·09	35·79							
	30	14578	216·77	130·1	112·5	91·11	75·30	63·27	58·31	53·91	49·99	46·49	40·49							
	35	16035	247·40	148·4	123·7	100·2	82·82	69·60	64·14	59·30	54·99	51·13	44·54							
280	25	16435	200·27	120·2	120·2	102·7	84·89	71·33	65·74	60·78	56·36	52·41	45·65							
	30	18673	235·62	141·4	141·4	116·7	96·45	81·05	74·69	69·06	64·04	59·54	51·87							
	35	20625	269·39	161·6	159·1	128·9	106·5	89·52	82·50	76·28	70·73	65·77	57·29							
300	25	20568	215·99	129·6	129·6	128·7	106·3	89·35	82·34	76·13	70·60	65·64	57·18							
	30	23472	254·47	152·7	152·7	146·7	121·2	101·9	93·89	86·80	80·49	74·75	65·20							
	35	26021	291·38	174·8	174·8	162·6	134·4	112·9	104·1	96·25	89·23	82·97	72·28							

*) Österr. Ingenieur- und Architekten-Kalender.

2. Nach Tetmajer.

Wann diese Formeln zu benutzen sind, ist aus Punkt 1 zu ersehen.

$$P = F \frac{K_k}{n}$$

Über n siehe die Tabelle auf Seite 76.

Material	$\frac{l}{i}$	K_k Knickungsfestigkeit (t/cm^2)	k_a (kg/cm^2)
Holz	1.8...100 > 100	0.293 — 0.00194 $\frac{l}{i}$ 987 $\left(\frac{i}{l}\right)^2$	60
Guß Eisen	5...80 > 80	7.76 — 0.12 $\frac{l}{i}$ + 0.00053 $\left(\frac{l}{i}\right)^2$ 9870 $\left(\frac{i}{l}\right)^2$	750
Schweiß Eisen	10...112 > 112	3.03 — 0.0129 $\frac{l}{i}$ 19740 $\left(\frac{i}{l}\right)^2$	700 bis 800
Fluß- Eisen	$K_z < 4000 \text{ kg/cm}^2$ 10 — 105 > 105	3.1 — 0.0144 $\frac{l}{i}$ 21220 $\left(\frac{i}{l}\right)^2$	
	$K_z > 4000 \text{ kg/cm}^2$ 10 — 105 > 105	3.21 — 0.0116 $\frac{l}{i}$ 22200 $\left(\frac{i}{l}\right)^2$	

Falls die Enden als teilweise eingespannt angenommen werden können, kann man setzen

$$l = 0.7 \text{ der Stablänge.}$$

$$P = \eta F \cdot k_d$$

I. Holz.

Kreis- Querschnitt d Durchmesser		Rechteckiger Querschnitt a kleinste Seite	
$\frac{1}{d}$	η	$\frac{1}{a}$	η
< 25	$1.0463 - 0.0277 \frac{1}{d}$	< 29	$1.0463 - 0.0240 \frac{1}{a}$
> 25	$220.31 \left(\frac{d}{1}\right)^2$	> 29	$293.7 \left(\frac{a}{1}\right)^2$
5	0.908	5	0.926
10	0.769	10	0.806
15	0.631	15	0.686
20	0.492	20	0.566
25	0.353	25	0.446
30	0.245	30	0.326
35	0.180	35	0.239
40	0.138	40	0.184
45	0.108	45	0.145
50	0.088	50	0.117

II. Gußeisen.

Beliebiger Querschnitt		Hohle runde Säulen*)	
$\frac{1}{i}$	η	$\frac{1}{d}$	η
< 80	$0.97 - 0.015 \frac{1}{i} + 0.000066 \left(\frac{1}{i}\right)^2$	< 26	$0.97 - 0.047 \frac{1}{d} + 0.00064 \left(\frac{1}{d}\right)^2$
> 80	$1234 \left(\frac{i}{1}\right)^2$	> 26	$127 \left(\frac{d}{1}\right)^2$
10	0.827	10	0.504
20	0.696	15	0.409
30	0.580	20	0.286
40	0.476	25	0.195
50	0.385	30	0.141
60	0.308	35	0.104
70	0.244	40	0.080
80	0.193	45	0.062
90	0.152	50	0.051
100	0.123	55	0.042
110	0.101	60	0.035
120	0.086	65	0.030
130	0.073		
140	0.063		
150	0.055		
160	0.048		
170	0.043		
180	0.038		

*) Die Wandstärke soll $\geq \frac{1}{10}$ des äußeren Durchmessers d sein.

III. Schweißisen.

$$\frac{1}{i} > 102 \quad \eta = 0.866 - 0.0037 \frac{1}{i}$$

$$\frac{1}{i} < 1 \quad \eta = 5640 \left(\frac{i}{1}\right)^2$$

IV. Flußeisen.

$$\frac{1}{i} < 105 \quad \eta = 0.816 - 0.003 \frac{1}{i}$$

$$\frac{1}{i} > 105 \quad \eta = 5384 \left(\frac{1}{i}\right)^2$$

$\frac{1}{i}$	η	$\frac{1}{i}$	η
10	0.829	120	0.392
15	0.811	125	0.361
20	0.792	130	0.334
25	0.774	135	0.309
30	0.755	140	0.288
35	0.738	145	0.268
40	0.718	150	0.251
45	0.700	155	0.235
50	0.681	160	0.220
55	0.663	165	0.207
60	0.644	170	0.195
65	0.626	175	0.184
70	0.607	180	0.174
75	0.589	185	0.165
80	0.570	190	0.156
85	0.552	195	0.148
90	0.533	200	0.141
95	0.515	205	0.134
100	0.496	210	0.128
105	0.478	215	0.122
110	0.459	220	0.117
115	0.426	225	0.111

$\frac{1}{i}$	η	$\frac{1}{i}$	η
10	0.786	120	0.388
15	0.771	125	0.357
20	0.756	130	0.330
25	0.741	135	0.306
30	0.726	140	0.285
35	0.711	145	0.266
40	0.696	150	0.248
45	0.681	155	0.232
50	0.666	160	0.218
55	0.651	165	0.205
60	0.636	170	0.193
65	0.621	175	0.182
70	0.606	180	0.172
75	0.591	185	0.163
80	0.576	190	0.155
85	0.561	195	0.147
90	0.546	200	0.140
95	0.531	205	0.133
100	0.516	210	0.127
105	0.501	215	0.121
110	0.482	220	0.115
115	0.422	225	0.110

Bei genieteten Stäben sollen

die Nietabstände $\leq 7 \times$ Eisenstärke

die Schwächung des Querschnittes durch die Nietlöcher $\leq 12\%$.

3. Nach Navier (Schwarz, Rankine).

$$P = \frac{F k_d}{1 + \alpha \left(\frac{l}{i}\right)^2}$$

Man wählt einen Querschnitt der Gestalt und Größe nach und berechnet für dessen F und $i = \sqrt{\frac{J}{F}}$ sowie für die gegebene P und l die Spannung σ .

$$\sigma = \frac{P}{F} \left[1 + \alpha \left(\frac{l}{i}\right)^2 \right] \text{ muß } \leq k_d$$

Ist σ zu klein [groß], so muß man den Querschnitt so lange verkleinern [vergrößern], bis σ nahezu =, aber $< k_d$

Material	k_d	α
Schweißeisen	750	0·0000435
Flußeisen	875	0·0000769
Schmiedeeisen	800	0·00016
Gußeisen	(500	(0·0003
	(700*)	(0·0006*)
Holz	60	0·00015

Wenn die Säulen beiderseits flach aufsitzen, so ist

$$l = \frac{2}{3} \text{ der Länge zu setzen.}$$

Wird bei Gußeisen $\alpha \left(\frac{l}{i}\right)^2 < 3$, d. h. $l > 136\cdot93 i$, so ist, da $k_z = \frac{k_d}{2}$

sein soll, zu setzen

$$P = \frac{250 F}{\alpha \left(\frac{l}{i}\right)^2 - 1}$$

Die Navier'sche Formel kann auch in folgender Gestalt verwendet werden

$$F - A \frac{F}{J} = B \quad A = \beta \frac{P l^2}{k_d} = \beta B l^2 \quad C = \frac{A}{B^2}$$

$$B = \frac{P}{k_d}$$

I. Quadrat.

$$a = \text{Quadratseite} \quad a^2 = \frac{B}{2} \left(1 + \sqrt{1 + 48C}\right)$$

II. Rechteck.

$$\begin{aligned} a \text{ u. } b &= \text{Seiten} \\ b &= a \end{aligned} \quad a^2 = \frac{B}{2a} \left(1 + \sqrt{1 + 48aC}\right)$$

III. Kreis.

$$d = \text{Durchmesser} \quad d^2 = \frac{2B}{\pi} \left(1 + \sqrt{1 + 16\pi C}\right)$$

B. Exzentrische Belastung.

1. Bloß vertikale Lasten.

Bezeichnungen:

R Resultante aller auf die Stütze wirkenden äußeren Kräfte einschließl. Eigengewicht (*kg*)

e Entfernung der R von der Stützenachse (*cm*)

M Biegemoment der R bezügl. der Stützenachse (*kgcm*)

F Querschnittsfläche der Stütze (*cm²*)

W Widerstandsmoment der Stütze (*cm³*)

$$M = Re \text{ (kgcm)}$$

*) nach Bauschinger, für liegend gegossene Gußeisensäulen.

Die Grenzspannungen sind (siehe S. 147):

$$\sigma_1 = \frac{R}{F} \left(1 + \frac{eF}{W} \right) \text{ muß } \leq k_d \text{ sein.}$$

$$\sigma_2 = \frac{R}{F} \left(1 - \frac{eF}{W} \right) \text{ muß, falls es } < 0, \leq k_z \text{ sein.}$$

Wenn $\sigma_2 < 0$ und sehr groß ist, so soll man nicht Gußeisen, sondern Schmiedeisen verwenden.

2. Auch schiefe Lasten.

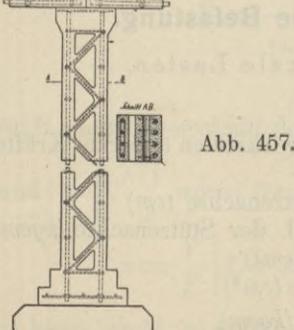
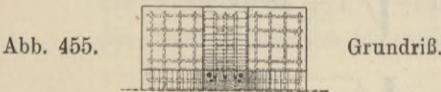
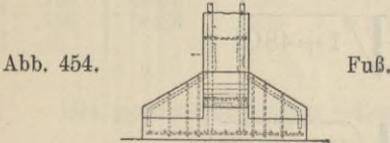
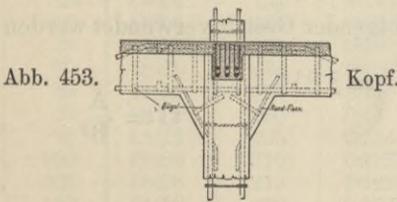
Die Grenzspannungen σ_1 und σ_2 sind aus der Vertikalkomponenten N der Resultanten R aller äußeren Kräfte einschließl. Eigengewicht zu berechnen. In obigen Formeln ist N statt R zu setzen.

Solche Stützen sind aus Schmiedeisen herzustellen.

Das Moment, das die schiefe Last erzeugt, ist von der Verankerung des Stützenfußes aufzunehmen.

II. Stützen aus Eisenbeton.

Über Eisenbeton siehe S. 282.



Stützenfuß.
Abb. 458.

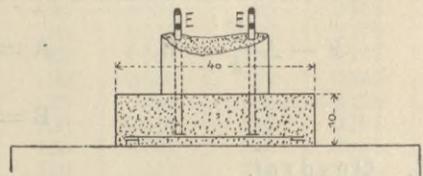


Abb. 459.
Grundriß.

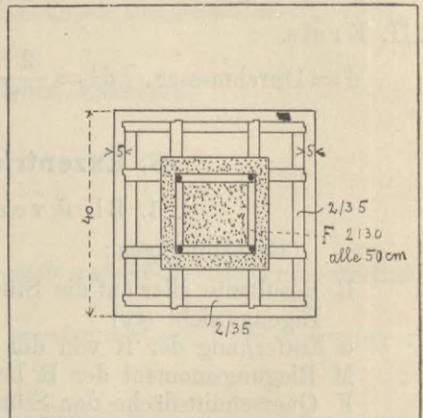
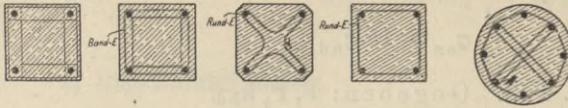


Abb. 456: Stütze und Träger nach Visintini.

Querschnitte von Eisenbetonsäulen
mit den Querverbänden der Eiseneinlagen.

Abb. 460. Abb. 461. Abb. 462. Abb. 463. Abb. 464.



Bezeichnungen:

P Belastung (kg)
 F Querschnittsfläche (cm²)
 F_b Betonquerschnitt „
 F_e Eisen „ „
 L freie Länge (cm)
 J kleinstes Trägheitsmoment von F (cm²)

J_b „ „ „ F_b „
 J_e „ „ „ F_e „

$$F_1 = F + 14 F_e$$

$$J_1 = J + 14 J_e$$

$$i = \sqrt{\frac{J_1}{F_1}} \text{ Trägheitshalbmesser (cm)}$$

k_{bd} zulässige Inanspruchnahme des Betons auf Druck (kg/cm²)
 k_{bk} desgl. bei Knickung

Weiters siehe S. 300.

F_e soll stets > 0.008 F sein.

Falls F_e > 0.002 F ist, so darf man nicht F_e in Rechnung setzen, sondern nur $0.015 F + \frac{F_e}{4}$.

a) Zentrische Belastung.

1. $\frac{L}{i} \leq 20$.

I. Fall. Gegeben: F, F_e, σ_{bd} = k_{bd}.

$$P = (F + 14 F_e) k_{bd}$$

II. Fall. Gegeben: F, F_e, P.

$$\sigma_{bd} = \frac{P}{F + 14 F_e}$$

$$\sigma_{ez} = 15 \sigma_{bd}$$

III. Fall. Gegeben: F, P, k_{bd}.

$$F_e = \frac{1}{14} \left(\frac{P}{k_{bd}} - F \right)$$

2. $\frac{L}{i} > 20$.

I. Fall. Gegeben: F, F_e, σ_{bd} = k_{bd}.

$$P = (F + 14 F_e) \left(1.12 - 0.06 \frac{L}{i} \right) k_{bd}$$

II. Fall. Gegeben: F, F_e, P .

$$\sigma_{bd} = \frac{P}{(F + 14 F_e) \left(1.12 - 0.006 \frac{L}{i} \right) k_{bd}}$$

$$\sigma_{ez} = 15 \sigma_{bd}$$

III. Fall. Gegeben: F, P, k_{bd} .
Gesucht: F_e .

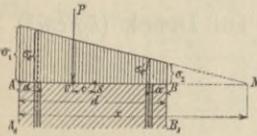
a) F_e ist so zu bestimmen, daß es der folgenden Gleichung entspricht

$$4.48 F_e - 0.006 L \sqrt{\frac{F + 14 F_e}{J + 14 J_e}} = \frac{P}{k_{bd}} - 1.12 F$$

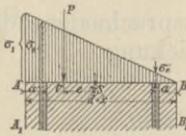
b) oder man nimmt F_e schätzungsweise an, ermittelt wie im II. Falle $\sigma_{e,z}$. Ist dieses wesentlich größer [kleiner] als $k_{e,z}$, so ist F_e entsprechend zu $\frac{1}{2}$ verringern [vergrößern].

b) Exzentrische Belastung.

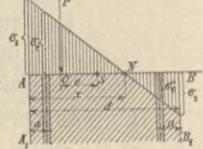
I.
Abb. 465.



II.
Abb. 466.



III.
Abb. 467.



I. Fall. $e < \frac{J_1}{F_1 e_2}$ $\sigma_1 = P \left(\frac{1}{F_1} + \frac{e e_1}{J_1} \right)$ muß $\leq k_{bd}$

$\sigma_e = \frac{n}{d} \left[(d - a) \sigma_1 + a \sigma_2 \right]$ „ $\leq k_{ek}$

II. Fall. $e = \frac{J_1}{F_1 e_2}$ $\sigma_1 = \frac{2P}{F_1}$ „ $\leq k_{bd}$

$\sigma_e = n \frac{d - a}{a} \sigma_1$ „ $\leq k_{ek}$

III. Fall. $e > \frac{J_1}{F_1 e_2}$ $\sigma_1 = P \left(\frac{1}{F_1} + \frac{e e_1}{J_1} \right)$ „ $\leq k_{bd}$

$\sigma_2 = P \left(\frac{1}{F_1} - \frac{e e_1}{J_1} \right)$ „ $\leq k_{bz}$

$\sigma_e = \frac{n}{d} \left[(d - a) \sigma_1 + a \sigma_2 \right]$ „ $\leq k_{ek}$

Falls $\sigma_2 < \frac{a}{d - a} \sigma_1$ muß auch noch

$\sigma'_e = \frac{n}{d} \left[(d - a) \sigma_2 - a \sigma_1 \right] \leq k_{ez}$

Wenn $\frac{L}{i} = 10 \dots 105$ ist, so ist $k_{ek} = \left(0.816 - 0.003 \frac{L}{i}\right) k_{ed}$

„ „ > 105 $k_{ek} = 5580 \left(\frac{i}{L}\right)^2 k_{ed}$

c) Umschnürter Beton.

An Stelle gerader Eisen, die parallel zur Stützenachse liegen, sind in den Beton spiralförmige Eisen eingebettet [468].

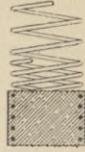
F_s bezeichnet die Querschnittsfläche (cm^2) der Längseisen, deren Gewicht = dem der Spiralen ist.

Statt F_1 ist in den Formeln unter a) zu setzen:

$$F' = F + 14 F_e + 30 F_s$$

Falls $F' > 1.4 (F + 14 F_e)$ oder $> 1.9 F_b$ ist, so hat man für F' den kleineren dieser beiden Werte zu setzen.

Abb. 468.

Abb. 469.
Grundriß.

III. Stützen aus Stampfbeton

ohne Eisenanlagen.

Über Beton siehe S. 137, über dessen zulässige Inanspruchnahmen k_{bd} , k_{bz} , k_{bs} siehe S. 137, 285, 288, 298.

Die Bedeutung der Bezeichnung ist nach S. 83 u. 300 zu entnehmen.

a) Zentrische Belastung.

1. $\frac{L}{i} \leq 20$.

I. Fall. Gegeben: F , k_{bd} .

$$P = F k_{bd}$$

II. Fall. Gegeben: P , F

$$\sigma_{bd} = \frac{P}{F}$$

III. Fall. Gegeben: P , k_{bd} .

$$F = \frac{P}{k_{bd}}$$

2. $\frac{L}{i} > 20$.

I. Fall. Gegeben: F , J , L , k_{bd} .

$$P = \left(1.12 - 0.006 \frac{L}{i}\right) F k_{bd}$$

II. Fall. Gegeben: P , F , J , L .

$$\sigma_{bd} = \frac{P}{\left(1.12 - 0.006 \frac{L}{i}\right) J}$$

III. Fall. Gegeben: P , k_{bd} .

Die Querschnittsfläche muß so beschaffen sein, daß folgende Gleichung erfüllt wird

$$1.12 F - 0.006 L \sqrt{\frac{F^3}{J}} = \frac{P}{k_{bd}}$$

b) Exzentrische Belastung.

I. Fall.	$\frac{J}{F e_1} > e$	$\sigma_1 = P \left(\frac{1}{F} + \frac{e e_1}{J} \right)$	muß $\leq k_{bd}$
II. Fall.	$\frac{J}{F e_1} = e$	$\sigma_1 = \frac{2P}{F}$	„ „
III. Fall.	$\frac{J}{F e_1} < e$	$\sigma_1 = P \left(\frac{1}{F} + \frac{e e_1}{J} \right)$	„ „
		$\sigma_2 = P \left(\frac{1}{F} - \frac{e e_1}{J} \right)$	„ $\leq k_{bz}$

Sonderfälle.

1. Rechteck.

I. Fall.	$e < \frac{d}{3}$	$\sigma_1 = \frac{P}{bd} \left(1 + \frac{6e}{d} \right)$	muß $\leq k_{bd}$
II. Fall.	$e = \frac{d}{3}$	$\sigma_1 = \frac{2P}{bd}$	„ „
III. Fall.	$e > \frac{d}{3}$	$\sigma_1 = \frac{P}{bd} \left(1 + \frac{6e}{d} \right)$	„ „
		$\sigma_2 = \frac{P}{bd} \left(1 - \frac{6e}{d} \right)$	„ $\leq k_{bz}$

2. Quadrat.

In den unter 1. angeführten Formeln ist $b = d$ zu setzen.

3. Kreis.

I. Fall.	$e < \frac{d}{8}$	$\sigma_1 = \frac{4P}{\pi d^2} \left(1 + \frac{8e}{d} \right)$	muß $\leq k_{bd}$
II. Fall.	$e = \frac{d}{8}$	$\sigma_1 = \frac{8P}{\pi d^2}$	„ „
III. Fall.	$e > \frac{d}{8}$	$\sigma_1 = \frac{4P}{\pi d^2} \left(1 + \frac{8e}{d} \right)$	„ „
		$\sigma_2 = \frac{4P}{\pi d^2} \left(1 - \frac{8e}{d} \right)$	„ $\leq k_{bz}$

§ 2. Eiserne Stützen.*)

Sie bestehen aus:

1. Schaft, 2. Fuß, 3. Kopf.

A. Schaft.

Man stellt ihn her aus Gußeisen oder Schmiedeisen.

I. Stützen aus Gußeisen.

Stehend gegossene sind besser als liegend gegossene.

Die Wandstärke δ soll innerhalb eines Gußstückes nicht jäh wechseln.
min $\delta = 10 \text{ mm}$.

Vorzüge:

- a) Die gußeisernen Stützen sind an Feuerbeständigkeit den schmiedeisernen mindestens gleichwertig.
b) Selbst komplizierte Formgebungen, namentlich architektonisch reichhaltige Ausgestaltungen der Köpfe und Füße sind leicht ausführbar.

Mängel:

- a) Sie haben leicht Gußfehler und Gußspannungen, was zum Bruch führen kann;
b) sind sehr spröde gegen Stöße;
c) dürfen Zugspannungen nicht erleiden.

Am zweckmäßigsten sind runde hohle Säulen. Anders gestaltete macht man nur dann, wenn besondere Umstände dazu drängen.

1. Kreisrunde hohle Säulen.

Durchmesser $d = 80-500 \text{ mm}$

Wandstärke $\delta = 10-60 \text{ "}$
 $= 12-34 \text{ "}$ gewöhnlich.

Siehe auch die Abb. 338—348, 359—383.

2. Quadratische hohle Säulen.

Quadratseite $a = 80-400 \text{ mm}$

Wandstärke $\delta = 10-50 \text{ "}$
 $= 10-30 \text{ "}$ gewöhnlich.

3. Rechteckige hohle Stützen.

Dicke $a = 80-240 \text{ mm}$

Breite $b = 2a, 3a \text{ oder } 4a$

Wandstärke $\delta = 10-36 \text{ mm}$

4. I-förmige Ständer.

Flanschbreite $b = 40-400 \text{ mm}$

Steghöhe $h = 2b \text{ oder } \frac{2}{3}b$

Stärke $\delta = 10-70 \text{ mm}$

5. Zusammengesetzte Querschnitte.

Abb. 324.

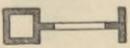


Abb. 325.

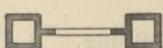


Abb. 326.

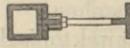


Abb. 327.



*) Siehe die Fußnote auf S. 47.

II. Stützen aus Schmiedeeisen.

Vorschriften des Wiener Stadtbauamtes.

Schmiedeeiserne Stützen unter Mittelmauern müssen feuersicher ummantelt sein und sind nur dort zulässig, wo sie stets leicht zugänglich bleiben, und wo nicht Stoffe angehäuft sind, die leicht und unter Entwicklung großer Hitze in Brand geraten können.

Die kleinste Querschnittsabmessung muß $\geq \frac{1}{15}$ der Höhe betragen.

Der Querschnitt darf nicht aus schwachen Bestandteilen zusammengesetzt sein, welche leicht dem vollständigen Glühen unterliegen.

Lassen sich Konstruktionen mit Gitterwerk nicht vermeiden, so ist der Hohlraum des schmiedeisernen Ständers mit Beton gänzlich auszufüllen, so daß das Gitterwerk außen durch eine wenigstens 6 cm starke Betonschicht eingehüllt ist. Der Beton ist aus gutem, nicht treibendem Portlandzement herzustellen.

Kommen vollständig geschlossene Profile vor, so muß das Innere nicht ausgefüllt werden, ist aber durch Anstrich gegen Rostbildung zu schützen.

Die schmiedeisernen Stützen sind der ganzen Höhe nach mit mindestens $\frac{1}{2}$ Stein starkem Mauerwerk aus feuerbeständigen Vollziegeln in Mörtel aus gutem, nicht treibendem Portlandzement so zu verkleiden, daß zwischen Eisen und Mauerwerk eine 2 cm starke Portlandzementmörtelschicht liegt. Diese Eisenflächen sind, damit der Mörtel gut anschließt, nicht anzustreichen.

In diese Ummantelung dürfen weder Gasrohre noch sonstige Leitungen eingelegt, und es dürfen keine Schwächungen des Mauerwerkes vorgekommen werden.

Die Ummantelung darf nicht belastet werden.

Die Unterlagen dieser Ständer müssen so beschaffen sein, daß ein Brand ihre Tragfähigkeit nicht beeinträchtigen kann.

Die auf den Ständern liegenden Deckenträger sind, wenn möglich, mit ihren Unterflanschen in eine Ebene zu verlegen und allseits einzumauern. Sonst sind die vorstehenden Teile wie die Ständer zu ummanteln.

Die Deckenträger sind so aufzulagern, daß sie infolge der Ausdehnung bei einem Brande die vertikale Lage und die Standfestigkeit des Ständers nicht beeinträchtigen.

Die mit den Ständern direkt in Verbindung stehenden Träger dürfen nicht fest eingemauert werden.

Vorzüge der schmiedeisernen Stützen gegenüber den gußeisernen:

a) Leichter Anschluss an die von der Säule getragene Eisenkonstruktion.
b) Ein Anschluss von Transmissionen, Maschinenteilen u. dgl. ist auch nachträglich noch gut ausführbar.

c) Da Zugspannungen auftreten dürfen, so können auch Momente aufgenommen werden.

d) Mit den schmiedeisernen Stützen kann man die größten Tragfähigkeiten erreichen, auch exzentrische sowie schiefe Belastungen und Stöße aufnehmen.

Mängel:

a) Nüchternes Aussehen.

b) Schwierige architektonische Ausgestaltung.

c) Die röhrenförmigen haben den Nachteil, daß sich der Anstrich im Innern nicht erneuern läßt.

1. Geschweißte Röhren.

Siehe die Abb. 364—368.

Äußerer Durchmesser $d = 40—500 \text{ mm}$

Wandstärke $\delta = 3—20 \text{ „}$

Sie gestatten leicht das Anbringen architektonischer Verzierungen.

Es ist möglich, Röhren mit gegen den Kopf abnehmenden Durchmesser zu erzeugen.

2. 4 Quadranteisen.

Wenn an diese Säulen Träger anschließen, so sind zwischen den Flanschen der Quadranteisen Zwischenräume zu lassen, in welche die Stege der Träger gesteckt werden; deren Flanschen sind abzuzwicken [329].

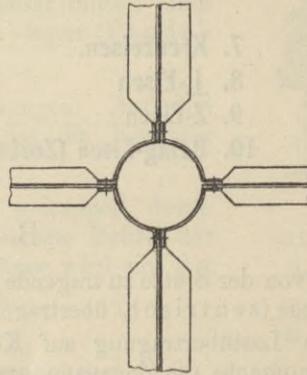
Siehe auch die Abb. 349.

Abb. 328.



Abb. 328—337 sind Grundrisse.

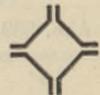
Abb. 329.



3. 4 Quadratsäuleneisen.

Sie eignen sich, wenn große Lasten zu tragen sind [330].

Abb. 330.



4. I-Eisen mit Flacheisen.

Falls eine sehr große Last aufzunehmen ist, und die Stütze eine geringe Breite haben soll, sind sie sehr zu empfehlen.

Man verwendet sie gern

- bei den Schaufenstern der Geschäftslokale;
- „ Fabriken, da sie sich sehr gut für den Anschluß der Transmissionen u. dgl. eignen.

Siehe auch Abb. 356—358, 401—404.

Abb. 331.



Abb. 332.



5. I-Eisen.

Sie sind sehr zweckmäßig, namentlich wenn die Beanspruchung in der Richtung des Steges erfolgt; auch billig.

Siehe auch Abb. 353—355, 401—405.

6. 4 Winkeleisen.

Abb. 333.



Abb. 334.



Abb. 335.



Abb. 336.

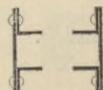
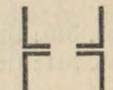


Abb. 337.



Man verwendet sie sehr häufig, da sie sehr einfach sind und einen guten Anschluß von Trägern u. dgl. gestatten.

Sie passen namentlich für kleinere Belastungen.

Der Zwischenraum zwischen den Winkeleisen = 5—20 mm.

Damit die 4 Winkeleisen wie ein Ganzes wirken, sind sie durch angenietete Flacheisengitterwerke zu verbinden.

Bei größeren Belastungen legt man noch Bleche oder Flacheisen zwischen die Winkeleisen.

Siehe auch Abb. 387—400.

- 7. **Kreuzeisen.**
- 8. **L-Eisen**
- 9. **Z-Eisen**
- 10. **Belag-Eisen (Zorès-Eisen)**

werden selten verwendet.

B. Kopf.

Die von der Stütze zu tragende Last muß in der Stützenachse (zentrisch) übertragen werden [338].

Eine Lastübertragung auf Konsolen erzeugt Biegemomente, die Zugspannungen hervorrufen, ist daher zu vermeiden.

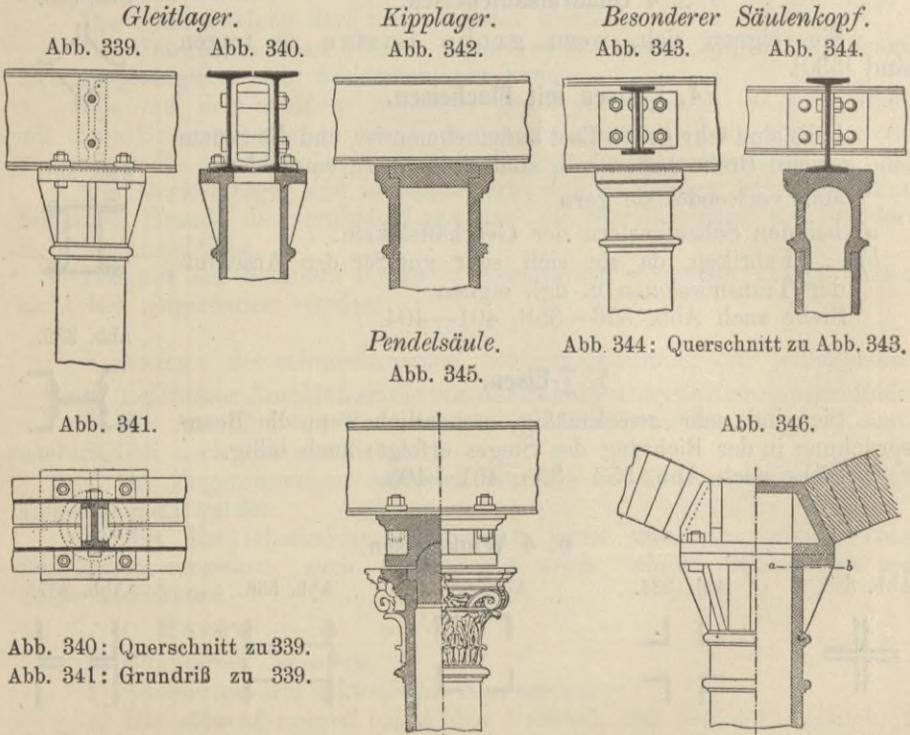
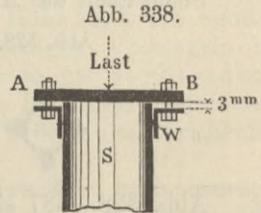


Abb. 340: Querschnitt zu 339.
Abb. 341: Grundriß zu 339.

Abb. 344: Querschnitt zu Abb. 343.

Sind aus architektonischen Gründen Konsolen anzubringen, so sollen sie unbelastet bleiben.

Die Übertragung von Lasten muß unmittelbar auf die Stütze erfolgen, nicht auf Zwischenstücke [338].

Abb. 342: Die Kopfplatte hat eine gewölbte Oberfläche.

Trägt die Stütze eine Eisenkonstruktion, die infolge der Ausdehnung durch eine Temperaturerhöhung einen Schub auf den Kopf äußern kann, so ist dieser mittels eines Gelenkes beweglich auf den Schaft zu legen (Pendelsäulen) [345].

Abb. 346: Die Säule trägt Wölbungen. Auf den Kopf ist ein Gußstück aufgeschraubt, das die Kämpferflächen liefert.

Abb. 347, 348: Beide Träger sind gekuppelt durch 2 Schraubenbolzen und ein Gußstück, das die Rohre der Stehbolzen (Abb. 299) ersetzt. Jeder Träger wird mit der Kopfplatte durch 2 Schrauben verbunden.

Siehe auch die Abb. 345.

Pendellager.

Abb. 347.

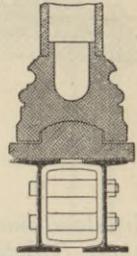


Abb. 348.

Grundriß.



C. Fuß.

Man macht

- a) nur eine an das untere Ende des Schaftes angegossene Fußplatte [362, 369] oder
- b) einen eigenen guß- oder schmiedeisernen Stützenfuß [349, 367, 424, 428—350, 353, 356, 389, 393, 398, 403, 407, 411, 417].

Die Stützen stehen auf (wenigstens 30 cm hohen) Unterlagsquadern aus festem, hartem Stein (Kalk-, Sandstein, Granit u. dgl.), die auf dem Mauerwerk liegen.

Die Quadern sollen rings 3—10 cm über den Fuß vorstehen.

Zwischen Stützenfuß und Quader legt man

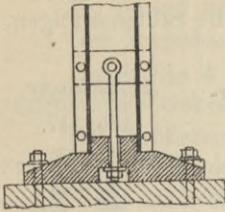
- a) eine 8—15 mm dicke Zementschicht oder
- b) besser eine 3 mm dicke Bleiplatte.

Um den Stützenfuß gegen Verschieben zu sichern, gibt man ihm gerade oder kreuzförmige Rippen von mindestens 30 mm Stärke, die in die Unterlage eingreifen. Anker oder Steinschrauben sind entbehrlich.

Steht die Stütze auf eisernen Trägern, so soll man den Schaft beweglich lagern [347], damit der Durchbiegung der Träger entsprochen werden kann.

1. *Gußeiserner Stützenfuß.*

Abb. 349.



3. *Schmiedeeiserne Stützenfüße.*

I.

Abb. 353.
Vorderansicht.

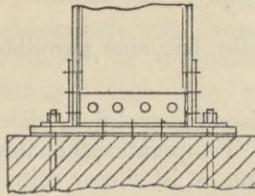


Abb. 354.
Seitenansicht.

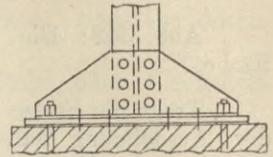


Abb. 355.
Grundriß.

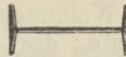


Abb. 356.
Vorderansicht.

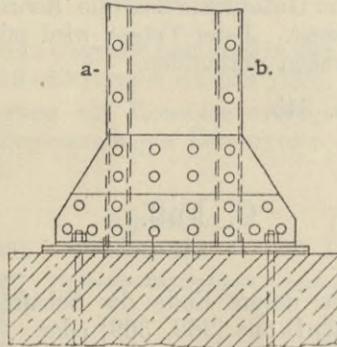
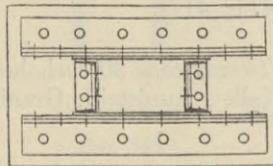
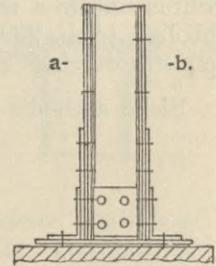


Abb. 358.
Schnitt a. b.



II.

Abb. 357.
Seitenansicht.



2.

Aufstand eines I-förmigen Ständers auf Trägern.

Abb. 350. Abb. 351.

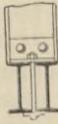
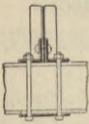


Abb. 352.
Grundriß.



[349].

Der Schaft besteht aus 4 Quadranteisen. Er ist mit dem Fuß durch eine Rundeisenstange verbunden, deren unteres Ende durch den Fuß gesteckt und mit einer Schraubenmutter festgestellt ist, während das obere Ende mittels eines Auges an einem Blechstreifen befestigt ist, der zwischen 2 der Quadranteisen steckt.

[350—352].

Der Ständer ist mit den Trägern, auf denen er steht, verbunden durch 2 Bolzen, welche oben zwei an den Ständerfuß genietete Winkeleisen fassen und unten sich gegen eine den Trägern vorgelegte Eisenplatte stemmen.

[353—355].

Ständer: Γ -Eisen, Fuß: Eisenplatte, mittels 2 Winkeleisen mit dem Steg des Γ -Eisens und mittels je eines Knotenbleches und eines Winkeleisens mit dessen Flanschen verbunden.

[356—358].

Der Schaft ist ein aus 2 \square -Eisen und 2 Blechen zusammengesetzter Kasten-träger. Die Verbindung mit dem Fuße erfolgt wie in 353, 354.

Abb. 364.

Abb. 366.
Schnitt cd.

Abb. 359.
Ansicht. Längsschnitt.

Abb. 361.
Querschnitt.

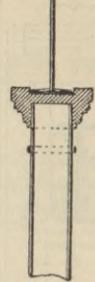
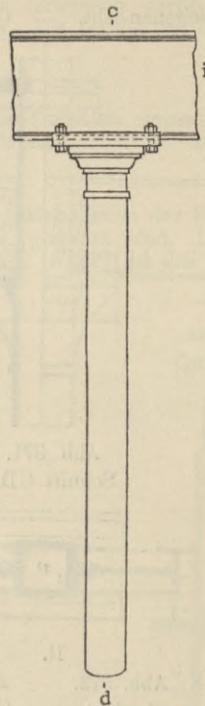
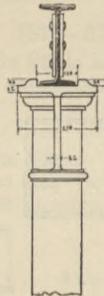
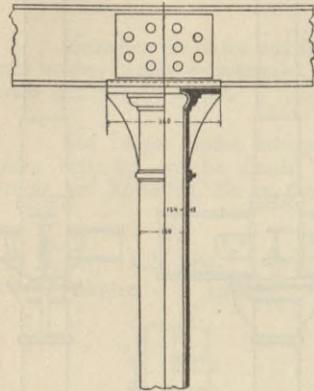


Abb. 360.

Abb. 362.
Draufsicht.

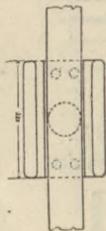
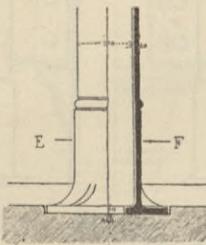


Abb. 365.

Abb. 367.
Schnitt gh.



[359—363].

Gußeiserne Säule. Kopf und Fuß angegossen. Die Kopf- und Fußplatten durch Rippen verstärkt.

Abb. 363.
Schnitt EF.

[364—368].

Die Säule ist ein Schmiedeeisenrohr, der Kopf und der Fuß sind Gußstücke.

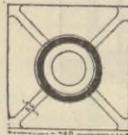
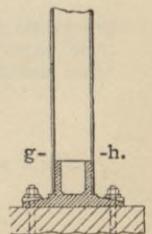
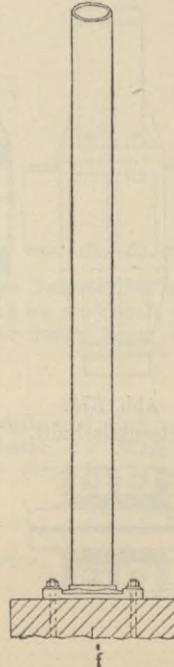


Abb. 359—363, 369—371 nach Hanisch. —
Abb. 339—348, 350—352, 372—374, 377—400,
406—430 aus: Lauenstein, Die Eisenkonstruk-
tionen. — Abb. 329, 338, 349, 353—358, 364—
368 aus: Scharowski, Musterbuch. — Abb. 375,
376, 401—405 nach Wahlberg.

Abb. 368.
Schnitt ef.



D. Übereinanderstehende Stützen.

I. Gußeiserne Säulen.

I.

III.

Abb. 369.

Seitenansicht.

Querschnitt.

Abb. 375.

Abb. 376.

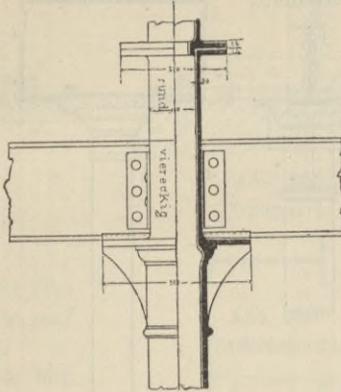
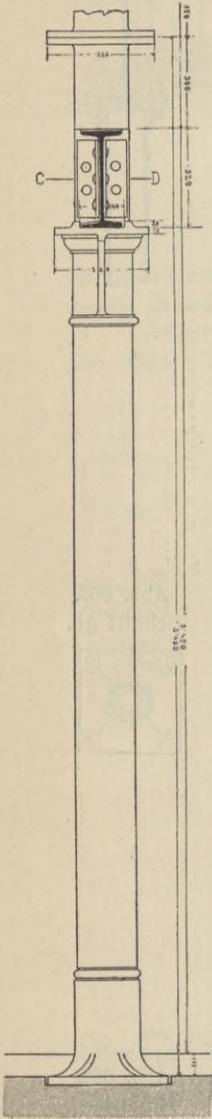
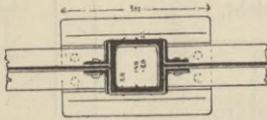


Abb. 371.
Schnitt CD.



II.

Abb. 372.
Ansicht.

Abb. 373.
Querschnitt.

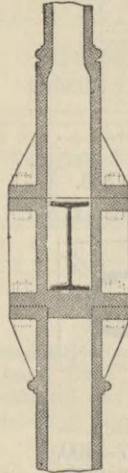
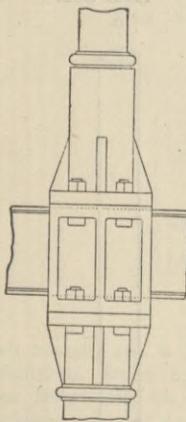
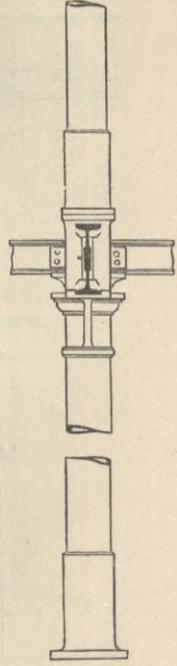
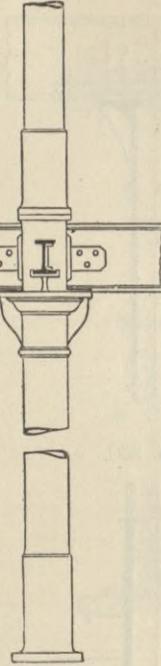
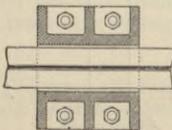


Abb. 374.
Horizontalschnitt.



IV.

Abb. 377.
Schnitt.

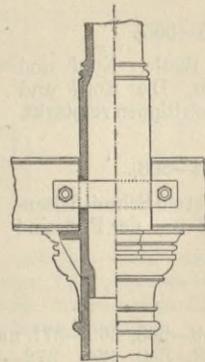


Abb. 379.
Grundriß.

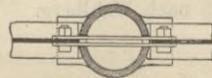
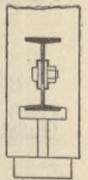


Abb. 378.
Querschnitt



[369–371].

Wo die Träger an die Säule stoßen, hat diese einen quadratischen Querschnitt.

[371].

An die Trägerenden sind je 2 Winkellaschen angenietet, welche mittels Schraubenbolzen, die man durch die Säule steckt, mit dieser verbunden werden. Während des Montierens liegen die Trägerenden auf den Konsolen. Die Verbindung der oberen Säule mit der unteren erfolgt durch Flanschen.

[372–374].

Zwischen die obere und die untere Säule wird ein Gußstück eingeschaltet [373], das mit beiden Säulen verschraubt, durch angegossene Rippen versteift ist, und durch welches man den Träger steckt.

[375–379].

Die Träger stoßen stumpf an die Säule. An beiden Seiten der Stege sind Flacheisen befestigt, welche durch Schlitzlöcher des Schaftes gesteckt sind. Die Trägerenden ruhen auf Konsolen, die an dem Schaft gegossen sind. In [377] ist das Kapital Zierguß.

V.
Abb. 380.
Schnitt. Ansicht.

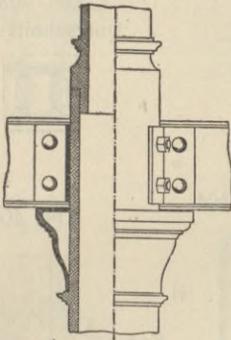


Abb. 381.
Grundriß.

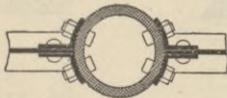


Abb. 382.
Ansicht.

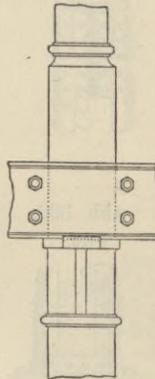
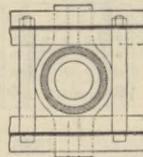
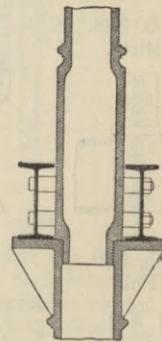


Abb. 384.
Grundriß.



VI.
Abb. 383.
Querschnitt.



[380, 381].

Die Träger stoßen stumpf an den Schaft. An die Trägerenden sind Winkellaschen angenietet, deren freie Schenkel so gekrümmt sind, daß sie am Schaft anliegen, mit dem sie verschraubt werden. Die untere Säule muß daher knapp über dem Anschluß der Träger enden. Das Kapital ist Zierguß.

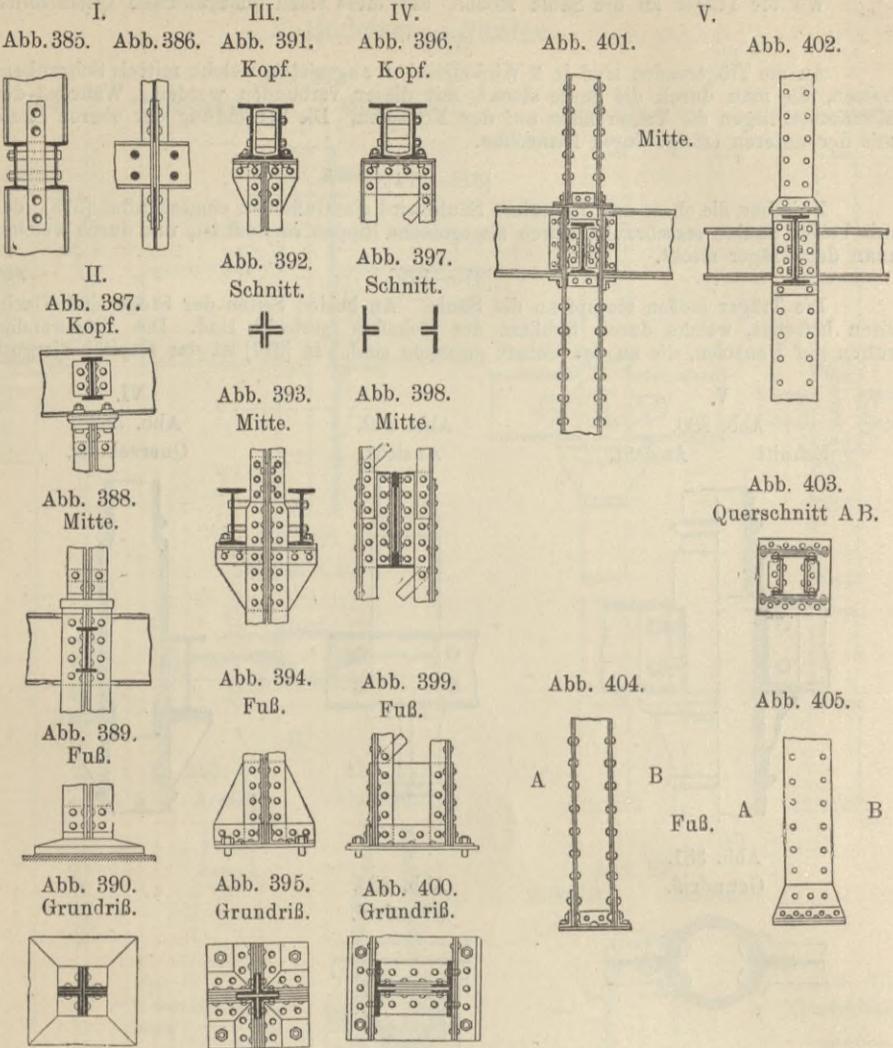
[382–384].

Die Träger liegen auf Konsolen der unteren Säule und sind vor und hinter der Säule durch Stehbolzen gekuppelt. Da zu beiden Seiten der Säule ein Träger liegt, erfolgt die Lastübertragung zentrisch, und die sonst verpönten Konsolen haben nicht die Nachteile wie bei einfachen Trägern.

[377, 380, 383].

Die Verbindung der oberen Säule mit der unteren erfolgt durch eine Muffe.

II. Schmiedeeiserne Stützen.



[385, 386].

Die Stützen sind T-Eisen. Zwischen ihnen liegen 2 T-Träger. Diese sind miteinander durch Stehbolzen verbunden, die Stützen durch beiderseits an die Stege angenietete Flacheisen.

[387—390].

Die Stütze besteht aus 4 Winkelleisen, welche in bestimmten Abständen durch dazwischen liegende Flacheisen verbunden sind. Der Stützenfuß ist ein Gußstück. Der Anschluß der Träger an die Stütze erfolgt, indem dort die Flanschen abgezwickelt und die Stege zwischen die Winkelleisen geschoben und mit diesen vernietet sind. Von den obersten Trägern liegen die großen auf dem Stützenkopf, einem Gußstücke; die kleinen sind mittels Winkellaschen an die großen angeschlossen.

[391—395].

Die Stützen bestehen aus 4 Winkelleisen. Der Fuß hat ein Blech als Fußplatte das durch horizontale Winkelleisen an Knotenblechen befestigt ist, welche zwischen den Stützenwinkelleisen stecken. Die Träger ruhen auf Konsolen, welche aus Blechen gebildet

sind, die zwischen den Stützenwinkeln stecken, und deren obere Kanten durch Winkel-eisen verstärkt sind. Die Verbindung der mittleren Träger erfolgt durch Stehbolzen, oben durch ein Gußstück mit Bolzen.

[396—400].

Die Stütze besteht aus einem Gitterwerk; zwei aus zwei Winkel-eisen bestehende Ständer sind durch Flacheisengitterstäbe verbunden. Beim Fuß, beim Kopf und beim Anschluß des Trägers sind Knotenbleche eingeschaltet. Das Fuß- und das Kopfblech werden durch Winkel-eisen angeschlossen, die Träger mittels Winkellaschen.

[401—405].

Die Stütze besteht aus zwei \square -Eisen, welche durch Bleche verbunden sind. Das Fußblech wird durch Knotenbleche und Winkel-eisen an der Stütze befestigt, die Träger werden durch Winkellaschen an die Stütze angeschlossen.

VI.

Abb. 406.
Kopf.

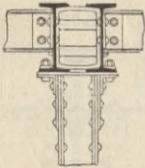


Abb. 407.
Mitte.

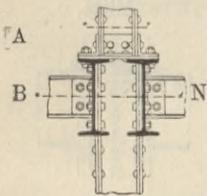


Abb. 408.
Fuß.

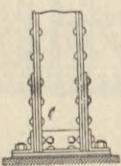


Abb. 409.

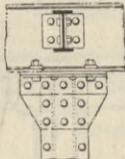


Abb. 410.
Schnitt A B.

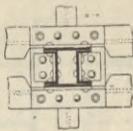


Abb. 411.
Schnitt M N.

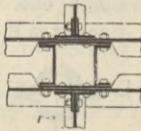
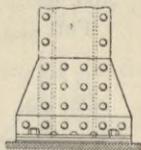
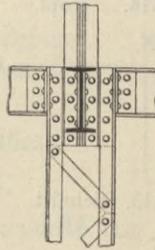


Abb. 412.



VII.

Abb. 413.



[406—412].

Die Stütze besteht aus zwei \square Eisen, welche durch Bleche verbunden sind. Das Fußblech und das Kopfblech werden durch Knotenbleche und Winkel-eisen an der Stütze befestigt. Der Anschluß der kleinen Träger an die Stütze erfolgt durch Winkel-laschen. Bei den großen Trägern werden die inneren Flanschen abgewickelt und die Stege mit der Stütze verschraubt. Von den oberen Trägern ruhen die großen, welche durch Gußstücke und Bolzen verbunden sind, auf dem Kopfbleche; die kleinen werden an den Stegen der großen mit Winkellaschen befestigt.

[413].

Die untere Stütze besteht aus einem Gitterwerk: zwei aus je zwei Winkel-eisen bestehende Ständer sind durch Flacheisengitterstäbe verbunden. Die obere Stütze besteht aus vier Winkel-eisen. Die quer zum Gitterwerk liegenden Träger werden mittels Winkellaschen an ein Knotenblech angeschlossen, das zwischen den Winkel-eisen des

Gitterständers steckt; die anderen Träger sind mittels Winkellaschen an den Gitter-winkeln befestigt.

[414—421].

Der untere Ständer besteht aus vier durch Flacheisengitter verbundene \square -Eisen; der obere aus zwei Winkel-eisen, die in bestimmten Abständen durch Flacheisen verbunden sind. Die Köpfe und Füße beider Ständer werden aus Knotenblechen und Winkel-eisen hergestellt. Die Träger ruhen auf dem unteren Ständer; der obere Ständer steht auf den Trägern.

[422—426].

Die Stütze besteht aus einem schmiedeisernen Rohre. Der Fuß ist ein durch Rippen versteiftes Gußstück. Der Kopf wird gebildet durch einen an das Rohr genieteten Winkelring. Die mittleren Träger stoßen stumpf an den Schaft. An beiden Enden der Stege sind Flacheisenlaschen befestigt, welche so gekrümmt sind, daß sie dicht am Schaft anliegen. Mit diesem werden sie durch Schraubenbolzen verbunden, welche durch sie gesteckt sind. Die Laschen ruhen auf einem Flacheisenringe, der an das Rohr genietet ist. Dieses muß daher dort einen Stoß haben. Die oberen Träger ruhen unmittelbar auf dem Stützenkopf.

[427—430].

Die Stütze besteht aus vier Quadranteisen. Die Kopf- und die Fußplatten werden durch Knotenbleche und Winkeleisen mit der Stütze verbunden. Der Anschluß der mittleren Träger an die Stütze erfolgt, indem die Flanschen abgezwickelt und die Stege zwischen die Quadranteisen geschoben werden. Die oberen Träger liegen auf dem Stützenkopf. Der Übergang von einer stärkeren Stütze zu einer schwächeren erfolgt durch ein Gußstück und einen Winkelring.

VIII.

Abb. 414. Kopf.

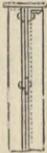


Abb. 415. Schnitt AB.



Abb. 416. Mitte.

A B

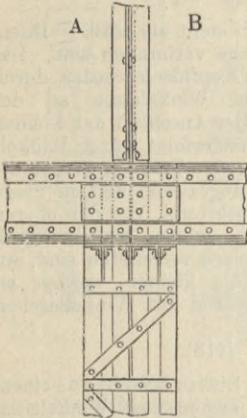


Abb. 417. Schnitt MN.



Abb. 418. Fuß.

M N

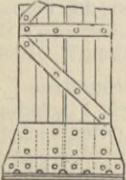


Abb. 419.

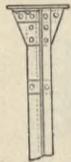
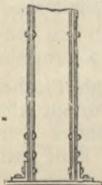


Abb. 420.



Abb. 421.



IX.

Abb. 422. Kopf.

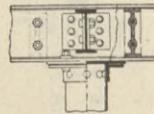


Abb. 423. Mitte.

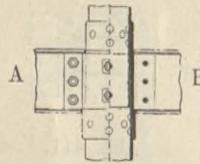


Abb. 424. Schnitt A B.

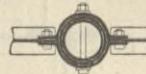


Abb. 425. Fuß.

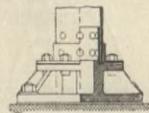
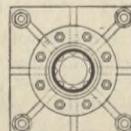


Abb. 426. Grundriß.



X.

Abb. 427. Kopf.

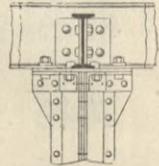


Abb. 428. Mitte.

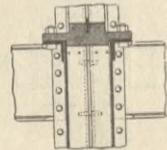


Abb. 429. Fuß.

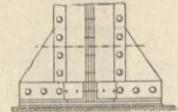
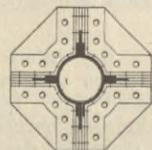


Abb. 429 a. Grundriß.



E. Dimensionierung des Stützenfußes.

I. Gußeiserne Säulen.

Bezeichnungen:

- N Normaldruck der Stütze auf die Unterlage (kg)
 d äußerer Durchmesser der Säule (cm)
 δ Wandstärke
 d_1 } Durchmesser des der " eingeschriebenen Kreises (cm)
 d_2 } Grundrißfigur der Fußplatte { umschriebenen " "
 δ_1 Stärke der Fußplatte am Schaft (cm)
 F Grundfläche der Fußplatte (cm^2)
 W deren Widerstandsmoment (cm^3)
 k_d zulässige Inanspruchn. der Säulenunterlage auf Druck (kg/cm^2)*
 k_b " " des Säulenmaterials für Biegung "
- δ_1 soll nie $< \delta$
 δ_1 " ≥ 2 und ≤ 5 cm bei Gußeisen
 δ_1 " ≥ 1 und ≤ 3 " " Schmiedeeisen.

1. Grundfläche des Säulenfußes.

a) Zentrische Belastung.

Die Richtung von N geht durch den Schwerpunkt von F .

$$F = \frac{N}{k_d}$$

kreisförmige Fußplatte: $d_1 = d_2 = 2 \sqrt{\frac{N}{\pi k_d}} = 1.128380 \sqrt{\frac{N}{k_d}}$

quadratische " $d_1 = \sqrt{\frac{N}{k_d}}$ $d_2 = d_1 \sqrt{2} = 1.414 d_1$

b) Exzentrische Belastung.

Bei exzentrischer Belastung soll man Schmiedeeisen verwenden.

a) Bloß vertikale Lasten.

 R Resultante aller äußeren Kräfte einschl. Eigengewicht (kg). e Entfernung der R vom Schwerpunkte der F (cm) F , W , k_d wie oben

Die Grenzspannungen an den Rändern des Säulenfußes sind:

$$\sigma_1 = \frac{R}{F} \left(1 + \frac{e F}{W} \right) \quad \text{muß } \leq k_d$$

$$\sigma_2 = \frac{R}{F} \left(1 - \frac{e F}{W} \right) \quad \text{soll } \geq 0$$

Wenn $\sigma_2 < 0$ wäre, so müßte dort der Fuß verankert werden. (Siehe c.)Für $\sigma_1 = k_d$ und $\sigma_2 = 0$ ergibt sich

$$W = e F = \frac{2 R e}{k_d}$$

*) Siehe S. 150.

$$\text{kreisförmige Fußplatte: } d_1 = 4 \sqrt[3]{\frac{R e}{\pi k_d}} = 2.73115 \sqrt[3]{\frac{R e}{k_d}}$$

$$\text{quadratische } \quad \quad \quad d_1 = \sqrt[3]{\frac{12 R e}{k_d}} = 2.2894 \sqrt[3]{\frac{R e}{k_d}}$$

β) Auch schiefe Lasten.

Bezeichnungen:

R Resultante aller äußeren Kräfte einschl. Eigengewicht (*kg*)

V Vertikalkomponente von R

H Horizontal " " "

Die Grenzspannungen σ_1 und σ_2 sind für V so zu rechnen, wie unter (α) für R.

Die Stütze ist stets so zu stellen, daß R in einer durch die Stützenachse gehenden Vertikalebene wirkt. Ist die Grundfläche ein Quadrat oder Rechteck, so sollen zwei Seiten derselben \perp zu dieser Vertikalebene stehen.

Der Fuß ist auf der der R gegenüber liegenden Seite zu verankern, wodurch H aufgehoben wird.

2. Berechnung der Verankerung.

Bezeichnungen:

xx' ist eine horizontale Achse, welche \perp zu der durch R gelegten Vertikalebene in der Stützengrundfläche liegt und deren Rand auf der R zugekehrten Seite tangiert.

r Normalabstand der R von xx' (*cm*)

δ Durchmesser der Ankerstangen (*cm*)

l Längen

e_1, e_2, e_3, \dots deren Entfernungen von xx' (*cm*)

$$e' = e_1 + e_2 + e_3 + \dots = \Sigma e$$

$k_z = 1000 \text{ kg/cm}^2$ zulässige Inanspruchnahme der Ankerstangen auf Zug.

F' Querschnittsfläche des von den Ankern gefalteten Mauerwerkes unter der Stütze (*cm*²)

γ dessen Einheitsgewicht (*kg/m*³) (siehe S. 152)

e'' Abstand der vertikalen Schwerachse dieses Mauerkörpers von xx' (*cm*)

Das Moment bezüglich der xx'-Achse ist:

$$\text{Aus} \quad M = R r = \frac{\pi}{4} \delta^2 k_z e'$$

$$\text{folgt: } \delta = 2 \sqrt[3]{\frac{R r}{\pi e' k_z}} = 0.035683 \sqrt[3]{\frac{R r}{e'}}$$

$$\text{Aus} \quad M = F' l \gamma e'' = R r$$

$$\text{folgt: } l = \frac{R r}{F' \gamma e''}$$

3. Stärken der Fußplatten und der Versteifungsrippen.

Als Belastung ist die Auflagerreaktion ρ einzusetzen:

- a) bei zentrischer Belastung: $\rho = k_d$
 b) bei exzentrischer „ $\rho = \sigma_1$ (siehe S. 99)

M bedeutet das jeweilige Biegemoment ($kgcm$)

W das Widerstandsmoment (cm^3)

$k_b = 250 kg/cm^2$ die zulässige Inanspruchnahme des Gußeisens für Biegung
 $M = W k_b$

a) Fußplatten ohne Versteifungsrippen.

$$M_1 = \frac{(d_2 - d)^2}{2} \rho \quad \left| \quad \begin{array}{l} \text{Daraus ergibt sich:} \\ \delta_1 = (d_2 - d) \sqrt[3]{3 \frac{\rho}{k_b}} = 0.109544 (d_2 - d) \sqrt[3]{\rho} \end{array} \right.$$

$$W_1 = \frac{\delta_1^3}{6}$$

kreisförmige Fußplatte: $d_2 =$ der Durchmesser der Fußplatte
 quadratische „ $d_2 =$ die Diagonale des Quadrats.
 Über d_2 und d siehe S. 99.

b) Fußplatten mit Versteifungsrippen.

Bezeichnungen:

- δ_1 Stärke der Fußplatte (cm)
 δ_2 Stärke „ Rippen
 h Höhe „ „ am „ Säulenumfang (cm)
 a Ausladung der Rippen (cm)
 e größter Abstand zweier Rippen (cm)
 e_1 mittlerer „ „ „ „ „
 M_2 Biegemoment in der Fußplatte ($kgcm$)
 W_2 Widerstands „ „ „ „ (cm^3)
 M_3 Biegungs „ „ „ Rippe ($kgcm$)
 W_3 Widerstands „ „ „ „ (cm^3)
 ρ, k_b wie oben.

$$M_2 = \frac{e^2}{8} \rho \quad \left| \quad \begin{array}{l} \text{Daraus ergibt sich:} \\ \delta_1 = \frac{e}{2} \sqrt[3]{3 \frac{\rho}{k_b}} = 0.54772 e \sqrt[3]{\rho} \end{array} \right.$$

$$W_2 = \frac{\delta_1^3}{6}$$

Es empfiehlt sich $\delta_2 = \frac{3}{4} \delta_1$ zu setzen

$$M_3 = \frac{e_1 a^2}{2} \rho \quad \left| \quad \begin{array}{l} \text{Daraus folgt:} \\ h = a \sqrt[3]{3 \frac{e_1 \rho}{\delta_2 k_b}} = 0.5404 a \sqrt[3]{\frac{e_1}{e}} \sqrt[3]{\rho} \end{array} \right.$$

$$W_3 = \frac{\delta_2 h^2}{6}$$

Grundriß	Zahl der Rippen	a	e	e ₁
Kreis	4	$\frac{d_1 - d}{2}$	$1.414 \left(\frac{d_1}{2} - \delta_2 \right)$	$1.414 \left(\frac{d_1 + d}{4} - \delta_2 \right)$
	8	$\frac{d_1 - d}{2}$	$0.3827 d_1 - 0.9239 \delta_2$	$0.1913 (d_1 + d) - 0.9239 \delta_2$
Quadrat	4	$\frac{d_2 \sqrt{2} - d}{2}$	$d_2 - 1.414 \delta_2$	$\frac{d_2}{2} + 1.414 \left(\frac{d}{4} - \delta_2 \right)$
	8	$\left(\begin{array}{l} \frac{d_2 \sqrt{2} - d}{2} \\ \frac{d_2 - d}{2} \end{array} \right)$	$\frac{d_2}{2} - 1.207 \delta_2$	$\frac{d_2}{2} + 0.1913 d - 1.065 \delta_2$

II. Schmiedeiserner Stützenfuß.

Bezeichnungen:

P Normaldruck auf die Stützengrundfläche (kg)

M Moment der Last (kgm)

Über h, b, c, c₁, δ₁, B₁ siehe Abb. 431

„ ρ, k_{bd}, σ = σ₂ siehe S. 101.

Gegeben: P, M, h.

Anzunehmen: c, b, δ₁; c₁, B₁.

Es empfiehlt sich, zu machen:

$$c_1 = 0.4 c + b$$

$$B_1 = 4 b + 1.8 c + 2 \delta_1$$

Daraus folgt

$$\delta = \frac{c}{44} \sqrt{r}$$

$$B_2 = \frac{P \pm \sqrt{P^2 + 24 r B_1 M}}{2 k_d B_1}$$

$$\sigma = \frac{P}{F} - \frac{M}{W} = \frac{P B_2 - 6 M}{B_1 B_2^2}$$

$$z + d = \frac{2}{3} B_2$$

$$z = B_2 \frac{3 r + \sigma}{6 (r + \sigma)}$$

$$d = B_2 \frac{3 \sigma + r}{6 (r + \sigma)}$$

Abb. 430.

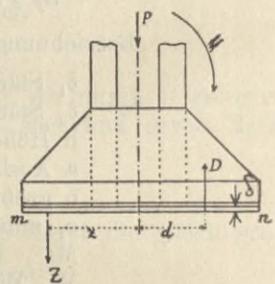
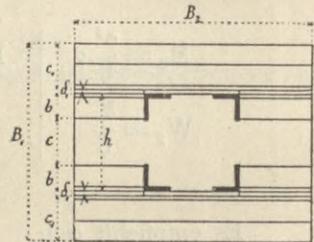


Abb. 431.



§ 3. Hölzerne Stützen.

Sie bestehen aus einem oder mehreren Balken, die man verbindet durch Klammern [28, S. 5], besser durch Schraubenbolzen [29, S. 5], meistens auch noch durch eine Verschränkung [30] oder Verdoppelung.

Zuweilen macht man auch Gitterständer (nach Abb. 272, 273 u. dgl.).
Speicher des Freihafengebietes in Bremen.

Maßstab 1 : 70.

Abb. 432.

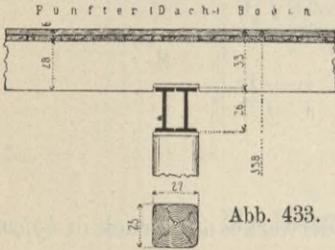


Abb. 433.

Abb. 434.

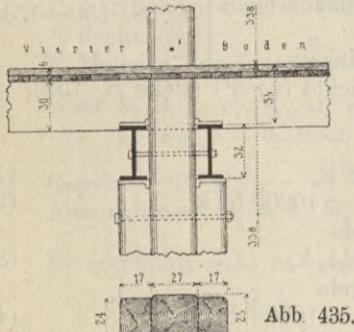


Abb. 435.

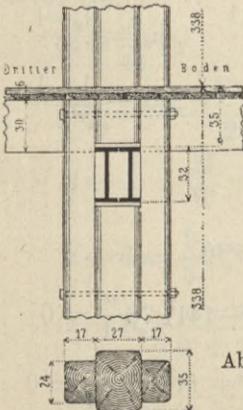


Abb. 437.

Abb. 438.

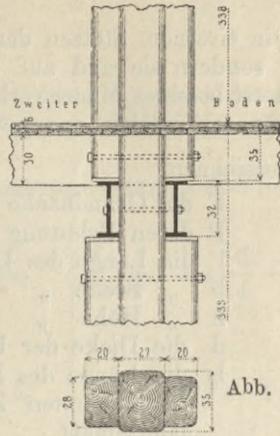


Abb. 439.

Abb. 440.

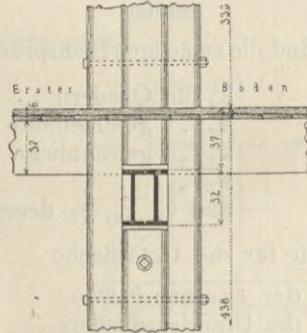


Abb. 441.

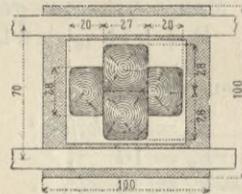
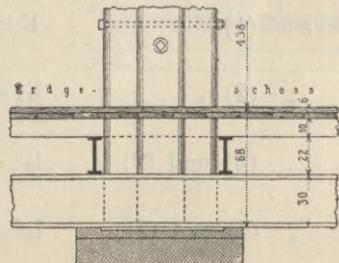


Abb. 442.



I. Doppelte Stütze S, einfacher Unterzug U. Die Balken der Stütze sind verschränkt und verschraubt. Neben der Stütze liegt ein doppelter Tram T.

Abb. 443.

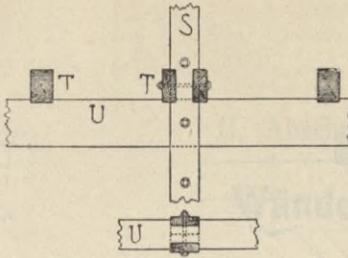


Abb. 444.

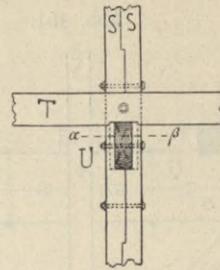


Abb. 445. Schnitt $\alpha\beta$.

II. Die Stütze S und der Unterzug U sind einfache Balken. Der Anschluß des Unterzuges an die Stütze erfolgt mittels der Knagge k und durch die Kopfbänder K. Beide Unterzüge sind durch Eisenschienen verbunden.

Abb. 446.

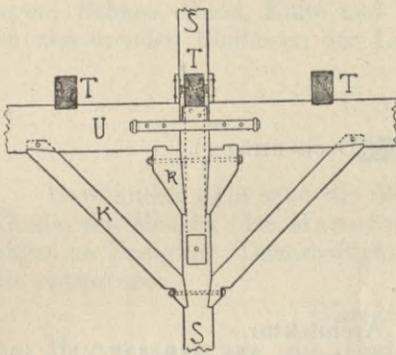
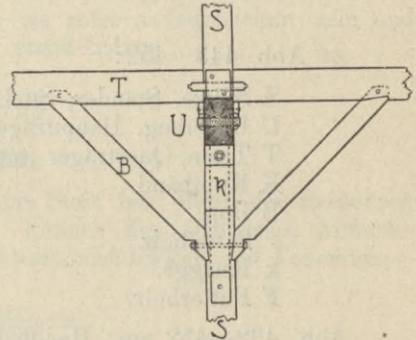


Abb. 447.

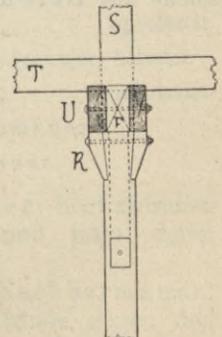
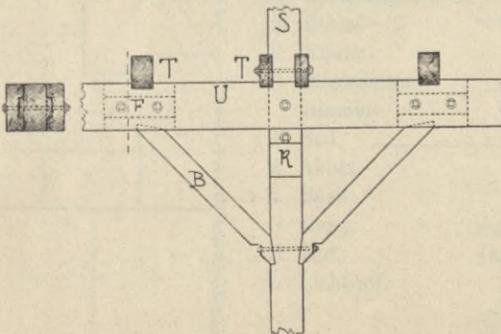


III. Einfache Stütze S, doppelter Unterzug U. Neben der Stütze liegt ein doppelter Tram T. Der Anschluß der Unterzüge an die Stütze erfolgt mittels der Knaggen k, welche an S angeschraubt sind, sowie der Büge B, welche beim Unterzug sich gegen Futterhölzer stützen, die zwischen den beiden Balken des Unterzuges liegen und mit diesen verschraubt sind.

Abb. 448.

Abb. 449.

Abb. 450.



IV. Doppelte Stütze S, einfacher Unterzug U. Der Anschluß des Unterzuges an die Stütze erfolgt mittels des Sattelholzes s und des Kopfbandes K. s ist mit U verdoppelt und verschraubt.

Abb. 451.

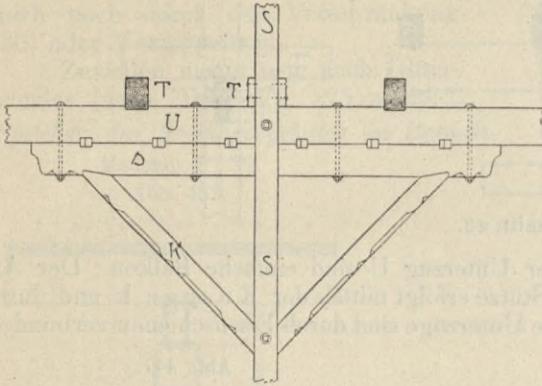
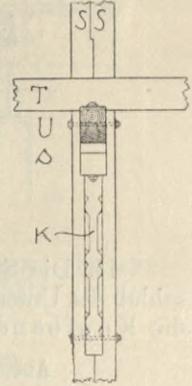


Abb. 452.



zu Abb. 443—452:

- S Stütze, Ständer, Stiel.
- U Unterzug, Hauptträger.
- T Tram, Querträger (eigentlicher Deckenträger).
- K Kopfband.
- B Bug.
- s Sattelholz.
- k Knagge.
- F Futterholz.

Abb. 432—452 aus: Handbuch der Architektur.

Abb. 444, 448, 450, 452 sind Querschnitte zu Abb. 443, 447, 449, 450.

§ 4. Gemauerte Pfeiler und Säulen.

Sie werden so hergestellt wie Mauern.

Siehe den II. Abschnitt, namentlich Seite 113, 117, 128, 145.

Über Pfeiler aus Säulen aus Eisenbeton siehe Seite 82, 141, über solche aus Beton ohne Eiseneinlagen siehe Seite 85.

II. Abschnitt.

Wände.

Die Wände haben den Zweck:

- das Gebäude zu umschließen — Umfassungswände;
- nebeneinander liegende Räume zu trennen — Scheidewände.

Die Umfassungswände müssen nicht nur fest genug sein, um die auf ihnen liegenden Decken sowie das Dach tragen und dem Drucke des Windes widerstehen zu können, sondern auch dicht gegen Eindringen von Regen, Schnee, Wind, Kälte und Hitze; sie müssen feuersicher sein und den zerstörenden Einflüssen der Luft gut stand halten.

I. Abteilung.

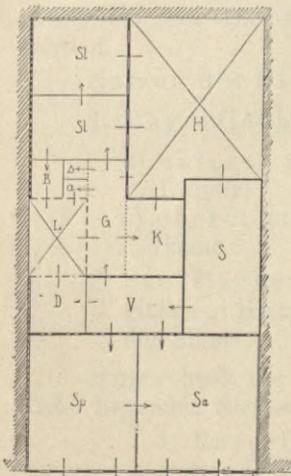
Mauern.

Gewöhnlich stellt man die Wände aus Stein her; denn die steinernen Wände, die Mauern (das Mauerwerk), können den strengsten Anforderungen an Festigkeit, Dauerhaftigkeit, Widerstandsfähigkeit und Feuersicherheit entsprechen.

Namen der Mauern.

Hauptmauern: die Umfassungsmauern des Gebäudes, die nicht gegen einen Lichthof gerichtet sind und nicht an den Nachbargrenzen liegen. (Gassen- und Hof-Hauptmauern.)

Abb. 470.



	———	Hauptmauer.
	- - - - -	Mittelmauer.
	.....	Stiegenhausmauer.
S Stiege	-----	Nachbarmauer, belastet.
V Vorzimmer.	-----	" unbelastet.
Sa Salon	-----	" unbelastet.
Sp Speisezimmer.	-----	Lichthofmauer, belastet.
Sl Schlaf- "	-----	" unbelastet.
K Küche.	-----	Scheidewand.
D Dienstboten-	-----	Gangmauer.
zimmer.		
B Bad.		
A Abort.		
a Speis.		
G Gang.		
H Hof.		
L Lichthof.		

Mittelmauer: liegt zwischen zwei Trakten und trägt deren Decken.

Feuer- oder Nachbarmauer: schließt das Gebäude gegen den Nachbar ab. — Kommunmauern

(zwei Häusern gemeinsame Nachbarmauern) sind außer bei „Bauten unter erleichterten Bedingungen“ nicht gestattet.

Stiegenhausmauern: umschließen die Stiege.

Lichthofmauern: „ den Lichthof.

Scheidemauern: trennen nebeneinander liegende Räume.

Gangmauern: „ Räume von einem Gange.

Wenn eine Mauer zwei Zwecken dient, so gebührt ihr die Bezeichnung, der eine größere Stärke zukommt.

Tagmauerwerk: das Mauerwerk über der Erdoberfläche.

Tragwände: nehmen lotrechte Belastungen auf (Haupt-, Mittelmauern, belastete Nachbar-, Feuer- und Stiegenhausmauern).

Stütz- oder Widerlagswände: werden von schiefen Kräften beansprucht (Erddruck, Gewölbschub, Wasserdruck u. dgl.).

Isolierungswände: sollen Feuchtigkeit, Kälte, Hitze, Lärm usw. abhalten.

Brand- und Feuermauern: sichern gegen Zutritt von Feuer. — Jedes Gebäude ist gegen die Nachbargründe durch alle Stockwerke einschl. des Dachbodens mittels selbständiger Feuermauern, abzuschließen. In diesen dürfen Türen nur ausnahmsweise und nur mit Bewilligung der Baubehörde angebracht werden.

Ob auch zwischen zwei nicht aneinander stoßenden, aber doch sehr nahe beieinander stehenden Gebäuden (auf dem Lande) Feuermauern angebracht werden müssen, entscheidet die Baubehörde fallweise.

Dachlängen von mehr als 30 m^{*}) sind in der ganzen Breite des Dachbodens durch wenigstens 15 cm starke, nötigenfalls durch Pfeiler verstärkte Brandmauern abzuteilen, welche in Wien wenigstens 15 cm, auf dem Lande wenigstens 22 cm^{**}) über die Dachfläche ragen und das Dachgehölz vollkommen trennen müssen.

§ 1. Mauern aus einzelnen Steinen.

Man stellt sie her aus:

I. künstlichen Steinen

1. gebrannten

gewöhnlichen Mauerziegeln

geschlemmten Ziegeln

porösen „

Loch- „

porösen Loch- „

Klinkern

2. ungebrannten

Gipsdielen

Gipsschlackenplatten

Zementdielen

Korksteinen

usw.

II. natürlichen Steinen

Bruchsteinen

(Quadern)

Hackelsteinen

Haustein

*) Bei Bauten unter erleichterten Bedingungen: 25 m.

**) „ „ „ „ „ 25 cm.

III. künstlichen und natürlichen Steinen gemischt (gemischtes Mauerwerk)

- a) $\frac{1}{3}$ Ziegel + $\frac{2}{3}$ Bruchsteine
- b) Ziegelmauerwerk mit Verkleidung

In der Regel macht man die Mauern und Pfeiler aus gewöhnlichen Mauerziegeln; nur wo diese nicht zur Verfügung stehen, aus Bruchsteinen. Bei monumentalen Bauten verwendet man Hausteine (Quadern). Sind Mauerkörper sehr stark belastet, so stellt man sie aus geschlemmten Ziegeln, Klinkern oder Quadern her; wenn sie sehr leicht sein sollen, aus porösen Ziegeln, Loch- oder porösen Lochziegeln, Korksteinen, Gipsdielen usw. Die ungebrannten künstlichen Steine werden nur bei minderen Bauten verwendet.

Fundamentmauern: $\frac{1}{3}$ alte, aber gute Ziegel + $\frac{2}{3}$ Bruchsteine oder bloß Bruchsteine, auf der Fundamentsohle 2 Kreuzscharen. Mörtel: hydraulischer Kalk 1:4, eventuell Romazement.

Keller und Souterrain, ausgen. die Scheidemauern: Ziegel oder $\frac{1}{3}$ Ziegel + $\frac{2}{3}$ Bruchsteine. Mörtel: hydraulischer Kalk 1:4, eventuell Romazement.

Stiegenhausmauern: Ziegel in hydraulischem Kalk 1:4.

Tagmauerwerk: Ziegel in Weißkalkmörtel, bei stärkerer Belastung in hydr. Kalk, Roman- o. Portlandzement, eventuell geschlemmte Ziegel o. Klinker in Portlandzement, je nach der Inanspruchnahme.

Wohn- und Wirtschaftsgebäude (auf dem Lande) sind herzustellen mit einem Mauerwerk aus gut gebrannten Ziegeln, aus Steinen, Beton oder einem anderen als entsprechend anerkannten Material.

Bei Bauten unter erleichterten Bedingungen ist, wenn die für Ziegelmauern vorgeschriebenen Stärken eingehalten werden, auch Beton oder ein anderes als entsprechend anerkanntes Material gestattet; bei Wohngebäuden aber nur dann, wenn sie außer dem Erdgeschoße nicht mehr als 1 Obergeschoß haben.

Ebenerdige solche Gebäude, welche keiner Überschwemmungsgefahr ausgesetzt sind, können auch mit ungebrannten Ziegeln hergestellt werden. Dann müssen aber wenigstens die Grundmauern auf 60 cm über dem Straßengrund sowie die Eckpfeiler und die erforderlichen Zwischenpfeiler bis zum Dachstuhl aus Stein oder gebrannten Ziegeln hergestellt werden.

Namen der Steinflächen.

1. Lagerfläche.

- a) untere: mit ihr liegt der Stein auf seiner Unterlage (dem Lager)
- b) obere: auf ihr ruht die Last des Steines, gewöhnlich wieder Steine.

2. Stoßfläche: mit ihr stoßt er an die Nachbarsteine.

3. Stirn-, Haupt- oder Kopffläche: liegt in der Außenfläche der Mauer.

Fuge heißt der Zwischenraum zwischen zwei über- oder nebeneinander liegenden Steinen; sie wird vom Mörtel ausgefüllt.

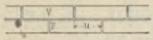
- 1. Lagerfuge: zwischen zwei Lagerflächen.
- 2. Stoßfuge: " " Stoß- "

Gewöhnlich sind die Lagerfugen horizontal und die Stoßfugen vertikal.

Schichte oder Schar nennt man die zwischen zwei Lagerfugen liegenden Steine. — Roll-schar: Die Steine liegen hochkantig, nicht die Dicke, sondern die Breite ist vertikal.

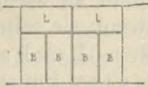
Übergrieff (u, Abb. 471): ist der Abstand einer Stoßfuge von der nächst höheren — $u \geq \frac{1}{4}$, besser aber $\geq \frac{1}{2}$ Steinlänge.

Abb. 471.
„VollaufFug“



V Voll.
F Fuge.
u Übergrieff.

Abb. 472.



L Läufer.
B Binder oder
Strecker.

Läufer (L, Abb. 472) sind Steine, deren Langseiten \parallel zur Längsrichtung der Mauer liegen.

Binder oder Strecker (B, Abb. 472) liegen \perp zu ihr.

Gleiche ist die (wagrecht) abgeglichene Oberfläche eines Mauerkörpers: Fundament-, Keller-, Souterrain-, Erdgeschoss-, Parterre-, Hochparterre-, Mezzanin-

zangleiche, Gleiche des I., II., III., IV. Stockes, Dachbodengleiche. Diese heißt auch Hauptgleiche oder Gleiche schlechtweg. — Die Gleichen der Geschosse liegen 15 cm ($\frac{1}{2}$ Stein) unter dem nächst höheren Fußboden.

Deswegen wird bei den „Massenberechnungen“ die Geschosshöhe von 15 cm unter dem unteren bis 15 cm unter dem oberen Fußboden gerechnet. Dadurch wird die Masse des Fundamentmauerwerks kleiner, die des Dachbodenmauerwerks größer.

Setzen nennt man das in sich Zusammensinken des Mauerwerks infolge der Zusammendrückbarkeit des noch nicht erhärteten Mörtels sowie das Niedersinken des Mauerwerks infolge der Preßbarkeit des Baugrundes.

Versetzen (Verlegen) heißt das Anbringen eines Bauteiles an dem für ihn bestimmten Platz.

Grundregeln des Mauerns.

1. Sehr hohe oder sehr schwere Gebäudeteile, die infolge ihrer großen Höhe sich stärker setzen oder wegen ihres größeren Gewichtes den Boden mehr zusammenpressen (Fabrikschornsteine, Türme, Maschinenfundamente usw.), sind von dem übrigen Gebäude getrennt auszuführen und mit diesem erst nach erfolgtem Setzen zu verbinden, weil sonst am Anschlusse Risse entstehen würden.

2. Um ein ungleichmäßiges Setzen zu verhüten, soll man alle Mauerkörper auf gleiche Höhe aufmauern, nicht einzelne ganz hinaufführen und andere nachfolgen lassen.

3. Die Lagerfugen sollen ununterbrochen durchlaufen.

4. Die Schichten (Scharen) sollen normal zur Richtung der Belastung stehen. Im Hochbau mauert man, die Gewölbe ausgenommen, mit horizontalen Schichten — aufgehendes oder gerades Mauerwerk — weil

- a) die Belastungen selten wesentlich von der Vertikalen abweichen, und
- b) horizontale Schichten einfacher auszuführen sind.

5. Um den Steinen eine unverschiebliche Lage zu geben, muß man sie

- a) durch einen Mörtel verbinden und
- b) in regelrechtem Verband verlegen (siehe S. 114—120).

6. Die Steine zweier übereinander liegenden Schichten sind „Voll auf Fug“ zu legen: über einer Stoßfuge (F, Abb. 471) muß stets ein voller Steinkörper (V) liegen. Niemals darf auf eine Fuge wieder eine kommen.

7. In jeder Schichte sind so viele „Binder“ als möglich anzuordnen.

8. Man soll nur guten Mörtel verwenden: ihn aus guten Bestandteilen mengen und sorgfältig zubereiten.

9. Vor dem Versetzen sind die Steine in Wasser zu tauchen, damit

a) der auf ihnen befindliche Staub abgewaschen wird, weil sonst der Mörtel nur schlecht oder gar nicht haften würde, und

b) die Steine genäßt werden, da sie sonst dem Mörtel zu viel Wasser entziehen und dadurch das Abbinden stören würden.

Man muß die Steine um so stärker nassen,

je staubiger sie sind,

je mehr Poren sie haben,

je heißer die Jahreszeit ist, je trockener daher die Steine sind.

Bei dichten Steinen (z. B. Klinkern) wäre starkes Nassen schädlich.

10. Wenn die Steine vor dem Versetzen genügend genäßt wurden, oder wenn sie sehr dicht sind, ist dickflüssiger Mörtel zu verwenden; sind sie aber sehr porös, so muß der Mörtel dünnflüssig sein.

11. Vor dem Versetzen muß man die Lager abkehren und anfeuchten.

12. Dann gießt man mit dem „Schöpfer“ (Löffel) ein „Mörtelbett“ aus, legt den Stein hinein und klopft ihn mit dem Hammer zurecht.

13. Ist eine Schichte versetzt, so gießt man von oben die Stoßfugen aus. Das Herausrinnen des Mörtels an den Außenseiten (Stirnfugen) wird durch Vorhalten der Kelle oder des Hammers verhindert.

14. Einmal versetzt, dürfen die Steine nicht wieder abgehoben werden, weil dies das Abbinden des Mörtels stören würde.

15. Bei Frost bindet der gewöhnliche Mörtel gar nicht oder nur schlecht ab. Der Frost äußert einen schädlichen Einfluß nicht bloß dadurch, daß er die Erhärtung des Mörtels verzögert, sondern er kann ihn auch ganz zerstören. Man muß daher frisches Mauerwerk gegen Frost schützen: durch Abdecken mit Sand, Strohmatte u. dgl.

Am besten ist es, unter 0° nicht zu mauern, jedenfalls nie bei einer Temperatur unter - 3° Cels. Deswegen wird auch das Mauern im Winter, sobald Frost auftritt, eingestellt und erst im Frühjahr, wenn kein Frost mehr vorkommt, wieder aufgenommen.

Muß aber in kalter Jahreszeit gemauert werden, so soll man zum Anmachen des Mörtels erwärmtes Wasser verwenden und dem Wasser Kochsalz zusetzen (1 kg auf 10 l).

Rasch bindender Zement widersteht früher dem Frost als langsam bindender.

Abgebundener Zementmörtel und Gipsmörtel vertragen Frost.

16. Damit die Mauerpfeiler nicht ausknicken, was bei schlanken Pfeilern, solange der Mörtel noch weich ist, leicht geschehen kann, legt man vorn und hinten vertikale Pfosten an sie, befestigt diese mit Klammern an ihnen und verhängt die Pfeiler mit „Rasteln“ (schwachem Rundholz) gegen die Mittelmauern.

1. Ziegelmauerwerk.

Am häufigsten wird das Mauerwerk aus Ziegeln hergestellt; nur wenn besondere Umstände es gebieten, verwendet man andere Mauergattungen. Denn das Ziegelmauerwerk läßt sich mit geringen Kosten und auf einfache Weise gut herstellen und genügt vollkommen, so lange nicht außergewöhnliche Verhältnisse vorliegen. Mauerteile, die den Witterungseinflüssen, der Nässe, Beschädigungen oder Abnützungen stark ausgesetzt sind, macht man aus Quadern in Zementmörtel.

Wo gewöhnliche Ziegel in Weißkalk zu schwach wären, verwendet man hydraulischen Kalk, Romanzement, verlängerten oder reinen Portlandzementmörtel oder aber geschlemmte Ziegel oder Klinker (siehe S. 151).

Die Keller- und Souterrainmauern, ausgenommen die Scheidemauern, sind mit hydraulischen Kalk (1:4) zu mauern, wenn der Baugrund trocken ist, sonst ist Romanzement oder gar Portlandzement zu verwenden.

Auch die Stiegenhausmauern werden in hydraulischem Kalk (1:4) aufgeführt.

Ob man an Stelle der gewöhnlichen Ziegel geschlemmte Ziegel oder Klinker und an Stelle des Weißkalkmörtels Roman-, Portlandzement oder verlängerten Zementmörtel verwenden soll, entscheiden die Belastungsverhältnisse (siehe S. 145).

Mauerwerk in hydraulischem Mörtel heißt „schwarz gemauert“, solches in Weißkalk „weiß gemauert“.

Das Mauern mit Portlandzement ist umständlicher als mit anderem Mörtel.

Bei Klinkern ist der Portlandzementmörtel mit bestem Sand zu bereiten. Die Klinkerfeiler sind nicht in einem Zuge aufzumauern, sondern sorgfältigst und ohne Hast herzustellen, und alle m ist die Arbeit auf einige Zeit abzubrechen. Schließt Klinkermauerwerk an anderes an, so ist die Verbindung mit „Zahnschmatzen“ (siehe Abb. 482—488 links) herzustellen, deren Zähne einige Steinscharen hoch sind.

Es ist auch zu beachten, daß die Klinkerfeiler sich weniger setzen, als gewöhnliches Mauerwerk. Wenn daher Träger einerseits auf Klinker-, andererseits auf Ziegelmauerwerk ruhen, so würden sie nach dem Setzen schief liegen, falls nicht beim Verlegen der Träger auf jenes ungleiche Setzen Rücksicht genommen würde.

Klinkerfeiler darf man nicht unmittelbar auf Ziegelmauerwerk stellen, weil dieses dann überlastet wäre, sondern man muß den Klinkerfeilern einige Scharen aus Klinkern in Portlandzement unterlegen (auf die Länge l_k und die Höhe h_k) und dann mittels geschlemmter Ziegel in Portlandzement auf die gewöhnlichen Ziegel übergehen, aber nicht plötzlich, sondern allmählich, mittels „Stufenschmatzen“ [473, 474].

Bezeichnen

b	die Breite des Klinkerfeilers	.....	(m)
d	„ Dicke „	.....	„
h	„ Höhe „	.....	„
P	„ Belastung des „	.....	(kg)
γ^k	dessen Einheitsgewicht	.....	(kg/m ³)
γ^z	das des Ziegelmauerwerks in Portlandzement	.....	„
γ_g	das für geschlemmte Ziegel „	.....	„
d_1	die Dicke des Mauerwerks, auf dem der Klinkerfeiler steht	.....	(m)
l_k	die Länge der unter ihm liegenden Klinkerscharen	.....	„
h_k	deren Höhe	.....	„
l_g	die Länge des darunter liegenden Mauerwerks aus geschlemmten Ziegeln	.....	„
h_g	dessen Höhe	.....	„

und sind die zulässigen Inanspruchnahmen des Mauerwerks auf Druck (kg/cm^2)

k_z bei gewöhnlichen Ziegeln in Portlandzement	} siehe S. 150, 151.
k_g " geschlemmten " " " "	
k_k " Klinkern " " " "	

so sind

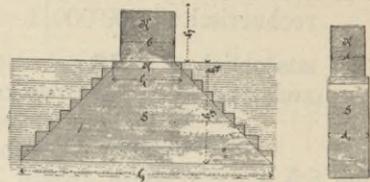
$$P_1 = P + b d h \gamma_k = b d k_k$$

$$P_2 = P_1 + d_1 l_k h_k \gamma_k = d_1 l_k k_g$$

$$P_3 = P_2 + d_1 l_g h_g \gamma_g = d_1 l_g k_z$$

Abb. 473.

Abb. 474.
Querschnitt.



Daraus folgt:

$$b d = \frac{P}{k_k - h \gamma_k}$$

b (d) ist anzunehmen und d (b) zu rechnen.

Setzen wir $l_k = b + 2 h_k$, so ist

$$h_k^2 - \left(\frac{k_g}{\gamma_k} - \frac{b}{2} \right) h_k + b \frac{d k_k - d_1 k_g}{2 d_1 \gamma_k} = 0 \quad h_k = ?$$

Für $l_k = l_k + 2 h_g$ ist

$$h_g^2 - \left(\frac{k_z}{\gamma_g} - \frac{l_k}{2} \right) h_g + l_k \frac{k_g - k_z}{2 \gamma_g} = 0 \quad h_g = ?$$

Ähnlich ist zu verfahren bei Pfeilern aus Quadern und bei eisernen Stützen.

Beispiel.

Gegeben: $P = 117600 \text{ kg}$	$\gamma_z = 1600 \text{ kg/m}^3$	$k_z = 50000 \text{ kg/m}^2$
$d = 0.75 \text{ m}$	$\gamma_g = 1730 \text{ "}$	$k_g = 120000 \text{ "}$
$h = 5.00 \text{ "}$	$\gamma_k = 2000 \text{ "}$	$k_k = 150000 \text{ "}$
$d_1 = 0.90 \text{ "}$		

$$b = \frac{117600}{0.75 (150000 - 5.0 \cdot 2000)} = 1.05 \text{ m}$$

$$h_k = 0.525 \text{ m} \quad \text{aus } h_k^2 - \left(\frac{120000}{2000} - \frac{1.05}{2} \right) h_k + 1.05 \frac{0.75 \cdot 150000 - 0.90 \cdot 120000}{2 \cdot 0.9 \cdot 2000} = 0$$

$$l_k = 2.10 \text{ m}$$

$$h_g = 1.65 \text{ m} \quad \text{aus } h_g^2 - \left(\frac{50000}{1730} - \frac{2.10}{2} \right) h_g + 2.10 \frac{120000 - 50000}{2 \cdot 1730} = 0$$

$$l_g = 5.40 \text{ m}.$$

Das Setzen des Ziegelmauerwerks beträgt $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{150}$ der Höhe, je nach der Güte des Mörtels.

13 Scharen einschließlich der Lagerfugen sollen 1 m hoch sein.

$$\text{Lagerfuge} = \frac{100 - 13 \times 6.5}{13} = 1.2 \text{ cm}$$

$$\text{Stoßfuge} = 1.0 \text{ cm}.$$

Erfordernis für 1 m³ Ziegelmauerwerk.

I. Bei 6.5 × 14 × 29 cm großen Ziegeln:

an Ziegeln: 1 000 000
 rechnerisch: $\frac{1\ 000\ 000}{(29 + 1)(14 + 1)(6.5 + 1.2)} = 288.6$ Stück

tatsächlich aber infolge Verlust und Bruch*) rund **300** Stück.

An Mörtel:

rechnerisch: $1\ 000\ 000 \left[1 - \frac{29 \times 14 \times 6.5}{(29 + 1)(14 + 1)(6.5 + 1.2)} \right] = 0.238\ m^3$

tatsächlich = **0.30** m³ = 1 m³/1000 Ziegel

und zwar 0.1 m³ Weißkalk + 0.26 m³ Sand

0.105 " Romanzement + 0.26 " "

0.087 " Portlandzement + 0.26 " "

II. Bei 6.5 × 12 × 25 cm großen Ziegeln:

an Ziegeln: **400** Stück

an Mörtel: **0.28** m³ = 0.70 m³/1000 Ziegel.

Ziegelverbände.

Grundsätze (siehe auch S. 110):

1. Die Lagerfugen laufen ununterbrochen durch.
2. Die Stoßfugen liegen normal zur Mauerflucht.
3. Die Steine liegen „Voll auf Fug“.
4. Der Übergriff soll möglichst groß sein.
5. Es sind möglichst viele Binder zu legen.
6. Man soll möglichst viele ganze Steine verwenden.

Steinteile zum Einrichten des Verbandes.

1. Ganzer Stein.

Abb. 475.



2. Dreiviertelstein

(Dreiquartier). †)

Abb. 476.



3. Halbstein

(Zweiquartier). †)

Abb. 477.



4. Viertelstein

(Einquartier). †)

Abb. 478.



5. Riemen.

Abb. 479.



6. Dreiviertel-Riemen.

Abb. 480.



Beispiel.

Abb. 481.



A. Maueransichten.

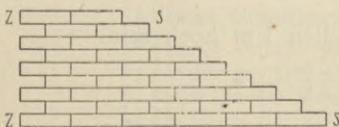
ZZ Zahnschmatzen.

SS Stufen- "

I. Mauerdicke = 1/2 Stein (15 cm).

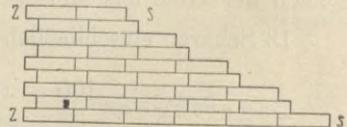
1. Läuferverband.

Abb. 482.



2. Schornsteinverband.

Abb. 483.

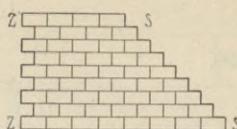


*) In Voranschlägen: 3 bis 5% (auch für Mörtel), gewöhnlich aber nur 1.5 bis 2%.
 †) In Deutschland gebräuchlicher Name.

II. Mauerdicke = 1 Stein (30 cm)

3. Binder o. Streckverband.

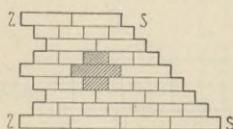
Abb. 484.



III. Mauerdicke = 1, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3... Stein (30, 45, 60, 75, 90...cm).

4. Kreuzverband.

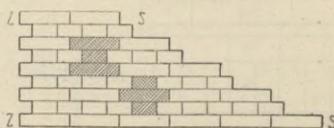
Abb. 485.



Nur Kreuz.

5. Blockverband.

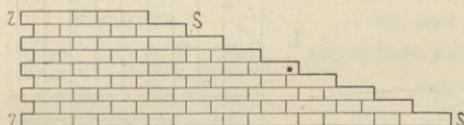
Abb. 486.



Block und Kreuz.

6. Gotischer o. polnischer Verband.

Abb. 487.



7. Holländischer Verband.

Abb. 488.

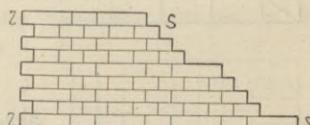


Abb. 487 u. 488: Diese Verbände werden selten verwendet, weil sie nicht ganz Voll auf Fug sind.

B. Mauergrundrisse.

I. Verbände und Mauerenden.

1. Bei einem Mauerende legt man in der einen Schar so viele 3/4-Steine ans Mauerende als Läufer, als die Mauer Steinbreiten dick ist, und schließt daran den Verband derart, daß bei Mauern, deren Dicke ein ungerades (gerades) Vielfaches der Steinbreite ist, längs der einen (beiden) Flucht(en) Läufer, sonst aber nur Binder gelegt werden [491, 494-496, 498, 502, 504].

2. In der zweiten Schar legt man:

a) wenn die Mauerstärke ein gerades Vielfaches der Steinbreite ist, ausschließlich Binder [492-494, 499, 505, 507].

b) bei einem ungeraden Vielfachen auf der den Läufern der ersten Schar gegenüberliegenden Flucht Läufer, sonst aber nur Binder [427, 503].

Ans Mauerende selbst werden gelegt:

a) bei 1/2-Stein Stärke: ein 1/2-Stein [490],

b) " 1 " " ein Riemen [493],

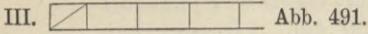
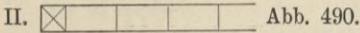
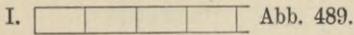
c) sonst aber zwei Binderreihen, die an jedem Ende zwei 3/4-Steine haben.

Dazwischen liegen

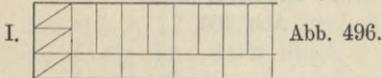
bei 2-Stein Stärke:	1 Läufer			
" 2 1/2- "	" :	2 Binder	[491]	
" 3- "	" :	1 " u. 2 "	[503]	
" 3 1/2- "	" :	4 "	[505]	
" 4- "	" :	1 " " 4 "		
" 4 1/2- "	" :	6 "		
" 5- "	" :	1 " " 6 "		

D bezeichnet die Mauerdicke.

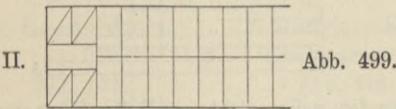
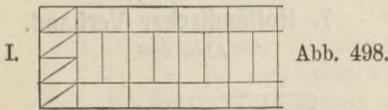
1. $D = \frac{1}{2}$ Stein (15 cm)



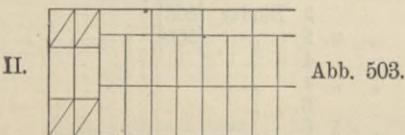
3. $D = 1\frac{1}{2}$ Stein (45 cm).



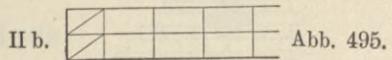
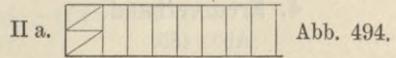
4. $D = 2$ Stein (60 cm)



5. $D = 2\frac{1}{2}$ Stein (75 cm)



2. $D = 1$ Stein (30 cm)



6. $D = 3$ Stein (90 cm)

Abb. 504.

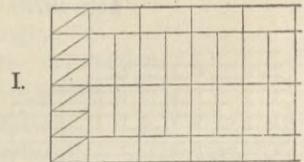


Abb. 505.

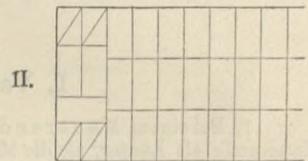


Abb. 506.

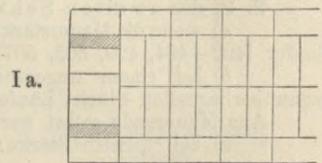
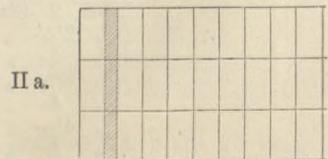


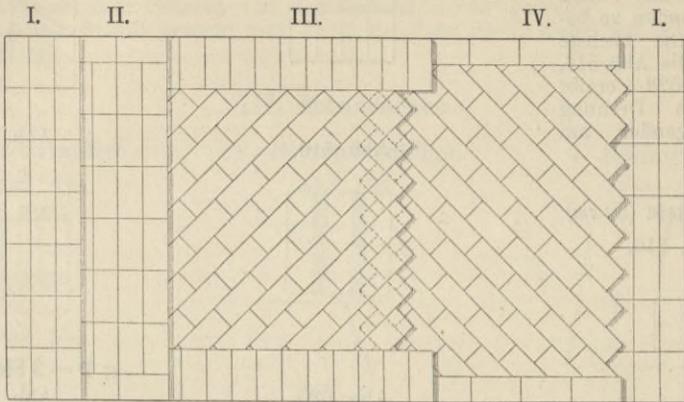
Abb. 507.



7. Stromverband.

Für sehr dicke Mauern.

Abb. 508.



Die schrägen Ziegelscharen heißen Kreuzscharen.

8. Mauerende bei Fenstern.

Es ist wie sonst ein Mauerende zu gestalten (s. Punkt 1...7), wobei von der Schräge der Spalette und der Vorlage anfangs abgesehen wird.

Abb. 509.

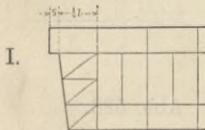
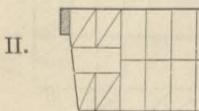


Abb. 510.



9. Mauern mit Vorlagen.

Sie sind analog den Mauerabzweigungen und Mauerkreuzungen anzuordnen.

Abb. 511.

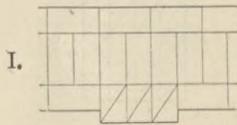


Abb. 512.

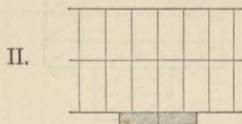


Abb. 513.

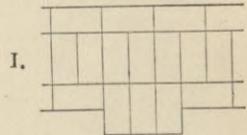
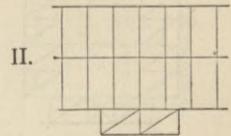


Abb. 514.

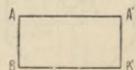


II. Pfeiler.

1. Rechteckige Pfeiler.

AB und A'B' sind wie Mauerenden auszugestalten. Dazwischen ist der normale Verband auszuführen. Wenn AA' nicht genau ein Vielfaches von $\frac{1}{4}$ Stein (7.5 cm) ist, so muß man mit weiteren Stoffugen arbeiten.

Abb. 515.



2. Quadratische Pfeiler.

Es sind immer zwei gegenüberliegende Seiten wie Mauerenden zu behandeln. Die nächste Schar für die Abb. 516, 517, 519—528 ergibt sich durch Drehung der vorliegenden um 90°.

a) $D = 1 \text{ Stein}$ (30 cm)
Abb. 516.



b) $D = 1\frac{1}{2} \text{ Stein}$ (45 cm)
Abb. 517.



c) $D = 2 \text{ Stein}$ (60 cm)
Abb. 518.

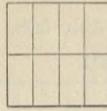


Abb. 519.

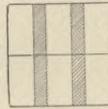


Abb. 520.

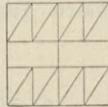
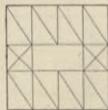


Abb. 521.



d) $D = 2\frac{1}{2} \text{ Stein}$ (75 cm)
Abb. 522.

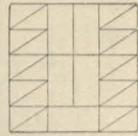
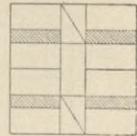


Abb. 523.



e) $D = 3 \text{ Stein}$ (90 cm)
Abb. 524.

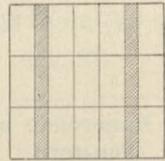
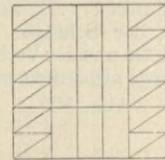


Abb. 525.



3. Quadratische Pfeiler mit Vorlagen.

Abb. 526.

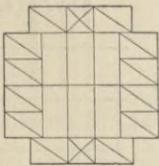


Abb. 527.

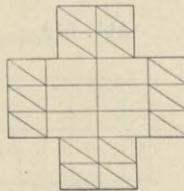
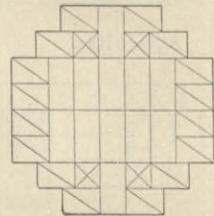


Abb. 528.



4. Polygonale und kreisförmige Querschnitte.

Abb. 529.

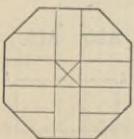


Abb. 530.

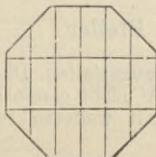


Abb. 531.

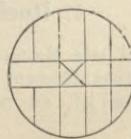
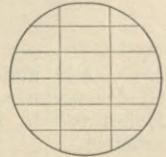


Abb. 532.



Wenn der Durchmesser (bei Polygonen der des eingeschriebenen Kreises) = ein gerades Vielfaches der Ziegelbreite, so legt man lauter Binder (Abb. 530, 532).

Ist er aber ein ungerades Vielfaches, so legt man in die Mitte Läufer und sonst Binder (Abb. 529, 531).

Für die nächsten Scharen wird der Verband um 45° gedreht.

Die genaue Gestalt gewinnt man durch den Putz, da die Ziegel nur roh zugehauen werden können.

III. Mauerecken.

1. Rechtwinklige.

Abb. 533.

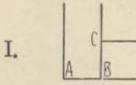
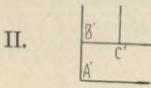


Abb. 534.



AB und A'B' sind wie Mauerenden auszugestalten. In der Schar I geht die Fuge BC durch, in der folgenden Schar II die Fuge B'C'.

2. Stumpfwinklige.

Abb. 535.

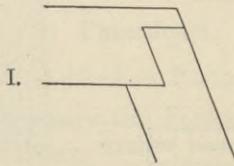


Abb. 536.

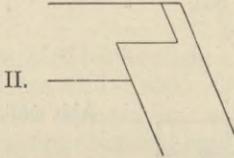
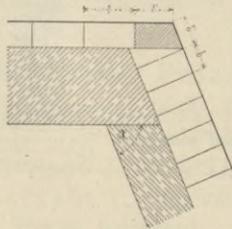


Abb. 537
zu Abb. 535.



3. Spitzwinklige.

Abb. 538.

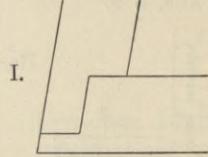


Abb. 539.

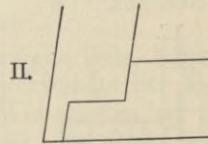
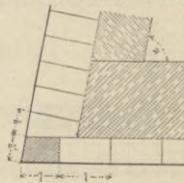


Abb. 540
zu Abb. 538.



IV. Mauerabzweigungen.

Abb. 541.

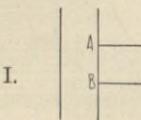


Abb. 542.

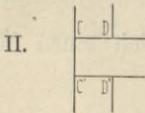
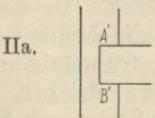


Abb. 543.



Der Verband ist so zu gestalten, daß am Zusammenschlusse der Mauern nur die eingezeichneten Stoßfugen durchlaufen. C C' [542], A' B' [543] sind wie Mauerenden auszugestalten.

V. Mauerkreuzungen.

Abb. 544.

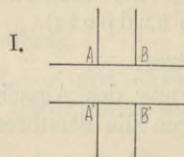


Abb. 545.

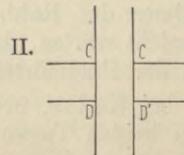


Abb. 546.

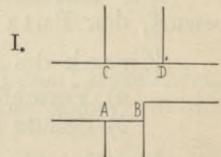
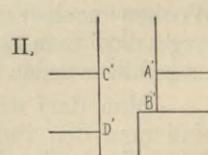


Abb. 547.



VI. Hohlmauerwerk.

A.

Abb. 548.

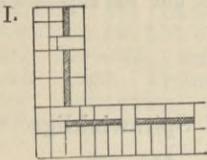
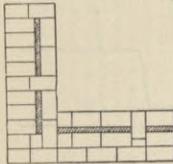


Abb. 549.



II.

B.

Abb. 552.

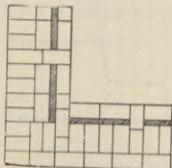
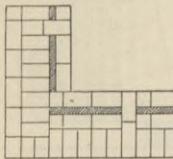


Abb. 553.



II.

Abb. 550.

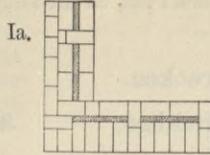
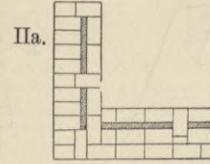


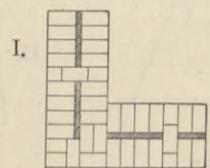
Abb. 551.



IIa.

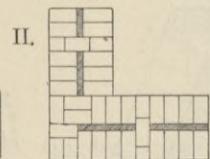
C.

Abb. 554.



I.

Abb. 555.



II.

C. Lagerfugen
bei geböschten Mauern.Hier geht man oft von horizontalen
Scharen ab,

Abb. 556.



Abb. 557.

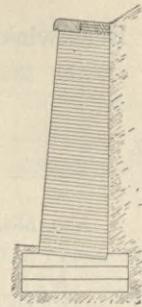
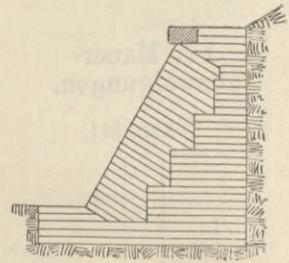


Abb. 558.



Abb. 559.



1. Putzbau.

Die Außenflächen der Mauern bekommen gewöhnlich einen Mörtelbewurf, den Putz (Wandputz).

Zweck des Putzes:

- a) Verschönerung des Aussehens der Mauer,
- b) Schutz gegen die zerstörenden Einflüsse der Luft usw.

Der Putz darf erst dann aufgetragen werden, wenn die Mauer schon ganz trocken ist und sich vollkommen gesetzt hat, also frühestens sechs Wochen nach Vollendung des Rohbaues, weil sonst Risse entstehen. Zu lange darf man auch nicht warten, da sonst die Poren der Steine mit Staub ausgefüllt würden und der Putzmörtel nicht haften könnte.

Man darf weder bei Kälte, noch soll man bei großer Hitze putzen. Muß man den Putz an heißen Tagen auftragen, so ist er gegen zu rasches Austrocknen durch Vorhängen nasser Tücher oder Besprühen zu schützen.

Zementputz darf man bei Frost nur leicht verreiben, damit sich noch Wasser ausscheiden kann.

Holzwände kann man nicht ohne weiteres verputzen; man muß sie vorher mit einer Stukkaturung u. dergl. versehen (wie einen Plafond).

Dicke des Putzes = 1.0...2.5 cm, gewöhnlich = 1.5 cm.

Erfordernis an Mörtel f. 1 m²

glatter Wandputz	1.5 cm stark	0.017 m ³
" "	2.0 " "	0.020 "
einfacher Fassadenputz mit schwachen Fugen	" "	0.020 "
" "	" tiefen "	0.025 "
Rappputz	" "	0.013 "

a) Putzmörtel.

I. Äußerer Putz.

A.	1 Kalkbrei aus gut abgelagertem Fettkalk	+ 2..3 reschem Flußsand	
B.	1 Romazement	+ 6 Sand	tüchtig zu nassen
	1 Portlandzement	+ 3...4 "	wetterbeständig
	1 "	+ 1...2 "	wasserdicht
	1 "	+ 2...3 "	gewöhnlich
	1 "	+ 2 "	+ 1/2 Kalkbrei.

Der Portlandzementputz wird leicht rissig. Man muß ihn beim Auftragen gut schützen gegen Sonnenhitze und Frost. Er wird verwendet für Mauerwerk, das vor Feuchtigkeit zu sichern ist, auf den Wetterseiten, in Badezimmern, Waschküchen, Pissoirs, Ställen, unter Wasser, für Mauersockel. Den untersten Teil der Vestibül-, Stiegen- und Gangmauern, deren Sockel, verputzt man sehr zweckmäßig auf etwa 15 cm Höhe mit Portlandzementmörtel. Die Oberfläche wird dann mit reinem Portlandzement abgerieben und danach geschliffen.

II. Innerer Putz.

A. 1 Kalkbrei aus gut abgelagertem Kalk + 3..5 reschem Grubensand, beim feinen Verputz aber feiner Flußsand.

B. 1 Kalkbrei + 3...5 Sand + etwas Gips (Weißstuckmörtel).

Der Putz wird auch gefärbt („gefärbelt“; wenn weiß, „geweißt“), indem man dem Mörtel eine Farbe beimengt.

Zuweilen wird er auch mit Ölfarbe bestrichen, z. B. in Küchen, Badezimmern u. dgl. (auf 1³/₄ m Höhe).

b) Herstellung.

1. Vor dem Verputzen ist die Mauer mit einem Besen abzukehren, aus den Fugen geronnener Mörtel ist abzukratzen und die Mauer gut mit Wasser zu benetzen.

Bei Bruchsteinmauerwerk muß man auch die Fugen auskratzen. Danach wird die Mauer mit dünnflüssigem Mörtel überputzt.

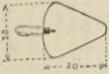
2. Dann trägt man an einzelnen etwa 1.5 m von einander entfernten Markierungsstellen den Putzmörtel in 15—20 cm großen Flecken auf und richtet diese mit Senkel und Richtscheit genau ein, daß ihre Oberflächen in einer vertikalen Ebene, der Mauerflucht, liegen.

3. Hierauf wirft man dazwischen den Putzmörtel in mehreren Lagen mittels der Kelle an die Mauer, verstreicht ihn mit der Kartätsche und

Kelle.
Abb. 560.



Abb. 561.
Grundriß.



Reibbretter

Abb. 562.

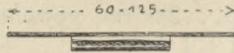


Abb. 563.
Querschnitt.



Abb. 564.



verreibt ihn schließlich mit dem Reibbrette, bei feinem Putze noch mit dem Filzreibbrett (Filzputz).

Gewöhnlich verpflichtet man den Ersteher der Tischlerarbeiten, die Reibbretter unentgeltlich beizustellen.

Ecken sind auf 2 cm sorgfältig abzufasen und scharf und rein zu ziehen.

Putzflächen kann man verschönern durch:

- a) Bemalung,
- b) Stuckarbeiten,
- c) Bildhauer- oder Modelleurarbeiten,
- d) Sgraffitto.

Vor dem Bemalen muß man die Wandflächen durch Abreiben mit Bimsstein sorgfältig glätten, dann sind sie einzuseifen, mit Ia Malerleimfarbe zu streichen und zu malen.

c) Arten des Putzes.

1. **Rapp-Putz, Berapp, rauher Bewurf, Verbrämung:** 1 cm dick, ganz rau, nur wenig mit der Kelle oder gar nicht verrieben. Verwendung für mindere Räume (Boden, Keller, Magazine u. dgl.).

2. **Besen- oder Stepp-Putz, gestupfter Verputz.** Der rauhe Bewurf (1) wird vor dem Trocknen mit einem Reisigbesen betupft, damit eine große Rauigkeit der Oberfläche entsteht.

3. **Spritzwurf oder Rieselbewurf.** In den rauhen Bewurf (1) werden haselnußgroße Steinchen eingedrückt.

4. **Gewöhnlicher, glatter Putz:** 1,5–2 cm dick, ohne besondere Sorgfalt geebnet. Man trägt ihn in 2 Schichten auf:

- a) zuunterst ein rauher, dünner Anwurf,
- b) darauf ein magerer Bewurf, der abgerieben und etwas geglättet wird.

Er dient für einfache Bemalung, in minderen Räumen oder als Unterlage für Tapeten.

5. **Feiner Putz, Filzputz:** 1,5 cm dick, sorgfältigst geglättet. Der 2. Anwurf wird mit dem hölzernen Reibbrett, der 3. mit dem Filzreibbrett verrieben. Er eignet sich für schöne Räume, die gemalen werden.

6. Stuckputz oder Stucco:

Kalkstuck: 2 feinsten Fettkalkmörtel + 1 Gips (Volumteile).

Reliefstuck: 1 alter, abgelagerter, steifer Fettkalkbrei + 2 gesiebter Marmorstaub.

Stucco lustro: aus gut abgelagertem Kalke und Marmorstaub wird ein 5 mm dicker Rohputz aufgetragen, zuerst mit dem Reibbrette, dann mit Filz abgerieben und mit einer polierten Kelle geglättet. Hierauf trägt man die Politur aus 2 l Wasser + 40...50 g Seife + 20...25 g Pottasche + 90...100 g Wachs heiß auf, bügelt sie heiß und verreibt dann in Spiritus gelöstes Wachs mit einem trockenen Lappen. Die Adern, Flecken, Wolken usw. malt man auf den nassen Putz mit feinstem dünnflüssigem Mörtel, den man mit Ochsen-galle und Kaseinlösung färbt.

Gipsstuck: 1 schwach gebrannter, frischer, rein weißer, lockerer, fein gemahlener Gips + $2\frac{1}{2}$ Wasser.

Weißstuck: auf den Kalkmörtelputz trägt man, sobald dieser vollständig trocken ist, mit der stählernen Reibplatte 2..3mal in Stärken von je 1 mm auf ein Gemenge aus feingesiebten Kalk + 10% feinem Sand oder Marmorstaub + Gipsbrei, verreibt es gut, spachtelt es unter Benetzen mit Wasser ab und reinigt es dann vom Schlamme.

7. Nutenputz. In den feinen Putz (5) werden Nuten eingezogen, um die Lager- und Stoßfugen von Quadern nachzuahmen (siehe Abb. 579—594).

8. Quaderputz oder Quadrierung. Die Nuten sind profiliert und die Spiegel dazwischen ahmen Spiegel-, Diamant-, Polsterquadern, Bossagen u. dgl. nach (siehe S. 595—597).

Wenn diese Quadern weit ausladen, so muß man die Ziegel entsprechend vorkragen lassen.

2. Ziegelrohbau.

Literatur:

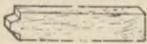
- Adami: Entwürfe für Ziegelrohbau.
 Bethke: Dekorativer Ziegelrohbau.
 — Der polychrome Bocksteinbau.
 — Häuser in reinem Ziegelrohbau.
 Degen: Der Ziegelrohbau.
 Liebold: Ziegelrohbau.
 Schatteburg: Der Ziegelrohbau.

Beim Rohbau werden die Außenflächen der Mauern weder verputzt noch verkleidet, sondern von den Ziegeln selbst gebildet.

Die außen liegenden Steine müssen

- sorgfältig hergestellt und gut gebrannt sein. Man soll nur geschlemmte Verblend- oder Verkleidungsziegel verwenden, weil gewöhnliche zu sehr durch die Witterung leiden würden,
- vollkommen ebene Flächen,
- gerade, scharfe Kanten,
- eine reine, gleichmäßige Farbe haben,
- der Witterung gut widerstehen.

Fugenholz.
Abb. 565.



Fugeneisen.
Abb. 566.



Profile des Fugeneisens.
Abb. 567. Abb. 568.



Profile der Mauerfugen bei Rohbauten.

Abb. 569. Abb. 570. Abb. 571. Abb. 572. Abb. 573.

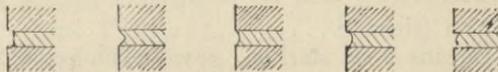
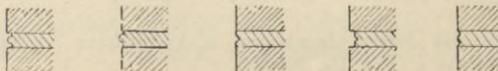


Abb. 574. Abb. 575. Abb. 576. Abb. 577. Abb. 578.



Die äußeren Fugen werden

1. mit dem Fugenholz (Abb. 565) auf 2 cm Tiefe ausgekratzt,
2. dann mit Werg u. dgl. ausgewischt,
3. hierauf mittels des Fugeneisens (Abb. 566—568) mit Kalk- oder mit verlängertem Zement-, nie aber mit reinem Zementmörtel, den man in die Fuge streicht, ausgefugt (Abb. 569—578). Die Fugen wurden verbrämt, wenn man mit dem Fugeneisen so lange rieb, bis der Mörtel glänzte.

Nachträgliches Ausfugen, nach der Vollendung des Mauerwerks, ist besser als sofortiges.

Den Fugenmörtel färbt man mit: Ziegelmehl, gemahlener Hochofenschlacke, Eisenoxyd, Kienruß, Braunstein usw.

Die Architekturformen bei Ziegelrohbauten macht man aus

1. gewöhnlichen Ziegeln allein: wenn keine besonderen Anforderungen an das Aussehen gestellt werden (Fabriken u. dgl.).
2. besonderen Formsteinen*): wenn die Architektur schöner sein, aber aus gebrannten Steinen allein hergestellt werden soll.
3. gewöhnlichen Ziegeln und Mörtelputz: als Nachahmung von (4). Die weiter ausladenden Architekturteile sind zuerst mit Ziegeln auszulegen, dann diese mit dem Putzmörtel zu bewerfen, worauf man die Profile wie bei den Gesimsen zieht (siehe § 7).
4. Quadern: wenn die größeren Kosten aufgewendet werden können.

In Gegenden, wo gute natürliche Steine fehlen, ist die Ziegelrohbauarchitektur stärker entwickelt. Gern verwendet man sie für industrielle und sonstige Utilitätsbauten. Gegenüber dem Putzbau hat sie den Vorteil, daß das Abfallen des Putzes vermieden wird.

Ziegelrohbaufassaden müssen sehr sorgfältig hergestellt werden, damit

- a) die Lagerfugen vollkommen horizontal und
- b) die Stoßfugen genau in vertikalen Linien liegen.

Jenes erwirkt man mittels horizontaler Latten und der Wasserwage; dieses durch Senkel. Um genau arbeiten zu können, befestigt man an den Seiten der Mauerfläche lotrechte Führungslatten, auf denen die Ziegelscharen aufgetragen sind, und legt an deren Teilstriche die horizontalen Richtlatten an.

Ein Reinigen einer Ziegelrohbaufassade kann erfolgen durch Bürsten mit verdünnter Salzsäure. Man muß aber gleich danach gut abwaschen.

3. Verblendetes oder verkleidetes Mauerwerk.

Um die Außenfläche des Ziegelmauerwerks, wenn es weder verputzt noch als Rohbau gelassen wird, widerstandsfähiger und schöner zu machen, verblendet (verkleidet) man sie mit

1. Quadern (siehe S....),
2. Platten aus 2 cm starken, gewöhnlich geschliffenen und polierten natürlichen Steinen — ebenso schön, aber wesentlich billiger als (1),
3. Verblend- o. Verkleidungsziegeln,
4. feinen Tonplatten aus Majolika, Fayence, Terrakotta.

*) Normaltypen des österr. Ingenieur- u. Architekten-Vereines u. des Berliner Architekten-Vereines, siehe I. Teil, III. Kapitel.

Die Verblendung (Verkleidung) wird an der mit offenen Fugen hergestellten Hintermauerung mit Portlandzementmörtel befestigt wenn sie aus großen Stücken besteht, auch noch mittels Drähten, Haken, Steinklammern (K, Abb. 324), Schließen, Ankern (s. Abb. 324).

Zu Verkleidungsplatten aus natürlichem Steine verwendet man:

	Preis in K/m^2
Granitbelge	22
Bardiglio	24
St. Anna	26—28—
Laaser Marmor	30
Sterzinger Marmor	" "
Veroneser	" "
Ung. Rot	" "
Ropočevo	" "
Bardiglio fiorito	32
Mandorla	" "
Rosa U.	" "
Bleu belge	34
Rouge griotte	" "
" royale	" "
Brocatello forte	" "
Untersberger	" "
Karstmarmor	" "
Jaune dorée U.	" "
Carrara blanc	36
Rosso fioritto	" "
Brêché rosé	" "
Island	" "
Giallo chiaro	" "
Napoleon	40
Rouge incarnat	" "
Salzburger Marmor	" "
Jaune Lamartine	50
Porta santa	" "
Escolett	" "
Paranazzo	" "
Giallo di Siena	55
Serpentin	56
Polcevero	" "
Portovenere	" "
Noir fin	" "
Rosso levante	" "
Rouge antique	60
Onye India	" "
Brocotellé violette	70
Rosa d'Italia	100
Carrara blanc clair	20

Die Verblend- oder Verkleidungsziegel müssen haben

- a) eine reine gleichmäßige Farbe,
- b) vollkommen gleiche Größe,
- c) " ebene Flächen,
- d) " gerade Kanten.

Die Fugen sind nur 8 mm stark. Die Steine haben daher folgende Größe:

beim Wiener Format	29·2 × 14·2 × 6·9	cm
" Berliner "	25·2 × 12·2 × 6·9	"

8. Platinolplatten von Fritz und Hübner aus Stukkaturgips, geworfener Kohlenasche und Leimwasser*: $W_1 \geq 5 \text{ cm}$, $W_2 = 7 \text{ cm}$. In jede Lagerfuge ist ein 6 mm starkes Rundeisen einzubetten.

9. Hohltafeln aus Gips und Kohlschlacke mit Gasrohrversteifung von Fischer, Haselsteiner und Beck*: $W_1 \geq 5 \text{ cm}$, $W_2 = 7 \text{ cm}$.

10. Gedübelte Gipsplatten aus Gips, Lohe und Kesselschlacke von A. Scheffel und A. Ruhe: $W_1 \geq 5 \text{ cm}$, $W_2 = 7 \text{ cm}$. Die Platten müssen untereinander viermal verdübelt werden.

11. Skagliolplatten von H. Miksch: $W_1 \geq 5 \text{ cm}$, $W_2 = 7.5 \text{ cm}$.

12. Platten aus Meise'schem Gipszement und Schlacke*: $W_1 \geq 5 \text{ cm}$, $W_2 = 7.5 \text{ cm}$.

13. Gipsplatten aus Gips mit Zusatz von Kohlenasche, Sägespänen und Korkkleie von E. Hedemann.

14. Zementschlackenplatten aus Weißkalkmörtel, Portlandzement und Steinkohlenasche von F. Frizzi*. Sie sind durch 10 cm lange eiserne Dübel und Zementmörtel zu verbinden.

15. Korksteinziegel von Reinhold & Co. gelten als Ersatz für eine beiderseits verputzte Holzwand, wenn die Platten wenigstens 6 cm stark sind und beiderseits einem mindestens 1 cm starken Verputz haben.

16. Schlackensteine. Sie müssen mindestens 6 Monate alt sein. Man darf sie verwenden für:

a) Riegelwände,

b) unbelastete Scheidewände von höchstens 8 m Höhe,

c) Umfassungswände der obersten 2 Geschosse, bei gewöhnlichen Deckenkonstruktionen und gewöhnlichen Deckenlasten. Bei Feuerungen sind Ziegel zu verwenden.

17. Korksteinplatten: a) Emulgit, b) Reform.

100/25 cm groß } 3, 4, 5, 6 $\frac{1}{2}$, 8, 10 cm stark.
50/25 " " }

18. Gipsdielen

2, 3, 3, 5, 7 cm dick

25, 25, 25, 25, 20 " breit

2.0, 2.5, 2.0, 2.5, 2.5 m lang

19. Sprentafeln 10/30/100 cm

20. Schilfrohrhohltafeln 10/30/100 cm
12/30/125 "

III. Quadermauerwerk.

Quadern (Hausteine, Werk- oder Schnittsteine) sind vollkommen regelmäßig zugehauene Steine, deren Gestalt der Steinmetz nach sorgfältig kotierten Zeichnungen genauestens ausarbeitet.

Sie geben das schönste, festeste, dauerhafteste, beste, aber auch teuerste Mauerwerk.

Die Steinkanten der Stirnflächen werden gewöhnlich profiliert (Abb. 579—594).

Profile von Quaderfugen.

Abb. 579. Abb. 580. Abb. 581. Abb. 582. Abb. 583. Abb. 584. Abb. 585. Abb. 586.

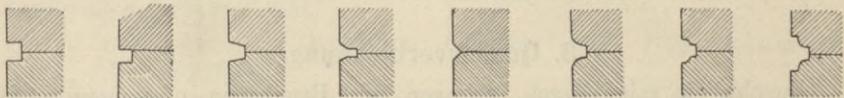
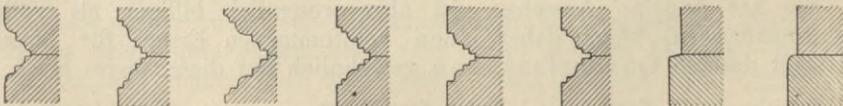


Abb. 587. Abb. 588. Abb. 589. Abb. 590. Abb. 591. Abb. 592. Abb. 593. Abb. 594.



Die Stirnflächen werden je nach Wunsch des Architekten:

1. eben gelassen und dann

- | | | |
|----------------|--------------------------|------|
| a) scharriert | — mit dem Scharriereisen | } *) |
| geflächt | — „ der Fläche | |
| gekrönelt | — „ dem Kröneleisen | |
| gezähnel | — „ „ Zahneisen | |
| gestockt | — „ „ Stockhammer | |
| b) geschliffen | | } |
| poliert | | |
| geätzt | | |



Abb. 595.
Diamant-
quader.

2. ausgestattet zu

- Diamantquadern (Abb. 595)
Polsterquadern (Abb. 596)
Bossagen, Rustiken (Abb. 597)



Abb. 596.
Polster-
quader.

Durch das Benützen heller und dunkler Steine lassen sich sehr schöne Wirkungen erzielen, ebenso durch verschieden farbige.



Abb. 597.
Bossage
oder
Rustika.

I. Arten des Quadermauerwerks.

1. Volles Quadermauerwerk.

Es eignet sich nicht zur Umschließung von Wohnräumen, da es kalte und feuchte, daher unwohnliche und ungesunde Räume gibt; ist auch das teuerste Mauerwerk.

Verwendung: nur selten, bloß bei Monumentalbauten.

2. Quaderpfeiler und Quadersäulen.

Man macht sie

1. bei vollem Quaderbau,

2. wenn die Belastung so groß ist, daß anderes Steinmaterial zu schwach wäre.

Zwischen die einzelnen Stücke der Säulen („Trommeln“) sind 2 . . 3 mm starke Bleiplatten einzuschalten.

Architrave soll man nie unmittelbar auf die Kapitäle legen, sondern diese in 0,5 . . . 1,0 cm hohe Plättchen enden lassen, auf denen die Architrave liegen.

Es ist wohl zu beachten, daß viele natürliche Steine nicht feuerbeständig sind. Pfeiler oder Säulen aus solchen wären bei einem Brande eine große Gefahr für das Gebäude.

3. Quaderverblendung.

Gewöhnlich mit Ziegel-, seltener mit Bruchstein oder gemischtem Mauerwerk als Hintermauerung.

Sie hat dasselbe Aussehen, ist aber wesentlich billiger als volles Quadermauerwerk, bietet daher einen vollkommenen Ersatz für dieses. Man stellt deshalb Quaderfassaden gewöhnlich auf diese Weise her.

*) Siehe das II. Kapitel des I. Teiles dieses Werkes.

Befestigung der
Quaderverkleidung an der
Hintermauerung.

Abb. 598.
Schnitt.

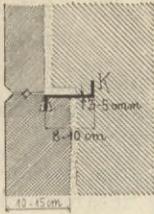
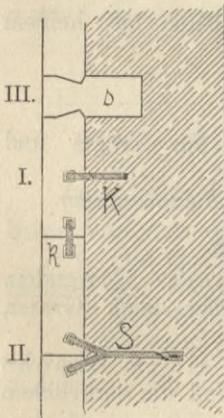


Abb. 599.
Grundriß.



K Klammer.
k Steinklammer.
S Schließe.
s Ankerstein.

Quadersockel.
Abb. 600.



Verankerung eines Tür-
oder Fenstergewändes.
Abb. 601.

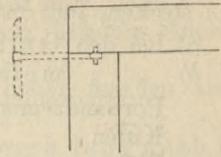
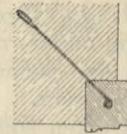
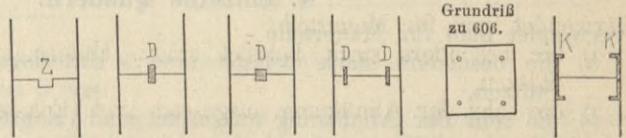


Abb. 602.
Grundriß zu 601.



Verbindung aufeinander liegender Quadern
bei Pfeilern oder Säulen.

Abb. 603. Abb. 604. Abb. 605. Abb. 606. Abb. 607. Abb. 608.



Z Zapfen. D Dübel. K Klammern.

Dabei werden die Quadern mit der Hintermauerung verbunden mittels

1. verlängertem, besser jedoch mit reinem Portlandzementmörtel, der aber nicht treiben und nicht ausblühen darf

2. wenn die Quadern sehr hoch sind, sehr weit ausladen oder sehr groß und schwer sind, auch noch durch

a) 20—25 cm lange Klammern (K, Abb. 598, 599) mit 3—4 cm langen Pratzen mit stumpfen Enden und Widerhaken, } aus 7—10/20—25 mm starken verzinkten Eisen,
b) Schließen (Ankern) (S. Abb. 599) von 50 cm Länge,

c) Ankersteinen (s, Abb. 599, 600) — selten

Untereinander verbindet man

a) die nebeneinander liegenden Quadern mit Steinklammern (k, Abb. 599, 608),

b) die übereinander liegenden mit 2—2.5 cm starken, 9—10 cm langen Dübeln (Abb. 604—607).

Beide macht man am zweckmäßigsten aus verzinktem Eisen, aber auch aus Bronze (am besten, aber sehr teuer), Kupfer, Messing. Zuweilen verwendet man auch Dübel aus harten, zähen Steinen; diese dürfen aber nicht spröde sein.

Je schwächer die Verblendung ist, desto zahlreicher müssen die Verbindungsstücke sein.

Die Löcher der Steine, in denen diese Hilfsstücke (Klammern, Dübel usw.) stecken, füllt man aus:

- a) bei den steinernen Hilfsstücken mit Portlandzement,
- b) " " metallenen " "
 - Portlandzement — sehr gut.
 - Kitten — gut, aber teuer.
 - Blei — sehr gut, aber teuer; ist nachzukeilen.
 - Schwefel — greift das Eisen an. Er ist weit über den Schmelzpunkt zu erhitzen, bis er tiefbraun wird.

Die Lagerfugen der Quadern und der Hausteinplatten, welche die Verblendung bilden, müssen mit denen der Hintermauerung zusammenfallen. Die Höhen der Steine der Verblendung müssen daher ein Vielfaches der Ziegelscharen sein.

Die Dicken sollen so beschaffen sein, daß sich Zahnschmatzen ergeben (siehe Abb. 598).

Sandsteine sind vor dem Versetzen an den Rückseiten mit heißem Teer zu bestreichen.

4. Einzelne Quadern.

verwendet man für Mauerteile

- a) die besonders stark belastet sind: Unterlagsteine für Träger und Stützen,
- b) die sehr der Abnützung ausgesetzt sind (Ecksteine, Radabweiser).

II. Grundregeln des Quaderbaues.

1. Man soll nur dauerhafte, feste, schöne Steine verwenden. Am häufigsten benützt man Kalk- und Sandsteine, aber auch Granit, Syenit usw.

2. Die Steine sind in der Lage zu versetzen, die sie im Bruche hatten. Bei geschichtetem oder schiefrigem Gesteine sind die natürlichen Lagerflächen als Lager zu legen.

Abb. 609.

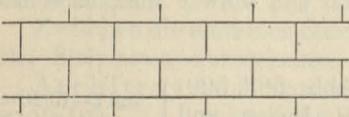


Abb. 610.

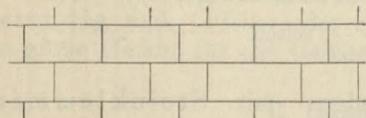


Abb. 611.

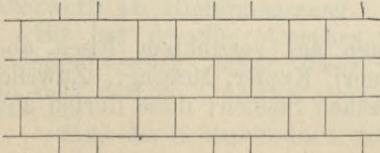


Abb. 612.

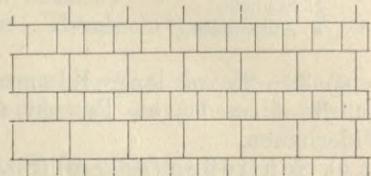
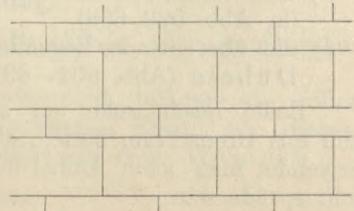


Abb. 613.



3. Die Höhe der Quadern schwankt zwischen $\frac{1}{4} \dots \frac{3}{4} m$.

Die Steine einer Schichte sind gleich hoch.

Die Schichten sind:

a) entweder alle gleich hoch (Abb. 609—611),

b) oder verschieden hoch, so daß zwischen höheren Schichten niedere eingeschaltet sind (Abb. 612—615).

Man soll die Schichten der unteren Geschosse höher machen als die der oberen.

4. Gewöhnlich sind die Steine einer Schichte gleich lang (Abb. 609, 613, 614).

Man läßt aber auch längere Steine mit kürzeren wechseln, die jedoch unter sich gleich lang sind (Abb. 610, 612, 615).

Abb. 614.

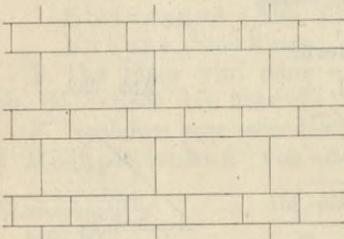
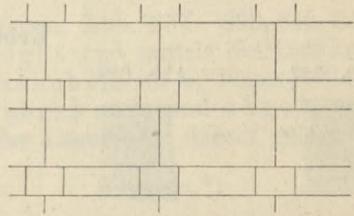


Abb. 615.



5. Lagerfuge = 5—12 m — möglichst klein.

Stoßfuge = 3 mm.

Damit die Lagerfugen die gewünschte Dicke bekommen, legt man beim Versetzen der Steine Plättchen aus Holz, Pappe, Zink oder Blei ein.

6. Die Quadern sind in regelrechtem Verbande zu verlegen, ähnlich dem Ziegelverbande (siehe S. 114—120).

7. Gewöhnlich versetzt man sie in Weißkalkmörtel.

8. Sonst sind die S. 52 und 53 angeführten allgemeinen Regeln zu beachten.

Eckverbände bei Quadermauern.

1. Rechtwinklige Ecke.

Abb. 616.

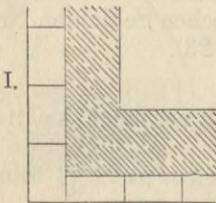


Abb. 617.

2. Spitzwinklige Ecke.

Abb. 618.

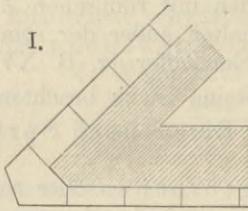
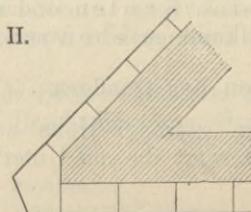


Abb. 619.



3. Stumpfwinklige Ecke.

Abb. 620.

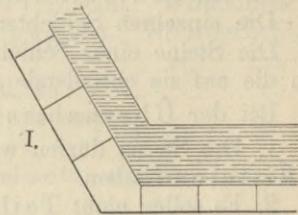
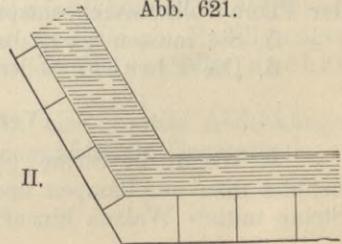


Abb. 621.



Abdeckung von Mauern durch Quadern.

Abb. 622.



Abb. 623.



Abb. 624.

**Mauerkronen.**

Abb. 625.

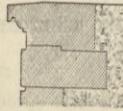


Abb. 626.

**Geböschte Mauern.**

Abb. 627.



Abb. 629.



Abb. 631.

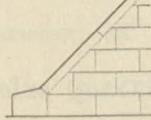


Abb. 632.



Abb. 628.



Abb. 630.



Abb. 633.

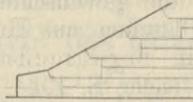


Abb. 634.

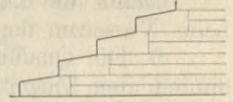


Abb. 631—634 aus: Handbuch der Architektur.

3. Ausführung des Quadermauerwerks.

Bei Quaderbauten ist für jede Schichte ein besonderer Plan auszu-
arbeiten, ein Schichtenplan.

Die einzelnen Schichten werden mit römischen Ziffern bezeichnet.

Die Steine einer Schichte erhalten außer der römischen Schichten-Nr.
noch die auf sie entfallende arabische Ziffer (z. B. XV 23).

Bei der Übernahme der Steine ist zu beachten:

1. Die Steine dürfen weder Risse noch Sprünge, auch keine verkitteten haben.
2. Es sollen nicht Teile abgebrochen oder ausgesprengt sein.
3. Die Steine dürfen nicht bruchfeucht sein.
4. Sie müssen maßgerecht sein: ihre Abmessungen müssen denen der Pläne vollkommen entsprechen.
5. Sie müssen gerade, reine Kanten und ebene Flächen haben.
6. Die Flächen sollen vollkommen eben sein.

Versetzen der Quadern.

I. Wenn die Steine bloß in geringer Höhe zu versetzen sind, so benützt man nur Rampen und befördert die auf Unterlagsbrettern liegenden Steine mittels Walzen hinauf.

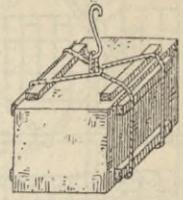
II. Bei großer Höhe verwendet man sorgfältig abgebundene Versetzerüste und Hebezeuge (Rollen, Flaschenzüge, Winden, Krane — je nach dem Gewichte der Steine).

1. Die Steine sind an Seile, nicht an Ketten zu hängen, da sich bei diesen leicht ein Glied verwickeln und infolge eines plötzlichen Ruckes ein Zerreißen eintreten kann.

Abb. 635. †)

Das Seil wird:

a) um den Stein geschlungen, dessen Kanten durch Latten (nicht aber durch Stroh oder Tannenreisig, da diese abfärben) gegen Beschädigungen zu schützen sind (Abb. 635) oder



b) am Stein befestigt mittels einer:

Steinzange (Abb. 636).

Krepp (Steinklaue, Wolf, Kropfeisen, Abb. 637—640, 645, 646).

2. Der Stein wird dann emporgezogen und mittels des Laufkrans (Abb. 641—644) bis über die Stelle verschoben, wo er liegen soll.

3. Nachdem man sein Unterlager abgekehrt und abgewischt und Holzplättchen von der Dicke der Lagerfuge darauf gelegt hat,

Steinzange. *)
Abb. 636.

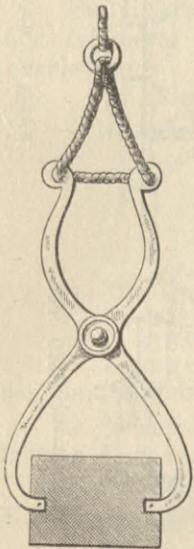
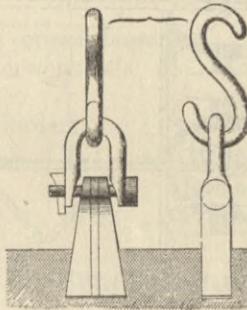


Abb. 637. Abb. 638.



Kreppen. *)

Abb. 639.

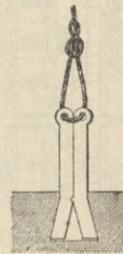
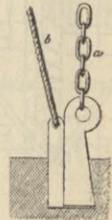


Abb. 640.



wird der Stein langsam herabgelassen und mittels Senkel, Wasserwage oder Libelle, Winkelmaß und Richtscheit sorgfältig eingepaßt. Erforderlichenfalls ist nachzuarbeiten.

4. Wenn alles stimmt, so hebt man ihn etwas empor,

5. näßt das Lager,

6. gießt ein Mörtelbett aus Kalkbrei + feinstem Sand aus,

7. senkt den Stein wieder sorgsam auf sein Lager und

8. klopft ihn durch leichtes Beschlagen mit Holzschlägeln fest.

9. Dann gießt man die Stoßfugen mit schnell bindendem Mörtel aus.

10. Die versetzten Steine, namentlich wenn sie Teile von Profilierungen, Ornamenten, Figuren usw. bilden, sind an den Stößen sorgfältig nachzuarbeiten.

11. Vorspringende Steine (Gesimse u. dgl.) sind mittels Abdeckungen aus Brettern gegen Beschädigungen durch herabfallende Gegenstände zu schützen.

†) Baukunde des Architekten.

*) Breymann: Baukonstruktionslehre I.

Versetzgerüste vom Bau der Hofmuseen in Wien.

Abb. 641. Ansicht.

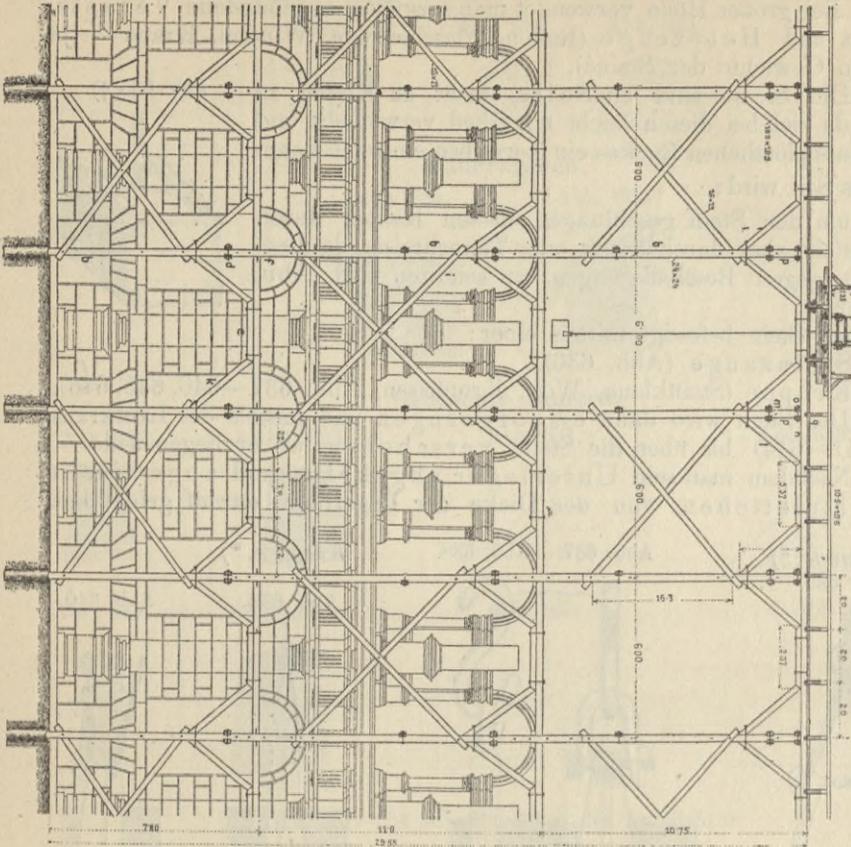


Abb. 642. Querschnitt.

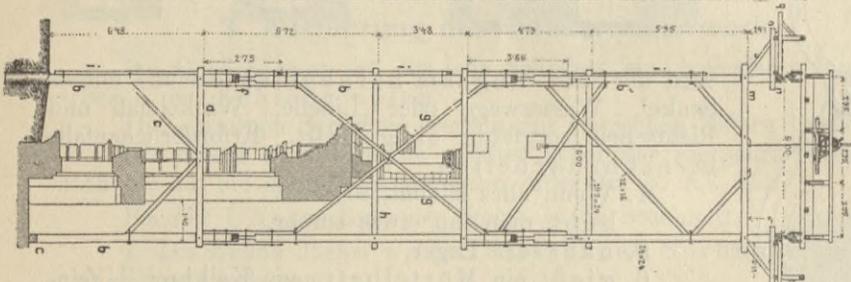


Abb. 643. ⊥ Mauer.

Laufkran.

Abb. 644. || Mauer.

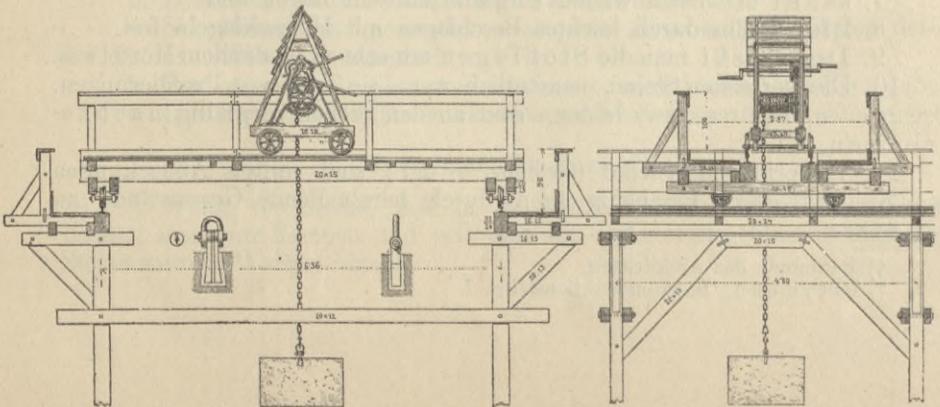


Abb. 645.

Abb. 646.

Abb. 645, 646: Kreppen.

12. Bei plastischem Schmuck empfiehlt es sich meistens, nur die roh zugehauenen Steine zu versetzen, und die Bildhauerarbeit erst nachträglich auszuführen.

13. Herabgetropfter Mörtel ist gleich abzuwaschen.

Quaderfassaden reinigt man durch:

1. Abwaschen mit

- a) Wasser,
- b) Seife + Wasser,
- c) einer Mischung aus Kalkmilch + Lauge.

2. Bürsten mit verdünnter Salzsäure (1:9), wenn die Steine nicht kalkhältig sind. Danach muß man aber sofort abwaschen,

3. die Keßlerschen Putzfluat.

IV. Hackelsteinmauerwerk.

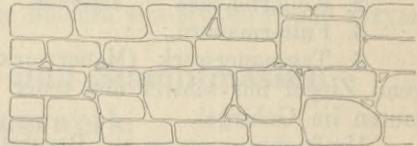
Die Hackelsteine oder Schichtsteine sind an den Lager- und Stoßflächen, oft auch etwas an den Stirnen behauen, aber verschiedene lang und hoch, auch in derselben Schar.

Sie liefern ein etwas besseres und schöneres Mauerwerk als die Bruchsteine.

1 m³ erfordert:

1.3 — 1.5 m ³ Steine	+ 0.1 m ³ Weißkalk	+ 0.3 m ³ Sand
	0.11 „ Romanzement	+ 0.31 „ „
	0.09 „ Portlandzement	+ 0.34 „ „

Abb. 647.



V. Bruchsteinmauerwerk.

1. Die Bruchsteine sollen sein:

lagerhaft: mit natürlichen Lagerflächen versehen, oder
lagerrecht behauen: mit angearbeiteten Lagerflächen, wenn das Gestein keine Lager hat.

2. Weder am oberen noch am unteren Lager dürfen Schneiden oder Spitzen vorkommen.

3. Je unregelmäßiger die Steine sind, desto minderwertiger ist das Mauerwerk, desto dicker muß es sein, desto besserer Mörtel ist notwendig.

4. Die Steine sind tunlichst im Verband, jedenfalls möglichst Voll auf Fug und so zu legen.

5. Unten und an den Ecken und Enden bringt man die größten Steine an.

6. Die Bruchsteine sind so zu verlegen, wie sie im Bruche lagen: daß ihre natürlichen Lagerflächen als Lager liegen, nicht hochkantig (sog. „Tiroler“).

7. Die Zwischenräume der Steine muß man mit kleineren, keilförmigen Steinen, die mit dem Hammer fest eingetrieben werden, gut „auszwicken“. In den sichtbaren Außenflächen sind Zwicker zu vermeiden. Es sollen möglichst wenig Zwicker vorkommen.

8. Mindestens alle Meter ist das Mauerwerk

- a) horizontal abzugleichen und
- b) mit Holzstößeln leicht zu rammen.

9. Gut ist es, auf diese Gleichen einige (3—4) Scharen aus Ziegeln zu legen.

10. Die Mauer-Ecken und -Enden, die Gewände und Sturzbögen der Türen und Fenster macht man besser aus Ziegeln.

11. Als Mörtel soll man verlängerten, besser aber reinen Zementmörtel verwenden. Gewöhnlich genügt Romanzement.

12. Bruchsteinmauern sollen um wenigstens 15 cm stärker sein als Ziegelmauern.

Bruchsteinmauerwerk ohne Mörtel heißt: Trockenmauerwerk. Seine Fugen füllt man aus mit Erde, Moos u. dgl. Man verwendet es u. a. für mindere Futtermauern.

Bruchsteinmauern sind um 15—25 cm stärker anzulegen als gleich große Ziegelmauern.

Verwendung des Bruchsteinmauerwerks:

1. Fundamente, da die Ziegel im Erdreich weniger dauerhaft sind.
2. Kellermauern — seltener.
3. Futtermauern.
4. Tagmauerwerk (Mauerwerk über der Erdoberfläche): bloß dann, wenn Ziegel nur schwer und teuer bezogen werden können (bei isolierten Bauten im Gebirge).

Umfassungsmauern aus Bruchstein geben kalte, feuchte, minder wohnliche und weniger gesunde Räume als solche aus Ziegeln, da diese poröser und daher luftdurchlässiger sind.

1 m³ Bruchsteinmauerwerk erfordert:

1·25—1·3 m³ regelmäßig aufgesetzte Steine, bei lagerhaften und großen Steinen nur 1·05—1·10 m³.

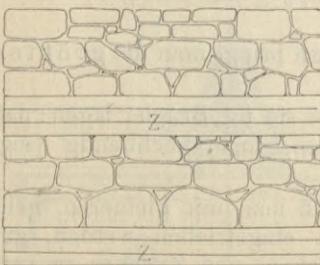
0·33 m ³ Mörtel u. zw.	0·1 m ³ Weißkalk	+ 0·3 m ³ Sand
	0·105 m ³ Romanzement	+ 0·31 " "
	0·085 " Portlandzement	+ 0·34 " "

VI. Gemischtes Mauerwerk.

Es ist ein Mittelding zwischen dem Bruchstein- und dem Ziegelmauerwerk:

Zu unterst legt man 3—4 Scharen gut gebrannter Ziegel in Zementmörtel,

Abb. 648.



Z: Ziegel.

darüber Bruchsteinmauerwerk $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ m hoch, gleicht es oben ab und rammt es leicht,

darauf gibt man 3—4 Scharen Ziegel, dann Bruchsteine wie zuvor usw.

Gewöhnlich macht man diese Mauern zu $\frac{1}{3}$ aus Ziegeln und zu $\frac{2}{3}$ aus Bruchsteinen.

Die Mauer-Ecken und -Enden, die Gewände und Sturzbögen der Tür- und Fensteröffnungen, die Rauchschlote und Ventilationsschläuche stellt man aus Ziegeln her.

Verwendung.

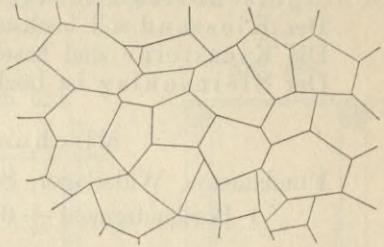
1. Fundamente,
2. Keller- und Souterrainmauern,
3. zuweilen auch aufgehendes Tagmauerwerk.

VII. Polygon- oder Mosaikmauern.

Die Steine werden so zugehauen, daß sie polygonale Kopfflächen bekommen, die mosaikartig aneinander gefügt werden.

Man kann so auch mit nicht lagerhaften, ganz unregelmäßigen Bruchsteinen ein recht hübsches Aussehen erzielen.

Abb. 649.



VIII. Zyklopenmauerwerk.

Darunter versteht man Mauern aus ungemein großen, unbehauenen Steinen, die ohne Mörtel versetzt sind: die Mauern von Mykenae und Tiryns.

§ 2. Mauern aus Guß- und Stampfmassen.

I. Betonmauerwerk.

Beton*) ist zu definieren als ein unter Wasserzusatz bereitetes Gemenge aus einem Mörtel mit Steinstückchen.

Weil der Beton sich anfänglich in breiförmigem Zustand befindet, muß man für den Bauteil, der aus Beton hergestellt werden soll, eine Form aus Brettern oder Pfosten (Schalung) oder aus Eisenblech usw. anfertigen, in welche der Beton geschüttet wird.

Wird der Beton bloß geschüttet und dann sich überlassen, so heißt er Gußbeton; wird er aber nach dem Schütten noch durch Stampfen, Walzen u. dgl. verdichtet, so heißt er Stampfbeton. Dieser ist wesentlich besser, aber auch teurer als jener. Für tragende Bauteile ist nur Stampfbeton zu verwenden.

Zum Mörtel verwendet man gewöhnlich Zement (Zementbeton), am besten Portlandzement, namentlich für Bauteile, die auf Biegung oder Knickung beansprucht werden; für Fundamente u. dgl. auch Schlackenzement und unter Umständen Romanzement. Den besten Beton liefert Portlandzement; er ist überall dort zu verwenden, wo eine möglichst große Festigkeit, Widerstandsfähigkeit, Dauerhaftigkeit, Wasserdichtheit usw. verlangt werden.

Dient der Beton weniger als tragender Bauteil, sondern mehr als Ausfüllung oder Auffüllung, so kann man sich auch eines minderen Mörtels bedienen.

Bei großen Abmessungen setzt man dem Mörtel als Steinstücke Schotter zu, bei kleinen Abmessungen Kies.

Bei Füllungsbeton nimmt man hierzu auch Schlacke.

Am besten ist Flußkies; minder gut ist Grubenkies (Kiesbeton).

*) Das französische Wort „béton“ kommt vom lateinischen betunium. Der englische Ausdruck für Beton ist: concrete (sprich: konkrit). Man hat auch versucht, die deutsche Bezeichnung „Grobmörtel“ einzuführen.

Der Kies muß sein:

- a) rein, d. h. frei von Erde, Staub u. dgl.
- b) scharfkantig, eckig
- c) quarzreich und
- d) soll 35% Hohlräume haben.

Runde Steine (Geschiebe, Gerölle u. dgl.) sind vorher zu schlägeln (Schlägelschotter, Steinschlag).

Der Kiessand soll höchstens 5 mm große Körner haben.

Die Kiessteine sind haselnuß- bis hühnereigroß.

Der Steinschlag ist höchstens 6 cm stark.

Mischungsverhältnisse.

Fundamente, Widerlager, Sohlen von Wasserbehältern:

1 Portlandzement + 6...8 Kiessand + 6...8 Kiessteine oder
8...10 Steinschlag.

Wände, Pfeiler und sonstige Tragkörper:

1 Portlandzement + 5...6 Kiessand + 5...6 Kiessteine oder
7...8 Steinschlag.

Portlandzement	Sand	Kies	Kalk	Steinschlag	Schotter	Beton
1	0·6	0·7	0·8	1		2
1	2				2·5	3·2
1	2	4				4·4
1	3	6				6·6
1	4	8				8·8
1	4...6	4...8				4·5...9

Beton aus Zement und Kies allein hätte eine geringere Festigkeit als ein solcher aus Zementmörtel d. Zement + Sand und Kies.

Wenn man viel Beton braucht, so erfolgt die Betonbereitung mittels Betonmischmaschinen, sonst durch Handarbeit. Das Mengen (Mischen) erfolgt dann auf einem Holzboden (Bretterbühne).

Beim Betonieren unter Wasser ist darauf zu achten, daß der Zement nicht ausgewaschen werden kann. Dabei ist ein Mehrerfordernis von 10...15% anzunehmen.

Sonst ist noch das bei den Eisenbetondecken über den Beton gesagte zu beachten.

Verwendung des Betonmauerwerks:

1. Fundamente: bei schlechtem oder nassem Baugrund.
2. Keller- und Souterrainmauern: bei nassem Erdreich; wenn das Grundwasser sehr hoch steht; bei Betonfundamenten,
3. Säulen und Pfeiler (besonders aus Eisenbeton): sie sind sehr tragfähig; sind feuersicher, was bei eisernen und vielen aus natürlichen Steinen nicht der Fall ist; werden nicht durch Rosten wie die eisernen oder Faulen wie die hölzernen gefährdet,
4. Umfassungsmauern. Sie eignen sich nicht für Wohnräume, da sie kalte, feuchte, daher unwohnliche, ungesunde Räume geben. Haken,

Nägel u. dgl. sind schwierig einzuschlagen. Umgestaltungen sind sehr mühsam und umständlich,

5. nur für Mauern von einfacher Gestalt, da sonst die Schalung zu teuer käme,

6. für ganze Gebäude bei großen Lagerhäusern, Silos, Fabriken u. dgl.

Formkästen für Guß- und Stampfmauerwerk.

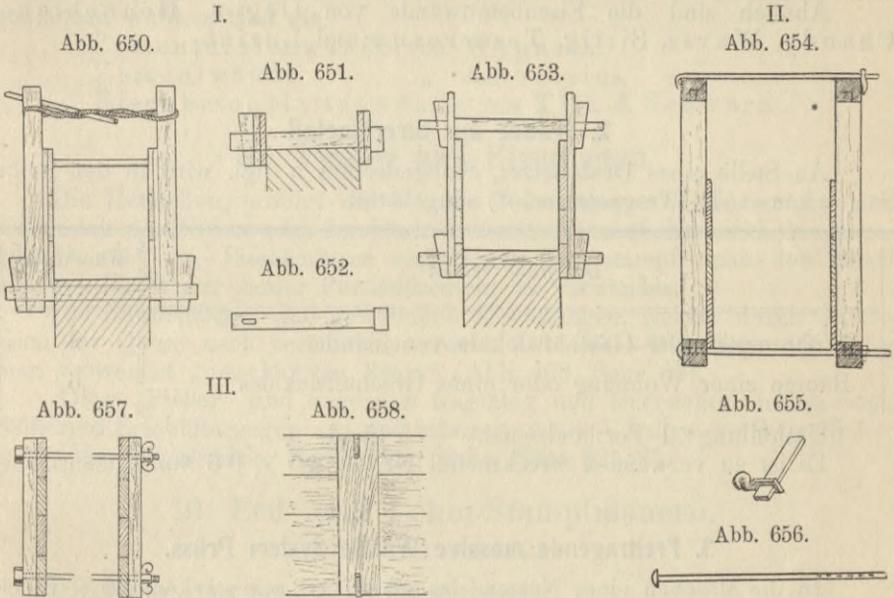


Abb. 650—656 aus Handbuch der Architektur.

II. Wände aus Eisenbeton.

Die Wand wird gebildet aus einem Drahtnetz, Stabgeflecht u. dgl. aus Eisen, das beiderseits mit Zementmörtel oder Beton beworfen wird.

Bei dicken Wänden verwendet man Beton, bei dünnen nur Zementmörtel.

Das eingebettete Drahtnetz u. dgl. ist durch Stangen-, Winkel- oder sonstige Fassoneisen bestens zu versteifen und mit diesen durch Drähte zu verbinden.

Es ist möglich diese Wände so herzustellen, daß sie sich selbst tragen, also nicht auf Trägern ruhen müssen.

Ausgedehnte Wände stellt man so her, daß zuerst ein Eisenfachwerk errichtet und an diesem das Netz u. dgl. befestigt wird.

Die Eisenbetonwände sind ungemein: dünn, fest, widerstandsfähig, feuersicher, einbruchsfähig.

Sie haben aber folgende Mängel:

- Nägeln, Haken u. dgl. kann man nur mit großen Schwierigkeiten eintreiben.
- Öffnungen die nachträglich zu machen sind (Türen usw.), lassen sich nur sehr mühsam ausbrechen.
- Die Herstellung ist umständlich und kostspielig.

1. Monierwände.

Ein Netz (Stabgeflecht) aus 4–10 mm starken, 5 cm entfernten, horizontalen und vertikalen Eisenstäben, die an den Kreuzungsstellen mittels Drähten miteinander verbunden werden, wird beiderseits mit magerem Zementmörtel (1 Zement + 10 Sand) beworfen, so daß die unverputzte Wand 3 cm dick ist.

Eine 3 cm dicke, 3,5 m hohe und 3,5 m lange Monierwand trug 10.000 kg.

Ähnlich sind die Eisenbetonwände von Dégon, Hennebique, Chaudy, Waysz, Sittig, Tessereaux und Luzino.

2. Wände aus Streckmetall.

An Stelle eines Drahtnetzes, Stabgeflechtes u. dgl. wird in den Beton Streckmetall (Tragnetzblech*) eingebettet.

Die Wand trennt:	Wanddicke (cm)
Wohnungen oder Geschäftslokale voneinander	8
Räume einer Wohnung oder eines Geschäftslokales	6

Umhüllung: 1 Portlandzement + 5 Sand.

Es ist zu verwenden Streckmetall Nr. 1: 2,5 × 0,6 mm Litzenstärke.

3. Freitragende massive Wände System Prüss.

In die Maschen eines Netzes, das aus 26 × 2 mm starken, 60 × 60 cm oder 45 × 60 cm entfernten Bandeseisen gebildet ist, versetzt man mit Zementmörtel

hochkantig gestellte Ziegel, auch poröse, oder Betonplatten.

Die 7,5 oder 15 cm dicken Wände können sich selbst tragen, ohne daß ein Träger unterzuziehen ist; sie sind ungemein fest, widerstandsfähig und feuersicher.

Eine 7 cm dicke, 3,40 m hohe und 4,80 m lange Wand

a) mit 2 Fenstern von je 0,90 × 1,90 m Lichtfläche trug eine vertikale Belastung von 10.000 kg.

b) mit einer im Lichten 1,00 × 2,20 m großen Türe, hielt einen horizontalen Druck von 2500 kg, der auf 1,35 × 0,30 m Fläche wirkte, aus — beides ohne Deformationen.

Diese Wände eignen sich für:

- a) Scheidewände,
- b) Außenwände von Magazinen, Schuppen, Scheuern, Speichern, Remisen usw.
- c) Einfriedungen,
- d) Verkleidungen alter Mauern,
- e) zum Aufbau ganzer Gebäude.

*) Siehe das VI. Kapitel des I. Teiles dieses Werkes.

4. Rabitzwände.

Ein Netz aus 1—1.1 mm starken, 2 cm entfernten, meistens verzinkten Eisendrähten, das durch 1 cm dicke Rund- oder Quadrateisen versteift ist, wird beiderseits mit Gipsmörtel, dem man Leim, Kuhhaare, Kalk und Sand beimengt, beworfen, so daß die Wand 3 cm dick ist.

Die Rabitzwände sind zwar feuersicher, widerstehen aber nicht der Nässe und haben nur eine geringe Festigkeit.

Wände aus Beton- oder Eisenbetonplatten, die in Eisenfachwerke geschoben werden, sind die

Zementdielenwände von Wygasch,
 Zementwände „ Ambrosius,
 Eisenbetonplattenwände von Tilk & Schwarz.

IIa. Pfeiler aus Eisenbeton.

Die Herstellung erfolgt wie bei den Betonmauern: nachdem man eine die Gestalt des Pfeilers oder der Säule gebende Form (Lehre, Schalung) geschaffen und die Eiseneinlagen eingebracht hat, stampft man den Beton hinein. Es ist nur bester Portlandzement zu verwenden.

Die Eiseneinlagen sind gewöhnlich Eisenstangen, welche durch Flach-eisen der Quere nach verbunden werden (Abb. 460—464, Seite 83) oder man verwendet „umschnürten Beton“ (Abb. 468, Seite 85).

Diese Pfeiler sind ungemein tragfähig und feuersicher, halten auch Stöße und Erschütterungen aus und haben sonst alle Vorzüge der Betonpfeiler. Über die statische Berechnung siehe Seite 82—85.

III. Erd- und Lehm-Stampfmauern.

(Erd- und Lehm-Pisé.)

Die Erde, der Lehm dürfen nicht sein:

- a) zu mager, da sie schlecht abbänden,
- b) zu fett, weil sie rissig würden,
- c) zu trocken, wodurch kein genügender Zusammenhang sich ergäbe,
- d) zu feucht, was zu langsames Trocknen und zu starkes Setzen zur Folge hätte.

Sie müssen frei sein von Pflanzenteilen (Wurzeln u. dgl.), Humus usw., können aber (bis nußgroße) Steine enthalten.

Mageren Sand, fetten Ton, Dünger- oder Humusboden darf man nicht verwenden, sonst aber jede Erdart.

Am besten eignet sich frisch gegrabener Boden.

Die gegrabene Masse ist vorher gut durchzuarbeiten. Dann läßt man sie 8—12 Stunden an der Luft trocknen.

Vor der Verwendung muß man sie, am besten mit Kalkwasser, anfeuchten.

Um Risse zu verhüten, mengt man Stroh, Heu u. dgl. bei.

Die Erde, der Lehm werden in Formkästen, welche die Gestalt des herzustellenden Mauerkörpers geben, in 10 cm hohen Schichten eingefüllt und dann mit Stößeln so lange gestampft, bis sich an der Oberfläche keine Eindrücke mehr ergeben.

Bevor man eine neue Schicht auf bringt, ist die untere etwas anzufeuchten.

Die Formkästen sind bis 1.5 m hoch und werden aus 5 cm starken, innen glatt gehobelten Pfosten hergestellt.

Die Ecken macht man am besten aus Stein.

Die Scheidewände sind mit Verband anzuschließen.

Die Öffnungen werden mit Ziegeln eingesäumt, oder man sägt sie nachträglich heraus.

Die Schornsteine stellt man aus Ziegeln her, innen aus Luftziegeln, über dem Dache aus gebrannten.

Da diese Wände Feuchtigkeit nicht vertragen, so muß man sie dagegen schützen:

gegen Bodenfeuchtigkeit, durch mindestens 50 *cm* hohe Sockelmauern mit Isolierschichten;

gegen Regen, durch vorspringende Dächer, Putz oder aber durch Behängen mit Dachpappe, die auf eingestampften Holzdübeln befestigt wird.

Der Putz darf erst dann aufgetragen werden, wenn die Mauer trocken ist, nach einem Jahre. Auf einem Rappputz aus 1 Kalkbrei + 2 Lehm + 2 Sand bringt man den Kalkmörtelputz auf.

Diese Wände sind ziemlich dauerhaft, feuerbeständig, rasch, einfach und billig herzustellen, aber wenig fest.

Man verwendet sie in Gegenden, wo keine Bruchsteine zur Verfügung stehen, Lehm zwar vorhanden ist, das Brennen aber zu teuer käme.

IV. Kalksand-Stampfmauern.

(Kalksand-Pisé.)

Man schüttet in $\frac{3}{4}$ *m* hohe Formkästen aus 2.5—3 *cm* starken Brettern 10 *cm* hohe Schichten aus magerem Mörtel aus 1.5 gelöschtem gebrannten Kalk + 0.5 lehmfreiem Sand + 8 gesiebter, gut ausgebrannter Stein- oder Braunkohlenasche + etwas Wasser, in feuchter Lage aus 2 hydraulischem Kalk + 8—9 Sand + Wasser und stampft so lange, bis der Stößel beim Auffallen einen metallischen Klang gibt.

Für die Öffnungen stellt man Holzlehren her, welche später beiseitigt werden, oder man sägt sie nachträglich heraus.

Fundamente und Sockel macht man aus Bruchsteinmauerwerk, oder man stampft 1 Weißkalk und + 1 Portlandzement + 6—9 Sand.

Diese Wände sind dauerhafter, fester, gegen Witterungseinflüsse minder empfindlich, aber teurer als die Erd- und Lehmstampfbauten; sie sind sehr einfach herzustellen und brauchen keinen Putz.

Man verwendet sie für einfache, untergeordnete Bauten, wo Ziegel und Bruchsteine schwer zu beschaffen sind.

§ 3. Mauerstärken.

1. Geringste Mauerstärken.

Je nach dem Material, aus dem die Mauer hergestellt wird, kann deren Dicke unter ein bestimmtes Maß nicht gehen. Dieses beträgt für

Ziegel, österreichisches Format — unverputzt . . .	14 <i>cm</i>
„ preußisches „ „ „ . . .	12 „
Quadern	30 „
Bruchsteine, lagerhafte	40 „
„ unregelmäßige	50 „
Beton	10 „
Rabitzkonstruktion	3 „
Monier „	3 „

2. Ziegelmauern.

Vorschriften der Wiener Bauordnung über die Stärken von Mauern aus gewöhnlichen Ziegeln in Weißkalkmörtel bei gewöhnlichen Wohnhäusern:

1. Grundsatz: Die Mauerstärke muß stets ein Vielfaches der Ziegelbreite sein, also

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \quad 1 \quad 1\frac{1}{2} \quad 2 \quad 2\frac{1}{2} \quad 3 \quad 3\frac{1}{4} \quad 4 \quad \text{usw. Stein} \\ 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 \quad \text{„ cm in Österreich} \\ 12, 25, 38, 51, 64, 77, 90, 103 \quad \text{„ „ „ Deutschland} \\ \quad \quad \quad n \text{ Stein} = n \text{ Steinlängen} = n \times 30 \text{ cm} \end{array} \right.$$

2. Die Keller- und die Souterrainmauern sind stets um $\frac{1}{2}$ Stein stärker als die des Erdgeschosses,

3. Die Fundamentmauern müssen wenigstens um $\frac{1}{2}$ Stein stärker als die Kellermauern gemacht werden.

4. Wenn einzelne Mauern außergewöhnlich stark belastet werden, so sind sie auf Grund einer statischen Berechnung zu dimensionieren. Dann muß man oft festere Steine (geschlemmte Ziegel, Klinker, Quadern) und besseren Mörtel (aus Roman- oder Portlandzement) verwenden.

5. Bei Industriebauten ist die Bestimmung der Mauerdicke dem Bauherrn und dem Bauführer gegen Haftung für die volle Sicherheit überlassen.

6. Bei Bauten unter erleichterten Bedingungen können die $1\frac{1}{2}$ Steine starken Mauern auch aus Bruchstein oder gemischtem Mauerwerk ausgeführt werden.

Die Verstärkungen der Mauern sind so anzuordnen, daß die eine Hälfte an der einen und die zweite an der anderen Seite vorsteht. Bei den Außen-, Nachbar- und Lichthofmauern muß man sie ganz nach innen legen.

Mauerstärken in Steinlängen.

$$1 \text{ Steinlänge} = 30 \text{ cm}$$

I. Hauptmauern.

Belastete Hauptmauern.

$$a) \text{ Trakttiefe} \leq 6.5 \text{ m.}$$

Geschoß	Tramdecken					Doppeldecken					Traversendecken	
											α	β
IV. Stock	$1\frac{1}{2}^*)$					$1\frac{1}{2}$					} $1\frac{1}{2}$ }	} $1\frac{1}{2}$ }
III. „	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}^*)$				2	$1\frac{1}{2}$					
II. „	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}^*)$			$2\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$				
I. „	2	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}^*)$		3	$2\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$			
Erdgeschoß	$2\frac{1}{2}$	2	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}^{*1})$	$3\frac{1}{2}$	3	$2\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$				$2$

1) Auf dem Lande
bei Ziegeln $> 1\frac{1}{2}$
sonst ≤ 2

Bei „Bauten unter erleichterten Bedingungen“ unter Haftung des Bauherrn und des Bauführers für die genügende Festigkeit, falls die lichte Geschoßhöhe $\leq 3 m$, genügt: 1 Stein Stärke.

α : wenn die Höhe des Erdgeschosses $\leq 5 m$

β : „ „ „ „ „ $> 5 m$

Man wird daher das Erdgeschoß nur aus zwingenden Gründen höher als 5 m machen.

b) Trakttiefe $> 65 m$.

Die Mauerdicken sind um $\frac{1}{2}$ Stein stärker zu machen als unter I 1 a.

2. Unbelastete Hauptmauern.

Über der Erde: durchgehends $1\frac{1}{2}$ Stein stark.

II. Mittelmauern.

Geschoß	Mauerstärke				
IV. Stock	2 ¹⁾				
III. „	2	2 ¹⁾	2)		
II. „	„	2	1 $\frac{1}{2}$		
I. „	„	„	„	1 $\frac{1}{2}$	
Erdgeschoß	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	„	„	1 $\frac{1}{2}$

1) Bei Traversendecken im obersten Geschoße nur $1\frac{1}{2}$ Stein stark.

2) Bei Dippeldecken um $\frac{1}{2}$ Stein stärker.

III. Feuer o. Nachbarmauern.

Zahl der Stockwerke	Geschoß	Die Nachbarmauer ist	
		unbelastet	belastet
1—3	in allen Geschossen	1	1 $\frac{1}{2}$
4	{ im I.—IV. Stock im Erdgeschoße	1 $\frac{1}{2}$	„ „

IV. Lichthofmauern.

Unbelastet: 1 Stein stark.

Belastet : $1\frac{1}{2}$ „ „

V. Stiegenhausmauern.

Zahl der Stockwerke	Die Stufen sind	
	freitragend	beiderseits unterstützt
1—2	1 $\frac{1}{2}$	1
3—4	„	1 $\frac{1}{2}$

VI. Scheidemauern.

1. unbelastet: $\frac{1}{2}$ Stein.
2. belastet: a) nach oben nicht fortgesetzt: $1\frac{1}{2}$ Steine stark.
 b) " " — " 2 " "

VII. Innere Gangmauern.

Im I. bis IV. Stock: $\frac{1}{2}$ Stein.
 Im Erdgeschoße: 1 "

3. Statische Berechnung der Mauern und Pfeiler.

Bezeichnungen:

F	Basisfläche	des Mauerkörpers	(cm^2)
h	Höhe	" "	(m)
V	Volumen	" "	(m^3)
γ	Einheitsgewicht	" "	(kg/m^3) (siehe S. 152)
G	Eigengewicht	" "	(kg)
S	Schwerpunkt	" "	
P	Resultante aller Belastungen	ausgen. G	(kg)
k_d	zulässige Inanspruchnahme	der Unterlage auf Druck	(kg/cm^2)
	(siehe S. 150—151)		
σ	Spannung in der Basisfläche		(kg/cm^2)

$$G = \gamma V \text{ (kg)}$$

$$V = \frac{F h}{10000} \text{ (m}^3\text{)}$$

I. Vertikale Belastung.

Ia. Zentrische Belastung.

Diese Formeln ergeben sich aus I b) für $p = 0$.

Allgemein:

$$F \sigma = G + P = \gamma V + P$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma = \frac{\gamma V + P}{F} \text{ (kg/cm}^2\text{) muß } \leq k_d \text{ sein} \\ \mathbf{F} = \frac{\gamma V + P}{k_d} \text{ (cm}^2\text{) falls } \sigma = k_d \end{array} \right.$$

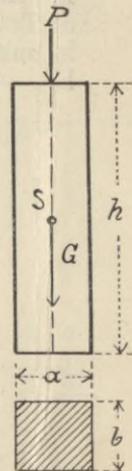
Wenn der Mauerquerschnitt konstant ist, gilt

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma = 0.0001 \gamma h + \frac{P}{F} \\ \mathbf{F} = \frac{P}{k_d - 0.0001 \gamma h} \end{array} \right.$$

Für prismatische Mauerkörper (z. B. Pfeiler) gilt, falls:

$$\begin{array}{l} a \text{ deren Breite (cm)} \\ b \text{ " Länge " } \\ h \text{ " Höhe (m)} \\ \mathbf{F} = a b \text{ (cm}^2\text{)} \\ \mathbf{V} = 0.0001 a b h \text{ (m}^3\text{)} \\ \mathbf{G} = 0.0001 \gamma a b h \text{ (kg)} \end{array}$$

Abb. 659.



$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma = 0.0001 \gamma h + \frac{P}{a b} \text{ (kg/cm}^2\text{) muß } \leq k_d \text{ sein} \\ \mathbf{a b} = \frac{P}{k_d - 0.0001 \gamma h} \text{ (cm}^2\text{) falls } \sigma = k_d \end{array} \right.$$

Lange Mauern rechnet man für $b = 1$ (cm).

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma = 0.0001 \gamma h + \frac{P}{a} \text{ (kg/cm}^2\text{) muß } \leq k_d \text{ sein} \\ \mathbf{a} = \frac{P}{k_d - 0.0001 \gamma h} \text{ (cm}^2\text{) falls } \sigma = k_d \end{array} \right.$$

Abb. 660.

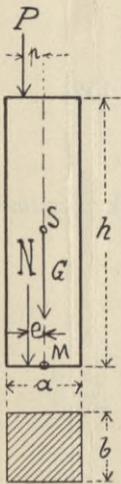
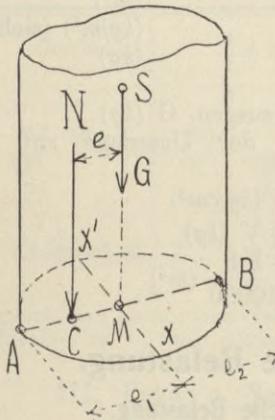


Abb. 661.



Ib. Exzentrische Belastung.

Bezeichnungen:

- G Eigengewicht des Mauerkörpers (kg)
- P dessen Belastung (kg)
- S sein Schwerpunkt
- F seine Basisfläche (cm²)
- N Resultante aus G und P (kg)
- e Entfernung der Richtung der N von der Schwerpunktachse
- S M (cm) (Abb. 661)
- p Entfernung der Richtung der P von C M (cm)
- x x': Achse durch M \perp M C
- A u. B: die gespanntesten Fasern d. s. die, welche von x x' die größten Entfernungen haben (e₁ u. e₂)

M statisches Moment der N bezüglich S (kgcm)

J Trägheitsmoment der Basisfläche bezüglich x x' (cm⁴)

k_d zulässige Inanspruchnahme der Basis auf Druck (kg/cm²)

k_z " " des Basisfugenmörtels auf Zug (kg/cm²)

Für 10fache Sicherheit:

Mörtel aus	k _z
Weißkalk	0.5...0.6
hydraulischem Kalk	0.6...0.8
Romanzement	1.5 u. mehr
Portlandzement	1.6 " "
Schlackenzement	1.6

$N = G + P$ (kg)

$e = \frac{P p}{P + G}$ (cm) wobei e und p in cm eingesetzt sind.

$M = N e = P p$ (kgcm)

Die Spannung in A: $\sigma_1 = \frac{N}{F} + \frac{M e_1}{J} = N \left(\frac{1}{F} + \frac{e e_1}{J} \right) (kg/cm^2)$

„ „ „ B: $\sigma_2 = \frac{N}{F} - \frac{M e_2}{J} = N \left(\frac{1}{F} - \frac{e e_2}{J} \right)$ „

Für prismatische Mauerkörper (z. B. Pfeiler) gilt, falls $AB \parallel a$:

$$F = a b (cm^2)$$

$$J = \frac{1}{12} b a^3 (cm^4)$$

$$e_1 = e_2 = \frac{a}{2} (cm)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{N}{a b} \left(1 + \frac{6 e}{a} \right) \\ \sigma_2 &= \frac{N}{a b} \left(1 - \frac{6 e}{a} \right) \end{aligned} \right.$$

Fall I: $e < \frac{a}{6}$

$$1 - \frac{6 e}{a} > 0 \quad \sigma_1 > 0 \text{ daher Druck}$$

$$\sigma_2 > 0 \quad \text{„ „}$$

Es muß $\sigma_1 \leq k_d$ sein.

Fall II: $e = \frac{a}{6}$

$$1 - \frac{6 e}{a} = 0 \quad \sigma_1 > 0 \text{ daher Druck}$$

$$\sigma_2 = 0$$

Es muß $\sigma_1 \leq k_d$ sein.

Fall III: $e > \frac{a}{6}$

$$1 - \frac{6 e}{a} < 0 \quad \sigma_1 > 0 \text{ daher Druck}$$

$$\sigma_2 < 0 \quad \text{„ Zug}$$

Es müssen $\left\{ \begin{aligned} \sigma_1 &\leq k_d \\ \sigma_2 &\leq k_z \end{aligned} \right.$

σ_1 ist immer Druck

σ_2 kann auch Zug sein (Fall III)

Abb. 662.

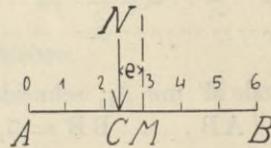


Abb. 663.



Abb. 664.

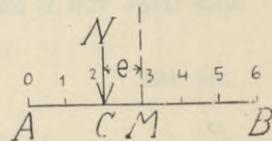


Abb. 665.

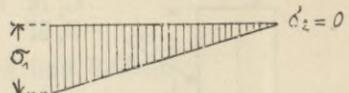


Abb. 666.

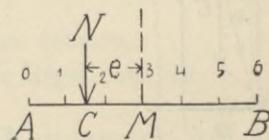
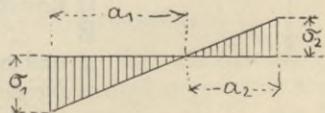
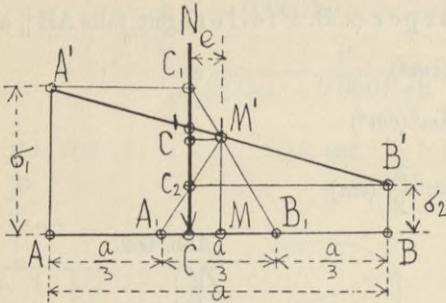


Abb. 667.



Wenn man die Mauerstärke nicht unmittelbar bestimmen kann, so muß man sie annehmen und muß dann untersuchen, ob die auftretenden Spannungen σ_1 und σ_2 die zulässigen Inanspruchnahmen nicht überschreiten.

Abb. 668.



Zeichnerischer Vorgang.

1. Gegeben: $N, a, e.$

Gesucht: σ_1 und $\sigma_2.$

Man trage in $M,$ der Mitte von AB ($AM = MB$), $MM' = \frac{N}{a}$ auf,

mache $AA_1 = A_1B_1 = B_1B = \frac{a}{3},$

verbinde M' mit $B_1,$ schneide B_1M' mit der Richtung von N (CN), wodurch C_1 erhalten wird, ziehe $C_1A' \parallel AB \dots AA' = \sigma_1$

verbinde M' mit $A_1,$ schneide A_1M' mit $CN,$ bekommt dadurch $C_2,$ ziehe $C_2B' \parallel AB \dots BB' = \sigma_2.$

2. Gegeben: $N, e, \sigma_1, \sigma_2.$

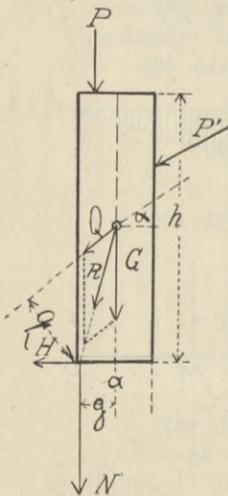
Gesucht: $a.$

Man trage von C aus auf:

$$CC_1 = \sigma_1$$

$$CC_2 = \sigma_2$$

Abb. 669.



bestimme dann $C',$ so daß $C_1C' = C'C_2$ ist, ziehe $MM' \parallel CN,$ mache $MM' = C'C',$ verbinde M' mit C_1 und C_2
 C_1M' schneidet AB in B_1 und
 C_2M' " " " A_1

$$A_1B_1 = \frac{a}{3}$$

2a. Wie groß ist $a,$ falls $\delta_1 = k_1$ und $\delta_2 = k_2?$
 k_x ist von B nach unten aufzutragen [668].

II. Schiefe Belastung.

Sie tritt auf bei Wind-, Wasser-, Erd-, Gewölbedruck.

Q Resultante aller äußeren Kräfte ausschließlich G (kg)

R " " " " " einschließlich " "

g und q sind in m ausgedrückt.

α Neigung der Q gegen den Horizont.

Über G, V, γ siehe S. 145.

I. Stabilität gegen Umsturz [669].

n Sicherheitskoeffizient, gewöhnlich = 2 oder 3.

$$G g = n Q q$$

$$V = \frac{n Q q}{\gamma g} (m^3)$$

$$n = \gamma \frac{V g}{Q q} \text{ fache Sicherheit.}$$

Prismatische Mauerkörper:

$$a b = \frac{n Q q}{\gamma g h} (m^2)$$

Mauern (wobei $b = 1.0 m$ zu setzen ist):

$$a_1 = \frac{n Q q}{\gamma g h} (m)$$

2. Sicherheit gegen Abschieben.

$$F k_s = n Q \cos \alpha$$

$$F = \frac{n Q \cos \alpha}{k_s} (cm^2)$$

Die zulässige Inanspruchnahme auf Abscherung

$$\begin{aligned} k_s &= 0.75 (kg/cm^2) \text{ bei Kalkmörtel} \\ &= 0.77 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{Zementmörtel} \\ &= 0.7 \quad \text{„} \quad \text{allgemein, gegen Reibung.} \end{aligned}$$

Prismatische Mauerkörper:

$$a b = \frac{n Q \cos \alpha}{k_s} (cm^2)$$

Mauern (wobei $b = 1.0 cm$ ist):

$$a^2 = \frac{n Q \cos \alpha}{k_s} (cm)$$

3. Sicherheit gegen Zerdrücken und Reißen.

Es ist für $N = G + Q \sin \alpha$ die Untersuchung nach I b durchzuführen. Daraus ergibt sich: a_3 .

Von a_1 , a_2 und a_3 ist der größte Wert zu nehmen:

Die Untersuchung nach II 2 kann in der Regel entfallen.

4. Zulässige Inanspruchnahme von Mauerwerk auf Druck (k_d) in kg/cm^2 .

Normalien des österr. Ingenieur- und Architektenvereines.

Man soll Pfeiler nur dann so schlank machen, daß die kleinste Querschnittsabmessung $< \frac{1}{6}$ der Höhe, wenn sie nicht stärker gemacht werden können, und nur in unvermeidlichen Fällen ihr weniger als $\frac{1}{8}$ der Höhe.

geben, da bei Überschreitung dieser Grenzwerte nur kleinere Inanspruchnahmen auftreten dürfen.

a) Ziegel- und Bruchsteinmauerwerk.

Mauerwerk aus	Mörtel aus	A	B	C
gewöhnlichen Ziegeln	W	5	2·5	—
„ „	R	7·5	5	—
„ „	P	10	7·5	5
geschlemmten „	P	12	8	6
Klinkern	P	20	15	10
Bruchsteinen	W	4	—	—
„ „	R	5	—	—
lagerhaften Bruchsteinen . . .	P	8	—	—
zugerichteten festen „	P	10	—	—
$\frac{1}{3}$ Ziegeln + $\frac{2}{3}$ Bruchsteinen .	W	4	—	—
„ „	R	5	—	—
„ „	P	8	—	—

W Weißkalk, R Romanzement, P Portlandzement.

Gattung	Mauern, falls die Mauerstärke	Tragpfeiler, deren kleinste Querschnittsabmessung
A	≥ 45 cm	$\left. \begin{array}{l} \geq \frac{1}{6} \\ \geq \frac{1}{6} \\ \geq \frac{1}{8} \end{array} \right\}$ der Höhe†)
B	$\left. \begin{array}{l} < 45 \\ > 30 \end{array} \right\}$ „	$\left. \begin{array}{l} \geq \frac{1}{8} \\ \geq \frac{1}{8} \end{array} \right\}$ „
C	≥ 30 „	$\left. \begin{array}{l} \geq \frac{1}{8} \\ \geq \frac{1}{12} \end{array} \right\}$ „

b) Betonmauerwerk.

Mauergattung	Auf 1 m ³ Sand + Schotter*) kommen	Mischungsverhältnis Zement: (Sand + Schotter) in Vol	k _d (kg/cm ²)
Fundamente	500 kg R	1 : 5	5
mindestens 45 cm starke Mauern; Tragpfeiler, deren kleinste Querschnittsabmessung $\geq \frac{1}{6}$ der Höhe	$\left\{ \begin{array}{l} 500 \text{ „ P} \\ 325 \text{ „ „} \\ 225 \text{ „ „} \\ 175 \text{ „ „} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1 : 3 \\ 1 : 5 \\ 1 : 8 \\ 1 : 10 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 18 \\ 12 \\ 8 \\ 6 \end{array} \right.$

*) Reiner, rescher Flußsand; erdfreier, höchstens 4 cm großer Schotter.

c) Quadermauerwerk.

Klasse	Steingattung	A	B	C	D
I	Porphy. Mauthausener, schlesischer und Bacher Granit. Untersberger Marmor	100	60	50	25
II	Karst-Marmor. Feinkörniger böhmischer, mährischer, Gmündner Granit. Wöllersdorfer. Karpathen-Sandstein. San Stefano. Häuslinger. Almaser. Mannersdorfer. Groß-Höfleiner. Carrara-Marmor. Schlesischer Marmor	70	40	30	—
III	Grisignana. Wiener Sandstein. Bester Oszloper. Bester Lindabrunner. Laaser Marmor. Hundsheimer. Kaiserstein. Sommereiner . . .	50	30	25	—
IV	Sterzinger Marmor. Oszloper. Wöllersdorfer und Ternerter Konglomerat. Lindabrunner. Marzano. Badener. Mühlendorfer	35	20	15	—
V	Mähr.-Trübauer und Brüsauer, Hořicer, Monoster Sandstein. Innsbrucker und Salzburger Konglomerat. Bester Margarethener. Bester Zogelsdorfer. Bester Kroisbacher. Goyszer . .	15	10	—	—
VI	Zogelsdorfer. Kroisbacher. Margarethener. Breitenbrunner. Stotzinger	8	5	—	—

Diese Angaben entsprechen einer etwa 15fachen Sicherheit.

Gattung	Quaderart	Tragpfeiler und Säulen, deren kleinste Querschnittsabmessung
A	{ einzelne Würfel oder Platten	$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{6} \\ < \frac{1}{8} \\ = \frac{1}{8} \\ < \frac{1}{12} \end{array} \right\} \text{der Höhe} \ddagger)$
B	{ exponierte Werksteine	
C	—	
D	—	

‡) Als Höhe ist nur die freie Höhe einzusetzen, also bei Fensterpfeilern die Höhe bis zum Anlauf des Sturzes.

5. Spezifisches Gewicht von Mauerwerk (γ) in kg/m^3 .

Normalien des österr. Ingenieur- und Architektenvereines.

Mauergattung	Mörtel	Gewicht (kg/m^3)	
		trocken	feucht
Handschlag-Ziegel	W	1500	1600
" "	R	1570	1700
" "	P	1570	1700
Maschin- "	W	1580	1670
" "	R	1650	1770
" "	P	1530	1620
" "	W	1580†)	1670†)
Geschlemmte "	P	1610	1730
" "	P	1650†)	1770†)
Nachgepreßte Pfeilerziegel	P	1650	1770
Klinker	P	1920	2000
Dreilochziegel	W	1350	1450
Sechsllochziegel	W	1250	1350
Poröse Vollziegel	W	1200	1350
" Dreilochziegel	W	1140	1290
Bruchsteine			
leichte			1900
mittelschwere			2200
schwere			2500
Sandsteinquadern			
wenig feste			2100
sehr "			2500
Kalksteinquadern			
wenig feste			2000
sehr "			2600
Granitquadern			2700
Portlandzement-Beton			
leichter — aus Ziegeln			1800
mittelschwerer — aus Kalk- oder Sandstein			2200
schwerer — aus Granit			2500

†) Vorschrift des k. k. Ministeriums des Innern über die Herstellung von Tragwerken aus Stampfbeton und Betoneisen bei Hochbauten.

6. Empirische Formeln.

a) Nach Rondelet.

Mauergattung	Mauerstärke für Ziegel in Metern
I. Freistehende Mauern	$\frac{h}{\alpha}$
II. An den Enden durch Querwände unterstützte Mauern.	
A. Außenmauern:	
1. unbelastete:	
a) geradlinige	$\frac{l h}{\alpha \sqrt{l^2 + h^2}}$
b) runde	$\frac{d h}{\alpha \sqrt{d^2 + 16 h^2}}$
2. belastete:	
a) in Gebäuden mit nur 1 Geschoße:	
α) in der Höhe nicht unterstützt	$\frac{t h}{12 \sqrt{t^2 + h^2}}$
β) auf die Höhe h_1 unterstützt, so das $h_2 = h - h_1$ frei ist	$\frac{t (h + h_2)}{24 \sqrt{t^2 + h^2}}$
b) bei mehreren Geschossen für das oberste Geschoß	$\frac{2 t + h'}{48}$
3. bei sehr großer Höhe	$\frac{30 + h}{48}$ bis $\frac{11 + h}{64}$
B. Mittelmauern — belastete	$\frac{h + T}{36}$

Soll die Stabilität der Mauern sein:

sehr groß, so ist $\alpha = 8$ mittel " " " $\alpha = 10$ minder " " " $\alpha = 12$ Es bedeuten (alles in m):

h die Höhe der Mauer

h' die Höhe der Außenmauer des obersten Geschosses bis zum Dache

l die freie Länge der Mauer

d der Durchmesser an der konvexen Seite

t die lichte Tiefe des an die Außenmauer stoßenden Traktes

T " " " der " " Mittelmauer " " Trakte

b) Nach Redtenbacher.

Für Wohn- und Fabrikgebäude:

t Gebäudetiefe (m)

 h_g Höhe des g -ten Stockes (m) d_g Mauerstärke des g -ten Stockes (cm)

$$d_g = \frac{t}{40} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_g}{25}$$

§ 4. Maueröffnungen.

Die Öffnungen in den Mauern (Fenster, Türen usw.) werden überdeckt mittels

1. Bögen

a) bei gewöhnlichen Spannweiten (≤ 1.5 m),

b) „ „ Belastungen,

c) aus architektonischen Gründen.

Wenn man einen Bogen verwendet, die Spannweite aber groß, oder die Belastung schwer ist, namentlich wenn auf dem Bogen Einzellasten ruhen, legt man über den Bogen zur Entlastung Träger, Entlastungsträger.

2. eiserner Träger

a) bei großen Spannweiten (> 1.5 m),

b) „ schweren Belastungen, namentlich wenn Einzellasten innerhalb der Lichtweite der Öffnung liegen,

c) bei schieftrechtem Sturz, falls auch [a] und [b] zur Geltung kommen.

In der Regel legt man so viele [n] gewalzte Träger unter die Mauer über der Öffnung als diese Steinbreiten dick ist, $n = \frac{d}{15}$.

Über eiserne Träger siehe S. 47.

3. Trägern aus Eisenbeton als Ersatz der eisernen. Sie sind zu konstruieren und zu berechnen wie die Balken der Plattenbalken (siehe Eisenbetondecken).

Bögen.

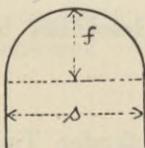
Mauerbögen.

1. Bogenformen.

I. Voller o. Halbkreisbogen.

$$f = \frac{s}{2}$$

Abb. 670.

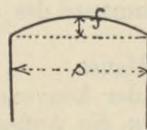


II. Gedrückte Bögen.

$$f < \frac{s}{2}$$

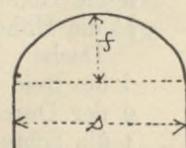
1. Segmentbogen.

Abb. 671.



2. Elliptischer Bogen.

Abb. 672.



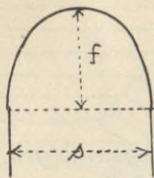
3. Parabelbogen.

2a. Korbbogen.

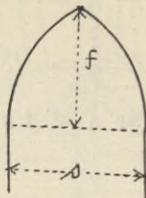
III. Überhöhte Bögen.

$$f > \frac{s}{2}$$

1. Elliptischer Bogen. 2. Spitzbogen.



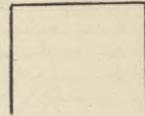
1a. Korbbogen.



IV. Scheitrechter Bogen.

$$f = 0$$

Abb. 675.



2. Ausführung der Bögen.

Die Bögen sind Gewölbmauerwerk: kurze Tonnen.

In der Regel macht man sie aus Ziegeln, gewöhnlich aus Mauerziegeln, seltener und nur bei kleinen Krümmungsradien aus Gewölbziegeln oder aus Keil-Gewölbziegeln. Bruchsteine verwendet man nur dann, wenn anderes Material nicht zur Verfügung steht; Quadern nur bei Quadermauerwerk. Auch bei Bruchsteinmauerwerk macht man, wenn es angeht, die Bögen aus Ziegeln. Zuweilen sind Bögen aus Beton oder Eisenbeton sehr zweckmäßig.

Der Steinverband ist so durchzuführen wie bei Pfeilern (siehe S. 117).

Die Fugenstärke an der Laibung = 0.8 1.2 cm.

Gegen die konvexe Seite klaffen die Fugen. Dort darf die Fugenstärke nicht > 2 cm sein. Man pflegt deswegen einzelne Ziegel keilförmig zu behauen.

Weißkalkmörtel soll man nur für kleine, schwach belastete Bögen verwenden. In der Regel benützt man verlängerten Zementmörtel (1 Kalk + 7 Sand + 1 Zement) — bei 12—15 kg/cm²; bei weiten und schwer belasteten Bögen aber reinen Zementmörtel (1 Zement + 2 bis 3 Sand) — bei 30—50 kg/cm².

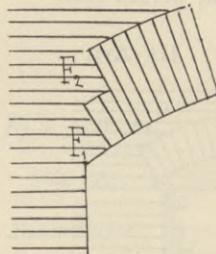
Die Füßel [676, 677] werden horizontal herausgemauert.

Man mauert gleichzeitig von beiden Kämpfern aus gegen den Scheitel und treibt dann dort als Schlußsteine keilförmig zugehauene Ziegel ein.

Scheitrechte Bögen sollte man, wegen ihrer zu geringen Tragfähigkeit, nur bis zu 2 m Spannweite ausführen. Weitere muß man durch Eisen verstärken.

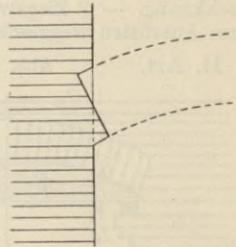
Bogenfuß.

I. Art. Abb. 676.



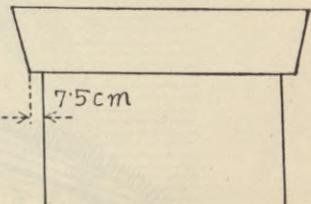
F₁, F₂ = Füßel.

II. Art. Abb. 677.



Scheitrechter Bogen.

Abb. 678.



3. Lehrbögen

(Wölbscheiben).

Während des Wölbens unterstützt man die Steine durch Lehrbögen. Diese sind bei Ziegelbögen wegen des Setzens zu überhöhen:

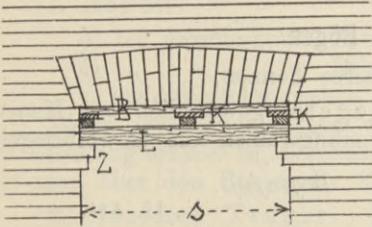
$$\text{falls } s = \frac{f}{2} \text{ um } 0.007 \text{ s}$$

$$\text{„ } s = \frac{f}{2} \text{ „ } 0.01 \text{ s}$$

A. für $s \leq 1.5 \text{ m.}$

1. Scheitrechter Bogen.

Abb. 679.

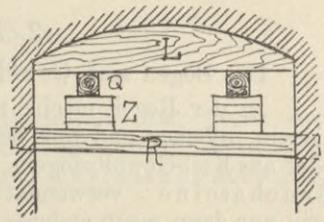


B Brett. — K Keile aus Holz. — L Latte, hochkantig. — Z Ziegelvorköpfe, werden nach dem Ausrüsten weggeschlagen.

2. Segmentbogen.

I. Art.

Abb. 680.

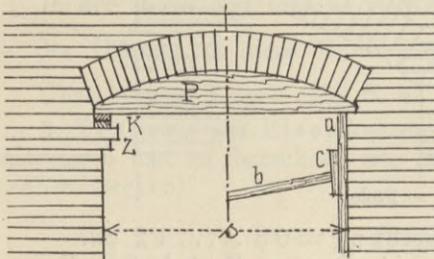


L Lehrbogen. — Q Querholz, falls mehrere L nebeneinander liegen. Z Ziegel. — R Riegel.

II. Art.

Abb. 681.

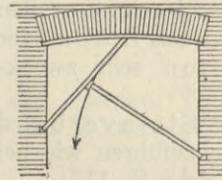
III. Art.



P Lehrbogen (Pfosten)
K Keil.
Z Ziegelvorköpfe, werden nach dem Ausrüsten weggeschlagen.

IV. Art.

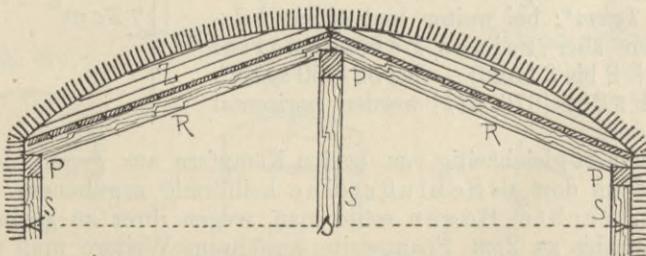
Abb. 682.



a Wandlatte als Stütze für P.
c Keil.
b Strebe, Spreize, um a an die Wand zu pressen.

B. für $s > 1.5 \text{ m.}$

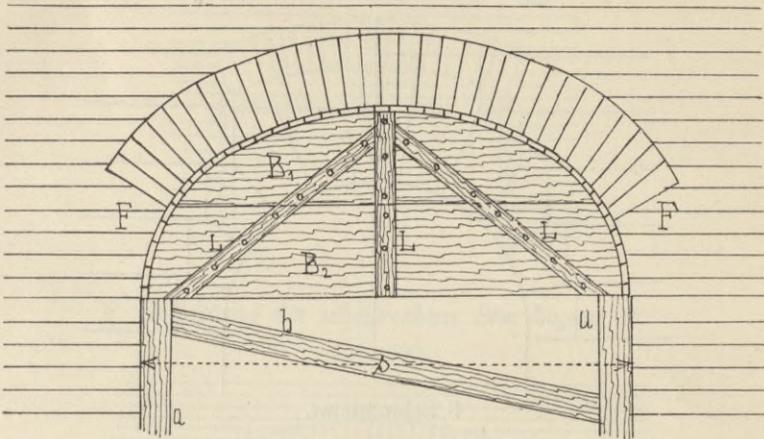
Abb. 683.



Z Ziegel. — R Riegel. — P Pfetten. — S Säulen.

a) $s \leq 3 \text{ m.}$

Abb. 684.

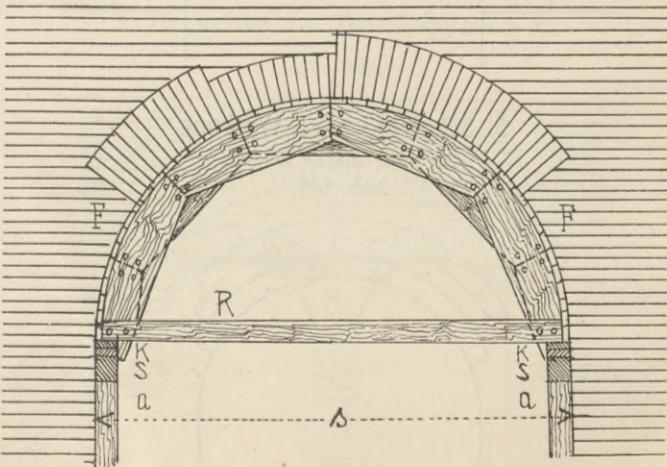


B_1, B_2 Bretter. — L Latten zur Verbindung der B_1 und B_2 . —
F Füßel. — a Säulen. — b Strebe.

b) $s > 3 \text{ m.}$

Abb. 685.

Bohlenbogen.

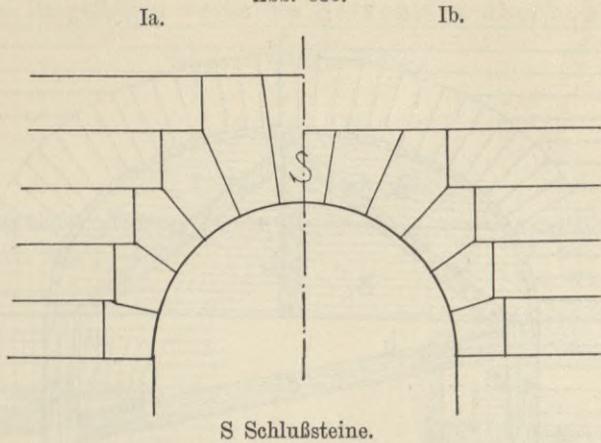


F Füßel. — R Riegel. — K Keile. — S Schweller. — a Säulen.

4. Bögen aus Quadern.

I. Art.

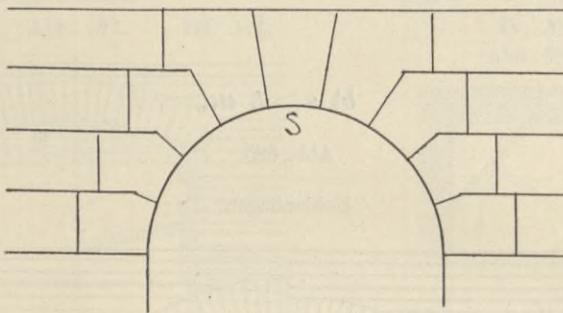
Abb. 686.



II. Art.

Hakenförmige Bogensteine.

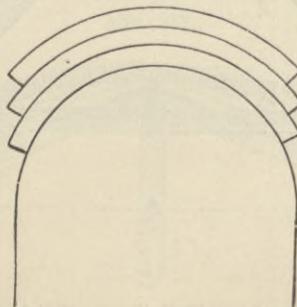
Abb. 687.



5. Schalenförmige Wölbung

für sehr starke Bögen.

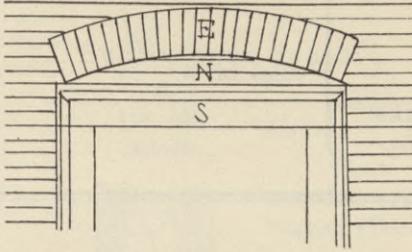
Abb. 688.



6. Entlastungsbögen.

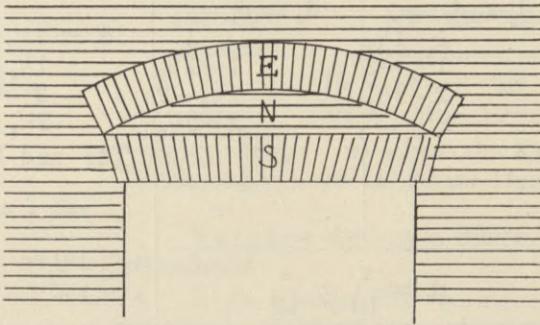
1. Entlastung des steinernen Sturzes *S*.

Abb. 689.



2. Entlastung des schiefechten Sturzbogens *S*.

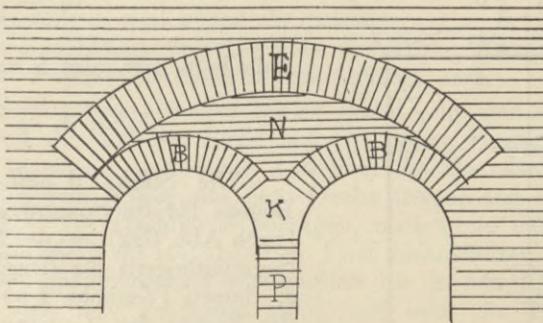
Abb. 690.



Nachdem der Entlastungsbogen *E* erhärtet ist, stellt man erst den schiefechten Sturzbogen *S* her und erst dann die Nachmauerung *N*.

3. Entlastung des Zwischenpfeilers *P*.

Abb. 691.



Zuerst macht man den Entlastungsbogen *E*, dann den Pfeiler *P*, den Kämpfer *K* und die Bögen *B*. Die Nachmauerung *N* wird nachträglich eingeschaltet, wenn *E*, *P*, *K* und *B* schon fertig sind. Den Kämpfer *K* stellt man am besten aus Haustein her.

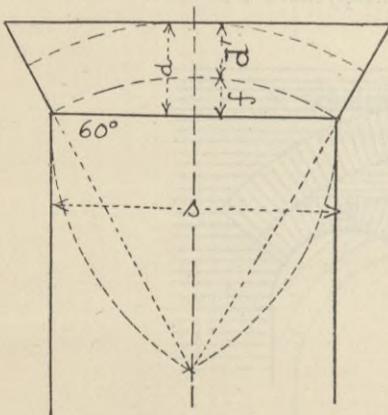
7. Stärke der Bögen aus Ziegeln

zur Unterfangung der Haupt- oder Mittelmauer eines bis 4 Stock hohen Wohnhauses (in Steinlängen):

- | | | |
|----------------|------------------|---------------|
| s | Spannweite | } alles in m. |
| f | Pfeilhöhe | |
| d ₁ | Scheitelstärke | |
| d ₂ | Kämpfer " | |
| d ₃ | Widerlagerstärke | |
| h | Widerlagerhöhe | |

s	$f = \frac{s}{2}$	$f > \frac{s}{2}$	$f < \frac{s}{2}$ aber $> \frac{s}{8}$
bis 2·0 m	d ₂ = d ₁ = 1 - 1 ¹ / ₂	d ₂ = d ₁ = 1	d ₁ = 1 ¹ / ₂ d ₂ = 1 ¹ / ₂
2·0 - 3·5 "	1 ¹ / ₂ - 2	1 - 1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂ 2
3·5 - 5·5 "	2 - 2 ¹ / ₃	1 ¹ / ₂ - 2	2 2 ¹ / ₃
5·5 - 8·5 "	2 ¹ / ₂	2 - 2 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂ 3
			Tür- und Fensterbögen mit $f = \frac{s}{6} - \frac{s}{8}$
über 8·5 m	$d_1 = \frac{s}{10} - \frac{s}{12}$		$s \leq 1·0 \text{ m}$ $d = 1 - 1\frac{1}{2}$ $s > 1·0 \text{ "}$ $d \geq 1\frac{1}{2}$
	$d_3 = \frac{s}{5} - \frac{s}{5·5}$	$d_3 = \frac{s}{5·5} - \frac{s}{6}$	$f > \frac{s}{4}$ $f = \frac{s}{4} - \frac{s}{8}$ $d_3 = \frac{s}{4} - \frac{s}{4·5}$ $d_3 = \frac{s}{3·5} - \frac{s}{4}$ $f = 0$ $d_3 = \frac{s}{3} - \frac{s}{4}$

Abb. 692.



Falls $h > 3 \text{ m}$, also $h = 3 \text{ m} + h'$, ist

$$d'_3 = d_3 + \frac{h'}{6}$$

Die Stärke d eines scheinrechten Bogens für die Spannweite s ergibt sich (nach Abb. 692) aus der Stärke d' eines Segmentbogens für dieselbe Spannweite s, dessen Pfeilhöhe f so groß ist, daß der Radius der Laibung = s beträgt:

$$d = d' + f.$$

Bei Bögen, die eine große Spannweite haben oder sehr stark belastet sind, ist eine statische Untersuchung vorzunehmen (siehe Gewölbe).

§ 5. Rauchschröte.

(Schlröte, Rauchfänge, Schornsteine, Kamine)

Das sind: aufrechte Röhren (Schläuche) aus und im Mauerwerk, die den Rauch der Heizungen über das Dach ins Freie leiten.

I.

Abb. 693.
Schnitt.

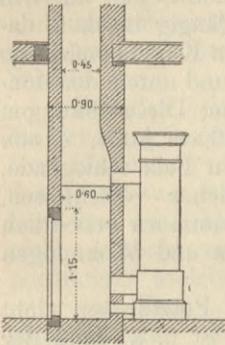
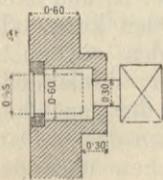


Abb. 694.
Grundriß.



I. Schließbare Schlröte.

II.

Abb. 695.
Schnitt.

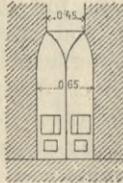
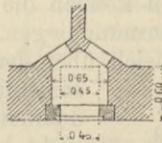


Abb. 696.
Grundriß.



Lichter Querschnitt $\geq 45 \times 45$ cm.

Heute macht man sie nur ausnahmsweise, bei großen Feuerungen (Backöfen usw.)

II. Enge (russische) Schlröte.

Lichter Querschnitt ≥ 225 cm².

Der Querschnitt ist

a) gewöhnlich ein Rechteck von 15×17 cm, bei großen Kochherden 20×20 — 25 cm,

b) selten ein Kreis, dann von 18 bis 20 cm Durchmesser.

Vorzüge der engen Schlröte gegenüber den schließbaren:

1. Es genügt eine geringere Mauerstärke, $1\frac{1}{2}$ Stein, während die schließbaren mindestens $2\frac{1}{2}$ Stein erfordern.

2. Der Zug ist besser.

3. Der Rauch kühlt sich nicht so rasch ab.

4. Es setzt sich nicht so viel von dem leicht brennenden Glanzruß an.

Die Schlröte liegen gewöhnlich in der Mittelmauer, weil:

a) diese genügend stark ist,

b) die Feuerungen sich neben ihr befinden,

c) dort die Rauchfänge einfacher über den First geführt werden können,

d) sie sich weniger abkühlen als in Außenmauern.

Werden Schornsteine in eine Mauer gelegt, die nur $\frac{1}{2}$ oder 1 Stein stark ist, so muß sie an dieser Stelle auf $1\frac{1}{2}$ Steine verstärkt werden.

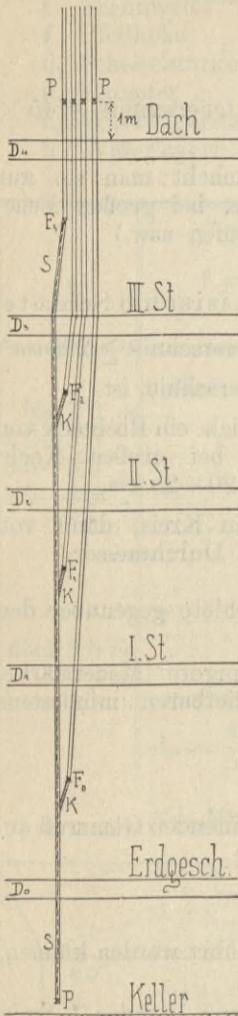
Die Schlröte müssen mindestens 1 m über die Dachfläche hinausragen. Wenn sie unter dem Firste aus dem Dache treten, und auch dann, falls sie schon 1 m über die Dachfläche vorragen, noch unter dem Firste liegen, soll man sie wenigstens 30 cm über den First hinausführen.

Nach unten soll der Schlot wo möglich bis in den Keller fortgesetzt werden. Wenn dies nicht geschehen kann, soll man ihn nie gegen einen bewohnten Raum, sondern gegen das Vorzimmer u. dgl. enden lassen. Auch soll man nie Schlröte gegen den Hof enden lassen.

Der Teil des Schlotes von der Einmündung des Rauchrohres der Feuerung abwärts heißt kalter Schlauch.

Es muß aber nicht jeder Schlot hinabgeführt werden, wenn mehrere nebeneinander liegen, sondern es genügt, den der obersten Feuerung als Sammelschlot hinunterzuleiten und die kalten Schläuche der übrigen Schloten in diesen münden zu lassen (Abb. 697). Dieses Verfahren soll man aber nur, wenn die Verhältnisse dazu drängen, benützen, da es entschieden besser ist, jeden Schlot hinabzuführen.

Abb. 697.



- Rauchrohr.
- S Sammel-schlot.
- K Kalter Schlauch.
- F Fuchs.
- P Putztürchen
- D Decken.

Oben, 1 m über dem Dachfußboden, zuweilen auch über dem Dache und unten, in geringer Höhe über dem Fußboden muß man den Schlot für den Rauchfangkehrer (Kaminfeger) zugänglich machen, damit dieser oben die mit der eisernen Kugel beschwerte Bürste einführen und hinablassen und unten den hinabgekehrten Ruß herausnehmen kann. Diese Öffnungen werden durch 15 cm breite und 40 cm hohe, 4 mm dicke, gußeiserne, oben doppelte, in Falz schlagende, sperrbare Putztürchen feuersicher verschlossen. Auf den Putztürchen ist durch Nummern ersichtlich zu machen, zu welchen Geschossen und Wohnungen sie gehören.

Zuweilen können die oberen Putztürchen nicht im Dachbodenraum liegen. Dies ist u. a. dann der Fall, wenn gleich über der obersten Decke ein Holzzementdach liegt, so daß der Bodenraum sehr nieder ist und daher nicht betreten werden kann, oder wenn sich im Boden ein photographisches Atelier, Maleratelier u. dgl. befindet, das der Rauchfangkehrer nicht betreten darf. Dann sind die Putztürchen über dem Dache anzubringen, und es ist für deren Zugänglichkeit zu sorgen (Aussteigtüren, Leitern u. dgl.). Neben solchen Rauchschloten ist beiderseits auf wenigstens 1.20 m ein eisernes Geländer anzubringen, falls nicht das ganze Holzzementdach durch ein solches eingefalßt ist.

Poterie.

Abb. 698. Schnitt.

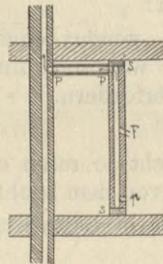
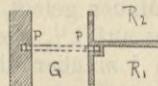


Abb. 699. Grundriß.



- R₁ u. R₂ Nachbar-räume.
- G Gang.
- PP Poterie.
- S Steine.
- F Fuchs.
- p Putzöffnung.

Jeder Schlot ist tunlichst vertikal emporzuführen. Muß man ihm eine Neigung geben, ihn ziehen, so soll diese mindestens 60° gegen den Horizont betragen. Sonst würde der Zug leiden; es würde sich zu viel Ruß ansetzen, und die Putzkugel würde beim Herabfallen das Mauerwerk beschädigen.

Hat der Schlot, ausnahmsweise, dann aber nur auf eine kurze Strecke, eine geringere Neigung als 60°, so ist dort ein Putztürchen

hat der Schlot, ausnahmsweise, dann aber nur auf eine kurze Strecke, eine geringere Neigung als 60°, so ist dort ein Putztürchen

anzubringen und gegen Beschädigungen durch die herabfallende Putzkugel durch eine Eisenplatte vorzusorgen.

Dieses Ziehen ist notwendig, wenn der Schlot einem Hindernisse ausweichen muß (einer Maueröffnung, einem anderen Schlote usw.).

Befindet sich die Feuerung in größerer Entfernung von der Mittelmauer, und kann man den Schlot nicht aufrecht emporführen, so leitet man den Rauch in einem unter der Decke liegenden, eisernen, besser aber Tonrohre, Poterie (P, Abb. 698), zu dem Schlote in der Mittelmauer. In diesem Verbindungsrohre ist aber eine Putzöffnung vorzusehen.

Jeder bewohnte Raum muß geheizt werden können.

Ein Schlot darf nur den Rauch von höchstens 4 Feuerungen aufnehmen. Dabei ist ein Kochherd für 2—3 Feuerungen zu rechnen.

Feuerungen zu rechnen.

Größere Heizungen müssen mehrere enge oder einen weiten Schlot bekommen.

Feuerungen verschiedener Geschosse in einen Schlot münden lassen ist nicht gestattet.

Das in der Mauer liegende Ver-

Abb. 700.
Ansicht des Schornsteinkopfes.

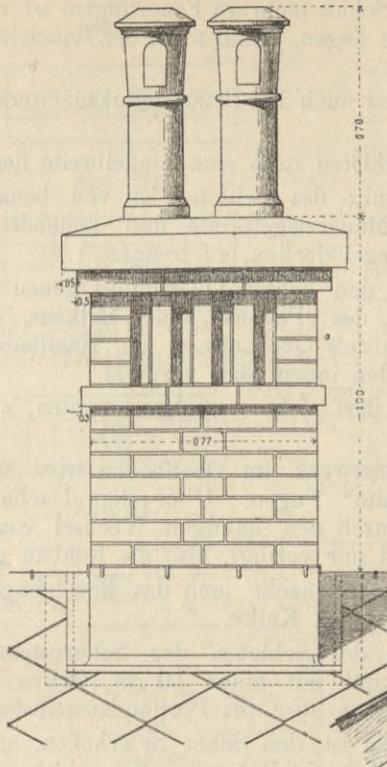


Abb. 701.
Querschnitt.

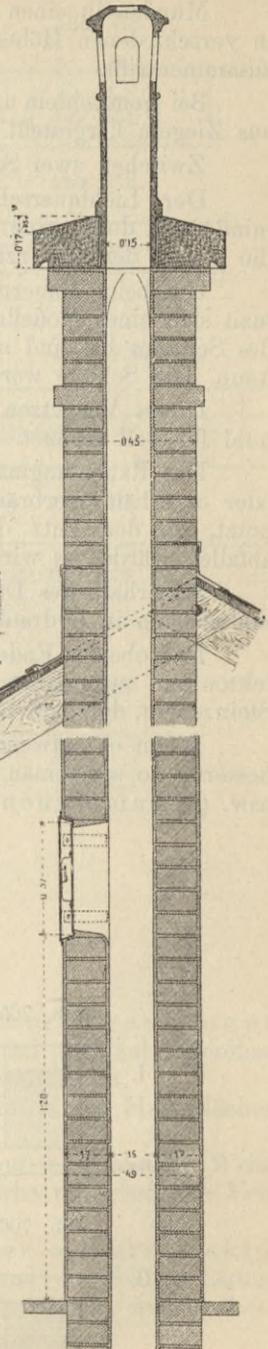


Abb. 702.
Ansicht der Putztürchen,
das rechte geöffnet.

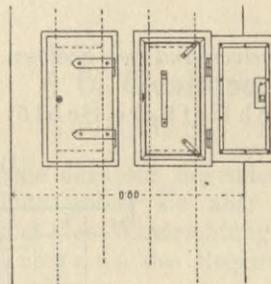


Abb. 703.
Draufsicht
auf den Kopf.

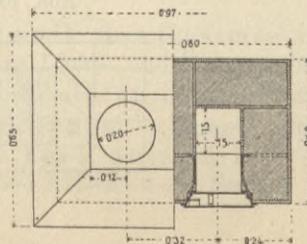


Abb. 704.
Horizontal-
schnitt.

bindungsrohr des Schlotes mit dem Rauchrohr der Feuerung heißt Fuchs.

Münden in einen Schlot mehrere Feuerungen, so müssen deren Fische in verschiedenen Höhen liegen, damit nicht der Rauch aller in einem Punkte zusammentrifft.

Bei gemischtem und auch bei Bruchsteinmauerwerk werden die Schlöte aus Ziegeln hergestellt.

Zwischen zwei Schloten muß eine Ziegelbreite liegen.

Der Lichtquerschnitt des Schlotes ist von benachbartem Holzwerk mindestens durch eine Mauerziegelbreite und stehende Dachziegel, welche die Fugen der Mauerziegel decken, zu trennen.

Um beim Mauern den lichten Querschnitt genau einzuhalten, bedient man sich eines Modells, des „Pistons“, eines Balkens, der den Querschnitt des Schlotes hat und mittels Querhölzern als Handhaben gehoben werden kann. Die Schlöte werden innen glatt verputzt.

Dieses Verputzen darf nicht verrechnet werden, weil man die Schlöte hohl für voll rechnet.

Das Rauchfangmauerwerk im Dachboden wird außen rauh verputzt, oder es erhält „verbräunte“ Fugen. Über dem Dache wird es nicht verputzt, da der Putz durch den häufigen Wechsel von Wärme und Kälte abfallen würde; es wird nur verfugt, also als Rohbau gelassen.

Außerhalb des Daches macht man das Rauchfangmauerwerk aus Maschinziegeln in hydraulischem Kalke.

Das oberste Ende des Schlotes, der Schornsteinkopf, wird architektonisch ausgestaltet und mit einer 10 cm starken Platte aus Haustein, Steinzeug u. dgl., am besten aber aus Portlandzementstampfbeton abgedeckt.

Wenn es notwendig ist, den Schot zu erhöhen, um den Zug zu verbessern, so setzt man ihm ein Rohr aus Eisenblech, Gußeisen, Steinzeug usw. („Champignon“) auf (Abb. 701).

Ziegelverband bei Schloten.

1. Schließbare Schlöte.

Abb. 705.

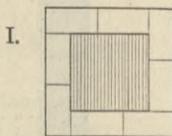


Abb. 706.

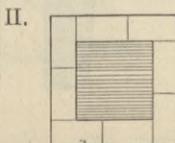


Abb. 707.

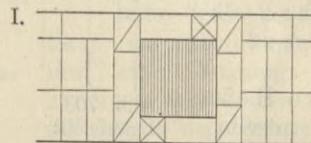
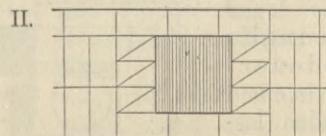


Abb. 708.



2. Enge Schlöte.

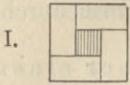
A.
Abb. 709.

Abb. 710.

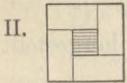
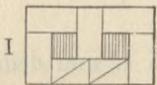
B.
Abb. 711.C.
Abb. 712.

Abb. 713.

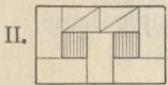
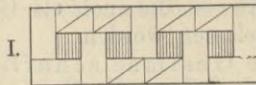
D.
Abb. 714.

Abb. 715.

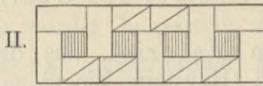
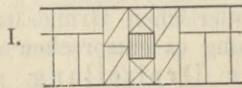
E.
Abb. 716.

Abb. 717.

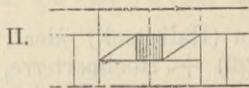


Abb. 722.

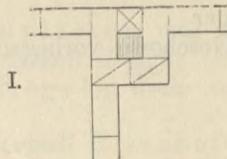
F.
Abb. 718.

Abb. 719.

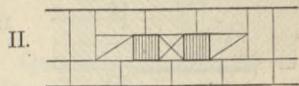
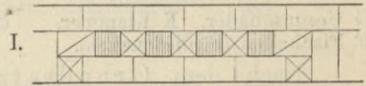
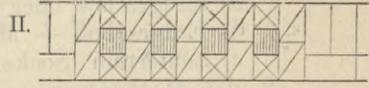
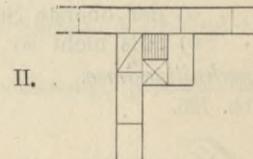
G.
Abb. 720.

Abb. 721.



H.

Abb. 723.



§ 6. Gesimse.

1.

Die Gesimse sollen die darunter liegenden Mauern gegen Regen schützen. Diesen Schutz geben sie aber nur bei vertikal fallendem Regen, und wenn die Front der Windrichtung abgewendet ist.

Sie hindern das Abrinnen des Regenwassers an den Mauerflächen und bringen es zum Abtropfen.

Den Schutz gegen Regen kann man auch auf eine andere Weise erzielen, z. B. durch eine Verkleidung der Mauerfläche mit glasierten Verblendziegeln usw.

Der Hauptzweck der Gesimse ist aber ein architektonischer: durch ihre Licht- und Schattenflächen und die Schlagschatten, die sie werfen, sollen sie Linien in die Fassade bringen, welche diese

I. oben abschließen — Haupt- oder Kranzgesimse

II. der Höhe nach unterteilen — Gurt- oder Kordongesimse

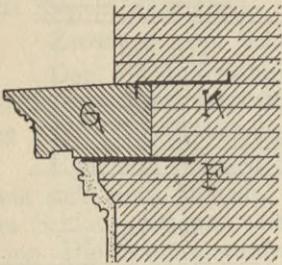
III. unten abschließen — Sockel

IV. Außerdem kommen noch Gesimse vor zur Überdachung von Maueröffnungen (Fenstern, Türen, Toren) ohne und mit geraden sowie bogenförmigen Giebeln.

V. Zur Begrenzung

1. Einfaches Gesimse.

Abb. 724.



G Gesimsquader. K Klammer.
F Flacheisen (Schließeneisen).

der Oberkanten der Parapete der Fenster — Sohlbänke — die auch als Gurtgesimse durchlaufen gelassen werden.

Die Gesimse schaffen daher einen Teil der bei den Fassaden gewünschten Plastik.

Die Gestalt des Gesimses richtet sich nach:

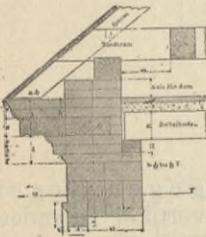
- a) dem Material, aus dem es hergestellt wird (Haustein, Ziegel u. dgl.);
- b) dem Zwecke, den es hat, aus dem sich die Größe ergibt (Kranz-, Haupt-, Kordon- etc. Gesimse);
- c) künstlerischen Grundsätzen: welcher Stilrichtung es entsprechen soll.

Nach dem Grundsätze der Dreiteilung gliedert man die Fassade in:

- 1. den Unterbau; er umfaßt
 - a) Erdgeschoß oder
 - b) Erdgeschoß + Mezzanin (Halbstock) oder
 - c) Souterrain (Sockelgeschoß) + Hochparterre,
- 2. den Mittelbau; er besteht aus dem I. oder dem I. und dem II. Stocke,
- 3. den Aufbau; ihn bildet
 - a) der oberste Stock oder
 - b) falls nicht so viele Geschosse vorliegen, das Hauptgesimse.

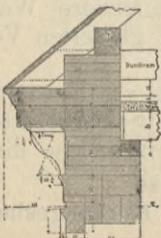
2. Zahnschnittgesimse.

Abb. 725.



4. Konsolgesimse.

Abb. 728.



3. Tragsteingesimse.

Abb. 726.

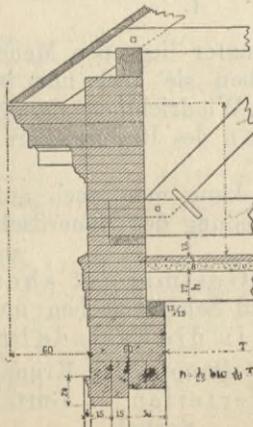
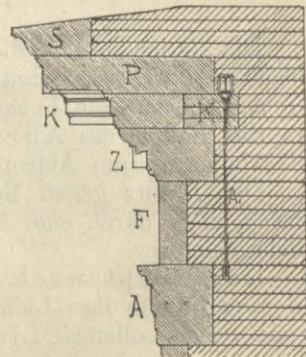


Abb. 727.



S Sima. P Platte. K Tragstein (Konsole). Z Zahnschnitt. F Fries. A Architrav. A₁ Anker.

Zwischen den Unterbau und den Mittelbau sowie zwischen diesen und den Aufbau legt man Gurtgesimse. Sind jene auch noch zu unterteilen, so schaltet man noch andere, aber kleinere Gurtgesimse ein.

Simakante: oberste Vorderkante des Gesimses.

Ausladung: horizontale Entfernung der Simakante von der Mauerflucht.

2. Material der Gesimse.

A.

Die Gesimse werden hergestellt aus

1. **Quadern:** vollkommen nur bei Quaderbauten, meistens nur teilweise, namentlich die tragenden Teile (Hängplatten, Konsolen, Tragsteine usw.) [725—728].

Als Ersatz des Hausteins, der ja bei gewöhnlichen Bauten zu teuer ist, benützt man: Kunststein, Beton, Eisenbeton, Zementguß u. dgl.

2. **Ziegeln.**

- a) Sie werden verputzt und sind dann eine Nachahmung der Quadergesimse oder
- b) bleiben unverputzt, bei Ziegelrohbauten (siehe S. 123).

B.

Man macht:

1. die Hängplatten aus

- a) Hausteiplatten aus festem, hartem Kalk- oder Sandstein, auch Granit u. dgl.;
- b) Gesimsziegeln, flach- oder hochkantig, je nach der Ausladung;
- c) Beton, eventuell Eisenbeton;
- d) eisernen Trägern, deren Felder mit Ziegeln, Formziegeln, Beton oder Eisenbeton ausgefüllt werden. Gewöhnlich ist dies Verfahren am zweckmäßigsten.

2. die Tragsteine und Konsolen aus

- a) Hausteiu: nur beim Hausteiubau;
- b) Zementguß: einfacher, billiger als (a);
- c) Terrakotta: bei feineren Ziegelrohbauten.

Die Tragsteine und Konsolen sind nachträglich einzusetzen; nur die an den Ecken werden gleich mit den Hängplatten versetzt. Sie werden in Zementmörtel verlegt, erforderlichenfalls durch Eiseneinlagen unterstützt.

3. die Zahnschnitte aus

- a) Hausteiu: nur beim Quaderbau;
- b) Zementguß aus Roman- event. Portlandzement: in der Regel.

Sie werden nachträglich in einer freigelassenen Nut mittels großer verzinkter Drahtstiften und Zementmörtel versetzt.

3. Gesimse aus Haustein.

Ganz aus Haustein macht man die Gesimse nur beim Quaderbau.

Beim Putzbau stellt man auch die Hängplatten, wenn sie weit ausladen, oder wenn sie stark belastet sind, und zuweilen auch die Konsolen und die Tragsteine aus Haustein her.

Große Hausteingemise zerlegt man in mehrere Schichten [727].

Deren Lagerfugen sollen zwischen zwei Gesimgliedern fallen, die sie unauffällig verdecken.

Die Steine der einzelnen Scharen liegen Voll auf Fug aufeinander. Die Stoßfugen der von Konsolen oder Tragsteinen getragenen Hängplatten müssen über diesen liegen.

An den Ecken sind möglichst große und tiefeingreifende Plattenstücke zu versetzen.

Die tragenden Teile (Platten, Konsolen usw.) müssen tief in die Mauer eingreifen, um so mehr, je stärker sie belastet sind, je weiter sie ausladen. Die in der Mauer steckende Querschnittsfläche muß \geq als die ausladende sein.

Die einzelnen Scharen greifen verschieden tief ein, so daß sie Zahnschmatzen bilden [727]. Ihre Höhen müssen daher so bemessen sein, daß ihre Lagerfugen mit denen der Hintermauerung zusammenfallen.

4. Gesimse aus Ziegeln.

a) Ziegelrohbaugesimse (siehe S. 123).

b) Gezogene Gesimse.

Außer bei Ziegelrohbauten werden die Ziegelgesimse, um Hausteingemise nachzuahmen, verputzt.

1. Man muß durch auskragende und entsprechend zugehauene Ziegel, eventuell unter Verwendung von Gesimsziegeln, und wenn erforderlich, mittels Unterstützung durch Eisen (Flacheisen, Winkeleisen u. dgl.) die Form des Gesimses im Rohen herstellen: es auslegen (das Auslegen der Gemise) [729—731].

Gesimsschlitten (Gesimshobel).

Abb. 729.

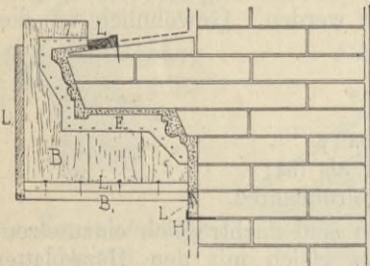


Abb. 730.
Seitenansicht zu 729.

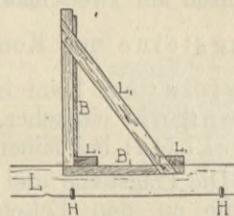


Abb. 731.
Grundriß zu
729.



E Eiserne Schablone — B vertikales Schlittenbrett — B₁ horizontales Schlittenbrett — L₁ Latten zur Versteifung der Schlittenbretter — L Lattengang — H Mauerhaken.

2. Die Schablone wird aus Eisenblech (E) nach einer Naturdetailzeichnung (Maßstab 1:1) vom Schlosser ausgeschnitten, dann auf dem Schablonenbrett (B) so befestigt, daß sie 1 cm vorsteht [729]. Das vertikale Schablonenbrett (B) befestigt man an dem horizontalen Brett (B₁) und versteift beide gut durch Latten (L₁). Das ganze heißt Schlitten (Gesimsschlitten, Gesimshobel).

Zu seiner Führung wird an der Mauer mittels Bankhaken (H) eine starke Latte befestigt, der Lattengang (L), der mittels Setzwege u. dgl. gut „durchzuffluchten“ ist, damit er genau horizontal liegt. Auf ihm wird der Schlitten hin und her geschoben.

Die Blechschablonen für die Gesimse muß gewöhnlich der Ersteher der Schlosserarbeiten unentgeltlich beistellen.

Für alle Gesimse und sonstigen Detaillierungen sind daher Naturdetails (1:1) zu zeichnen.

3. Vor allem muß man, sobald das Gesimse ausgelegt ist, den Schlitten probeweise durchführen, um kennen zu lernen, ob das Auslegen richtig vorgenommen worden ist. Dann kehrt man das Mauerwerk ab und näßt es durch Bespritzen. Hierauf wird der Mörtel angeworfen.

Am besten eignet sich verlängerter Zementmörtel. Reiner Zementmörtel bekommt leicht Risse.

Bei Kalkmörtel macht man 2 Anwürfe: einen groben und einen feinen.

Die Putzdicke soll $\leq 2 m$ sein, gewöhnlich $= 1.5 cm$.

Ist der Mörtel angeworfen, so schiebt man den Schlitten so lange hin und her, bis das Profil allseits rein gezogen ist. Das horizontale Brett (B_1) hat dabei den herabfallende Mörtel aufzufangen. Nach jedem Zuge ist der herabgefallene Mörtel zu beseitigen und sind die Schablonenkanten reinzuwaschen.

Bei großer Hitze, Frost, starkem Wind soll man nicht Gesimse ziehen.

Die gezogenen Gesimse sind gegen die Sonnenhitze durch Nässen und Vorhängen nasser Tücher zu schützen.

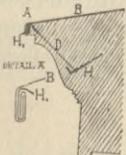
4. Komplizierte Teile, die sich nicht ziehen lassen, macht man aus freier Hand.

5. Abdeckung der Gesimse.

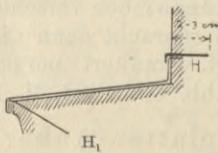
Putzgesimse, Ziegelgesimse und Gesimse aus wenig widerstandsfähigen Hausteinen sind mittels Zinkblech Nr. 12 abzudecken; die Hauptgesimse mit verzinktem Eisenblech, das auf 2.5 cm starken Brettern liegt, die auf Trageln ruhen.

Die Innenkante des Deckbleches (D, Abb. 734) wird mittels 2—3 cm langer, 30 cm entfernter Haken (H) aus verzinktem Eisen, die nebst dem Blechumbug in eine Mauerfuge getrieben werden, an der Mauer befestigt [734].

I. Art.
Abb. 733.

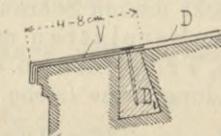


II. Art.
Abb. 734.



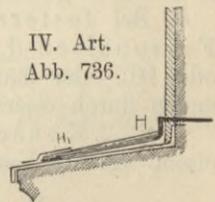
H₁ Haken aus verzinktem Eisen.

III. Art.
Abb. 735.



D Deckblech.
V Vorstoßblech.
D₁ Holzdübel.

IV. Art.
Abb. 736.



H Mauerhaken aus verzinktem Eisen.
H₁ Deckkappe (Haube).

An der Vorderkante, welche einen Falz erhält, befestigt man das Deckblech in Abständen von etwa 30 cm folgendermaßen:

Abb. 733: In den Falz der Vorderkante (A) des Deckbleches (B) werden die umgebogenen Enden der Drähte (D) geschoben, die man um kleine Haken (H) aus verzinktem Eisen wickelt, welche in das Mauerwerk getrieben werden, nachdem man vorher das schon gezogene Gesimse dort, wo die Haken hinkommen, ausgebrochen hat. Nach erfolgter Befestigung werden diese Löcher wieder verputzt.

Man steckt auch diese Drähte (D) durch Löcher des Deckbleches (B), zieht sie fest an, biegt sie um und lötet die Löcher zu — unschön, aber sehr einfach.

Man hat auch an die Innenseite des Deckbleches Blechstreifen so angelötet, daß in deren Mitte zwischen ihnen und dem Deckblech ein röhrenartiger Spielraum blieb, und durch diesen dann den Draht (D) gezogen.

Abb. 734: In das Gesimsmauerwerk steckt man Hakenstifte aus verzinktem Eisen (H_1), deren Haken den Falz fassen — minder gut.

Abb. 735: 6—12 cm lange, 5—10 cm breite Haft- oder Vorstoßbleche (V) aus verzinktem Eisenblech werden an Eichendübeln (D_1) festgenagelt, welche in das Gesimsmauerwerk eingelassen sind — selten.

Abb. 736: Man treibt Gesimshaken (H) aus verzinktem Eisen nebst dem Umbug der Innenkante in eine Mauerfuge. Sie müssen dicht auf dem Deckblech aufliegen. Über die Vorderenden dieser Haken legt man oft auch Hauben (H_1) aus Zinkblech, die an das Deckblech angelötet werden.

Bei Hausteingesimsen sind die Drähte (D) in Löcher zu stecken, welche im Stein ausgeschlagen worden sind, und diese Löcher mit Zement zu vergießen.

Weil der Falz das oberste Gesimsplättchen verdeckt, so macht man gern unter diesem noch ein zweites.

6. Verankerung der Gesimse.

Je weiter ein Gesimglied ausladet, desto fester muß man es verankern, damit es nicht herabfallen kann.

Eine Verankerung gegen den Dachstuhl ist ungenügend, weil sie bei dessen Abbrennen außer Wirkung käme. Man soll nur gegen das Mauerwerk verankern.

1. Hängplatten. Man bringt in jedem Fensterpfeiler 2, bei durchlaufenden Mauern aber höchstens $1\frac{1}{4}$ m entfernte vertikale Zuganker aus Schließeneisen oder aus 2 cm dicken Rundeisen an, die 2·5—3·5 m tief herabreichen.

a) Bei leichteren Verankerungen versieht man die Enden der Schließeneisen mit Augen (Öhren) und steckt durch diese einen, am besten für je zwei Anker gemeinsamen Durchschub (Abb. 739) parallel zur Mauerflucht.

b) Bei festeren Verankerungen schraubt man an die Ankerenden Fasseneisen (L-, □- oder T-Eisen, diese gewöhnlich in Profilen Nr. 8 oder 10), oder man steckt die mit Schraubengewinden versehenen Rundeisenenden durch eiserne Ankerplatten und schraubt dann die Muttern vor.

2. Konsolen, Tragsteine u. dgl. verankert man mittels Schließeneisen, wie die Verkleidungssteine (siehe Abb. 599, 324, S. 129).

Berechnung der Hängplatten-Anker.

Q (kg/m Gesimslänge) gesamte Belastung des über die Mauerflucht F (oder die Außenkante A des stützenden Gesimgliedes) vorstehenden Teiles der Hängeplatte einschließlich dessen Eigengewichtes nebst Nutzlast durch Menschen, welche die Gesimse betreten u. dgl.

Q_1 (kg/m Gesimslänge) gesamte Belastung des hinter F (A) liegenden Plattenteiles einschließlich Eigengewicht. — Vorsichtshalber ist nur die unter allen Umständen wirkende Belastung zu rechnen.

Attiken u. dgl. Aufmauerungen bilden auch einen Teil der Q_1 . Solange sie noch nicht aufgebaut sind, muß man die Hängplatten gut unterpöhlen, damit sie nicht ausbrechen.

Auch wenn der Dachstuhl auf dem Gesimse ruht, so sollte man seine Belastung doch nur dann dem Q_1 zuschlagen, falls sie stets ganz einwandfrei mitwirkt.

Bezeichnungen:

q (m) Entfernung der Q von F (A)

q_1 " " " Q_1 " " "

e_1 " " " Zuganker voneinander

e_2 " " " von F (A)

f (cm^2) Querschnittsfläche eines Zugankers

l (m) Länge der Zuganker

$k_z = 1000$ (kg/cm^2) zulässige Inanspruchnahme der Anker auf Zug

γ (kg/m^3) Einheitsgewicht des Mauerwerks, mit dem die Platte verankert wird.

G (kg) Gewicht des Mauerkörpers, der an einem Anker hängt.

V (m^3) dessen Volumen

$a \times b$ seine Basis: d. i. die Mauerquerschnittsfläche, auf welche der Ankerdurchschub (die Ankerplatte) unmittelbar drückt. Dabei ist $a \perp$ und $b \parallel$ zur Mauerflucht gemessen.

d (m) Dicke der belastenden Mauer — $e_2 = \frac{d}{2}$ zu machen

n Sicherheitskoeffizient

Man kann setzen:

$$V = \alpha l + \beta$$

α und β ergeben sich, indem V so zu bestimmen ist, daß die Begrenzungen des belastenden Mauerkörpers von den Seiten der Ankerbasis $a \times b$ an unter 60° gegen den Horizont verlaufen.

Ein Kippen der Platte erstrebt das Moment $Q q$. Diesem entgegen wirken die Momente $Q_1 q_1$ und $G_2 e_2 e_1$. Damit eine n -fache Sicherheit vorhanden ist, müssen sie $n Q q$ aushalten können. Es ist daher

$$G e_2 = \frac{n Q q - Q_1 q_1}{e_1} \quad \text{Setzen wir nun } G = V \gamma = (\alpha l + \beta) \gamma, \text{ so ergibt sich}$$

$$l = \frac{n Q q - Q_1 q_1}{\alpha e_1 e_2 \gamma} - \frac{\beta}{\alpha} \quad (m)$$

Auf eine Ankerstange wirkt das Moment $M_1 = \frac{Q q - Q_1 q_1}{e_1}$

Der größte Zug, der in der Stange auftreten kann, ist $F k_z$ und sein Moment $F k_z e_1$. Es ist daher

$$F = \frac{Q q - Q_1 q_1}{e_1 e_2 k_z} \quad (cm^2)$$

Für Rundeisen ist $\delta = 2 \sqrt{\frac{Q q - Q_1 q_1}{\pi e_1 e_2 k_z}} \quad (cm)$

„ Schließeneisen ist $b d = F \quad (cm^2)$

§ 7. Verankerung des Mauerwerks.

Die Verankerungen haben den Zweck: die Mauerkörper gegen Verschiebungen zu sichern, die durch seitliche Schübe, welche auf das Mauerwerk einwirken, aber auch schon durch Bewegungen infolge der Ungleichmäßigkeit des Mauermaterials veranlaßt werden können.

Es sind zu verankern (verhängen):

1. jede Mauer (ausgenommen Scheide- und sonst untergeordnete Mauern), namentlich die Außenmauern und insbesondere über die Hauptfigur des Grundrisses vorspringende Mauern — der Länge nach;

2. jeder Pfeiler der Hauptmauern mit der gegenüber liegenden Haupt- oder Mittelmauer;

3. Gesimsplatten mit dem darunter liegenden Mauerwerk (siehe S. 170);

4. Attiken, Ballustraden, Figuren, Vasen, Giebel u. dgl.: meistens mit dem Dachstuhl;

5. Rauchschröte, namentlich wenn sie sehr hoch sind: gewöhnlich mit dem Dachstuhl.

Unter dem Terrain braucht man keine Verankerungen.

I.

Die Verankerung erfolgt in der Regel mit **Schließeneisen**, den **Schließen**.

Nr.	Breite (mm)	Dicke (mm)	Gewicht kg/m
2	53	24	10·3
3	„	18	7·4
4	46	14	5·0
5	„	12	4·3
6	„	10	3·6
7	„	8	2·8

Als Nr. ist die Zahl der in Bündeln von 50 kg befindlichen Stücke einzusetzen.

Man verwendet:

im Erdgeschoße Nr. 4 und 5,
in den oberen Geschossen Nr. 6 und 7.

Bei Gewölben sind um eine Nr. stärkere Schließen zu verwenden als bei Mauern.

Länge der Schließeneisen = 2·8 m.

Eine Verlängerung erfolgt durch ein Schließenschloß [737, 738].

Die Schließeneisen werden flachkantig in die Lagerfuge gelegt; bei Schließen in der Längsrichtung der Mauern am besten in die Mauermitte; wenn man Rauchfängen, Ventilationsschläuchen u. dgl. ausweichen muß, aber auch auf eine Seite der Mauer.

II.

Starke Verankerungen macht man aus L-, I-, □- oder T-Eisen.

III.

Wenn in der Richtung, in der das Schließeneisen liegen soll:

- a) eine Rastschließe (siehe Tramdecken) oder
- b) ein Holzbalken, Tram u. dgl. oder
- c) ein eiserner Träger

liegt, so benützt man diese an Stelle eines Schließeneisens und verbindet deren Enden mit der Schließe.

Ist eine Rastschließe (falls sie auf Rauchfänge u. dgl. stößt) zu unterbrechen, so verbindet man sie mittels Schließeneisen.

Schließenschloß.

Abb. 737.

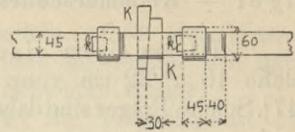
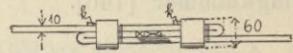


Abb. 738.



K, k Keile.

Klammerschließe

Abb. 739.

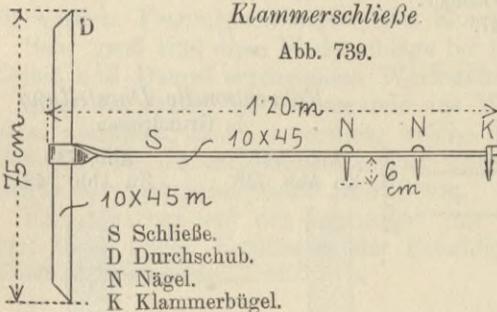
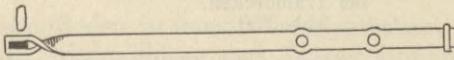


Abb. 740.

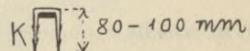
Grundriß.



O Ohr oder Auge.

Klammerbügel.

Abb. 741.



Bei Feuermauerschließen sind Schließe und Durchschub Quadratischeisen.

Wenn ein Anziehen erforderlich ist, so sind in die Zugschließen Schraubenschlösser („Holländer“, „Flaschen“ s. Abb. 109) einzuschalten.

Die Befestigung des Schließeneisens erfolgt

I. am Mauerwerk (Zugschließe)

1. gewöhnlich mittels eines Durchschubes (Schubers, Splintes), der um 1 Nr. stärker ist als die Schließe, durch ein Auge (Öhr) des Schließeneisens geschoben wird und in einer Nut der Mauer, die dann verputzt wird, liegt [739, 740].

Bei Ziegelrohbauten läßt man die Durchschübe meistens frei sichtbar vor der Außenfläche der Mauer liegen und gibt ihnen dann auch kunstvoll gestaltete Formen (Buchstaben, Ziffern, Ornamente u. dgl.),

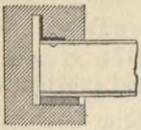
- 2. mittels eines Fassoneisens [742],
- 3. durch eine gußeiserne Ankerplatte [743, 744] } wenn die Schließe einen sehr starken Zug erleidet.

II. an einem Holzbalken (Tram u. dgl.): durch einen am Schließen-ende angebrachten Haken oder Klammersbügel [739—741] und durch Nägel — Klammerschließe [745] oder Schlagschließe;

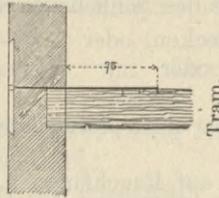
III. an einem eisernen Träger durch 2 Schraubenbolzen, welche 16 u. 32 cm vom Trägerende entfernt sind — Traversenschließe [747]. Solche Träger sind daher als „normal gelocht“ zu bestellen (siehe S. 60).

Zwei als Schließen dienende Holzbalken verbindet man durch eine Schlagklammer [746].

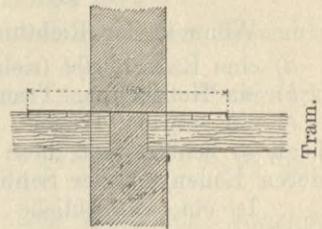
*Fassoneisen-anker.**
Abb. 742.



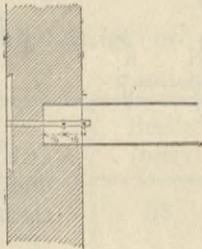
Klammerschließe.
Schlagschließe.
Abb. 745.



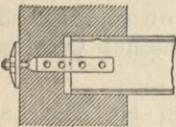
Schlagklammer.
Abb. 746.



Traversenschließe.
Abb. 747.



Gußeiserner
*Ankerplatte.**
Abb. 743.



Konventionelle Darstellung
in Grundrissen.

Traverse.

Abb. 748.
Zu Abb. 745.

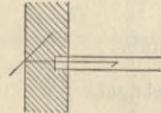
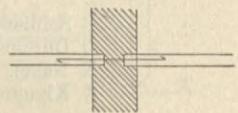


Abb. 749.
Zu Abb. 746.



Schließenplan
bei Tramdecken.
Abb. 750.

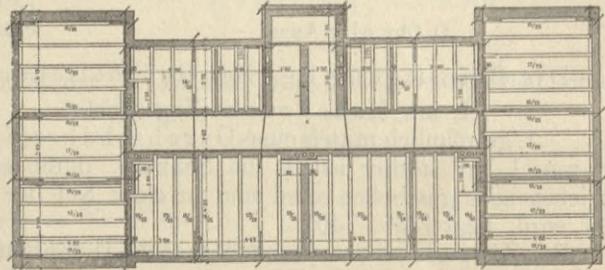


Abb. 744.
Grundriß.*



Die Schließen, Durchschübe usw. werden durch dünne blaue Linien eingetragen und vertikalen Eisen dabei schief eingezeichnet.

*) Lauenstein: Die Eisenkonstruktionen.

§ 8. Sicherung des Mauerwerks gegen Beschädigungen durch Wasser.

Zu den gefährlichsten Feinden der Hochbauten gehört das Wasser. Wenn es zum Mauerwerk gelangt, dringt es in dieses ein, breitet sich darin nach allen Seiten aus und steigt auch in höhere Schichten empor.

Gewöhnlicher Mörtel wird bald zerstört und die Tragfähigkeit und Widerstandsfähigkeit des Mauerwerks nehmen dann immer mehr ab.

Da die Nässe auch in die Decken übertritt, so werden diese gleichfalls angegriffen und schließlich zerstört.

Holzteile, die an solche Mauern stoßen (Träme, Fußböden usw.), verfallen dadurch der Fäulnis.

Indem die Mauern die Feuchtigkeit in die angrenzenden Räume aushauchen, werden diese unwohnlich und ungesund und verlieren schließlich die Eignung, als Unterkünfte für Menschen und Tiere zu dienen.

Gegen die Feuchtigkeit, die Regen und Schnee zuführen, schützt man die Mauern, indem man ihren Außenflächen

a) einen Überzug aus Asphalt oder Teer oder

b) eine Verkleidung, gewöhnlich aus Schindeln, aber auch aus Dachschiefer, Eternitschiefer, Dachziegeln, Zementplatten, Steinplatten, bei kleinen Flächen aus Zinkblech gibt.

Aus der Innenluft schlägt sich an den Wänden, wenn diese abgekühlt werden, Feuchtigkeit nieder, das Kondens- oder Schwitzwasser.

Sehr groß sind diese Niederschläge bei Küchen, Waschküchen, Bädern, in Dunst und Dampf erzeugenden Werkstätten und in Ställen.

Man soll daher die Außenwände aus Materialien machen, die sich nur langsam abkühlen, also aus solchen, welche die Wärme schlecht leiten. Das ist der Fall bei porösen, nicht aber bei dichten Steinen. Ziegel sind daher günstiger als natürliche Steine oder Beton.

Ein Überzug auf der Innenseite mit einer wasserdichten Schichte schützt zwar gegen Eindringen der Feuchtigkeit in die Mauer, begünstigt aber den Niederschlag.

A. Vorkehrungen gegen die Erdfeuchtigkeit.

Im Boden ist immer Nässe enthalten, die Erd- oder Bodenfeuchtigkeit, weil die Niederschläge stets Wasser zuführen, und nicht alles abrinnt oder verdunstet.

I. Verhütung.

Man muß verhindern:

I. daß die Erdfeuchtigkeit, die in die Fundamente eindringt, in höhere Schichten emporsteige;

II. daß aus dem Erdreich Wasser von der Seite in die Mauer gelange.

I. Gegen Emporsteigen der Feuchtigkeit.

Um das Emporsteigen der Feuchtigkeit im Mauerwerk zu verhindern, lege man auf die Fundament- eventuell auch noch auf die Keller-Gleiche eine wasserundurchlässige Isolierschichte:

1. **Asphalt-Filzplatten.** — Sie sind gewöhnlich 7 mm, aber auch bis 10 mm stark, in der Regel 1 m breit, aber auch in geringeren, den Mauerstärken entsprechenden Breiten erhältlich, 5 m lang und 15 kg/m² bei 10 mm Dicke schwer. Der Übergriff = 5 cm.
2. **Guß-Asphalt,** 1—2 cm dick. — Erfordernis/ 1 cm Dicke und 1 m²: 15 kg Asphalt-Mastix + 1½—3 kg Goudron + 6—10 kg grober Sand.
3. Mit Holzzementgetränktes Papier
4. Dachpappe
5. 2 Scharen Klinker oder Schieferplatten in Zementmörtel (1:2), besser in Asphalt verlegt: recht gut.
6. 1·5—2 mm dicke gewalzte Bleiplatten: vorzüglich (18·2 kg/m²)
7. Zement-Mörtel 1:1 oder 1:2, 1·5—2 cm dick; wegen seiner Sprödigkeit nicht verlässlich.
8. Rohglas-Tafeln: sehr dicht, brechen aber leicht.

II. Gegen seitliches Eindringen der Feuchtigkeit.

Wenn der Grundwasserspiegel unter der Fundamentsohle liegt, dann enthält das Erdreich in der Regel nur die gewöhnliche Bodenfeuchtigkeit, die von den Niederschlägen stammt.

Sollte aber von nahen Bergeshängen, aus Quellen, Wasserläufen u. dgl. Wasser zufließen, so muß man vor allem diesen Zufluß abfangen und das im Boden schon angesammelte Wasser ableiten.

Die Mauern müssen aus wasserdichten Materialien hergestellt werden, aus

- | | | |
|---------------------------------|---|----------------------|
| a) fest gebrannten Ziegeln | } | oder in Zementmörtel |
| b) dichten, festen Bruchsteinen | | |
| c) Stampfbeton. | | |

I. Ihre Außenseiten sind mit einer wasserundurchlässigen Schichte zu verkleiden, und zwar mit

1. **Asphalt-Filzplatten,** 7 mm stark. Der Übergriff = 5 cm;
2. einem Überzug aus Asphalt: sehr gut, wenn sorgfältig ausgeführt. Man darf ihn aber nicht auftragen, solange die Mauer noch feucht ist, da er sich dann später abblättern würde. Die Mauerfläche ist vorher gut zu reinigen, und die Fugen sind bestens auszukratzen.
3. Putz aus bestem Zementmörtel 1:1 oder 1:2, 1—1·5 cm dick. Er kann auch auf noch feuchte Mauern aufgetragen werden.
4. einer 30—50 cm dicken, vor der Mauer eingestampften Schicht aus fettem Lehm: billiger, aber minder gut.
5. einer ½ Stein starken Schichte aus in Asphalt getauchten und mit Asphalt vermauerten Klinkern: sehr gut.
6. in Zementmörtel versetzten Rohglastafeln.

II. An Stelle eines solchen wasserdichten Überzuges wurden auch vor der Mauer 5—10 cm weite Luftschichten angebracht, die oben mit der Außenluft und unten mit der Luft des von der Mauer umschlossenen Raumes durch 15 × 15 cm weite, 1·5 m voneinander entfernte Kanäle verbunden sind, deren Mündungen gegen das Eindringen von Staub, Mist, Mäusen usw. durch Gitter aus verzinktem Eisen verschlossen werden. Vor dieser Luftschichte befindet sich eine Vormauer aus gut gebrannten Ziegeln in Zementmörtel, die gegen die Hauptmauer durch Ziegel versteift wird.

Diese Luftschichten sind um so verlässlicher, je weiter sie sind.

Den besten Erfolg gewährleisten Luftgräben, die aber beträchtliche Herstellungskosten erfordern.

III. Gegen Grundwasser.

Wenn sich der Grundwasserspiegel über den Kellerfußboden erhebt, dann erleidet dieser einen Wasserdruck.

In einem solchen Falle soll man erwägen, ob man nicht auf einem günstigeren Platze bauen kann, oder ob sich der Grundwasserspiegel nicht senken läßt.

Die Mauern sind aus besten Ziegeln in Zementmörtel oder aus bestem Beton herzustellen und gegen Eindringen der Feuchtigkeit von der Seite sorgfältigst zu schützen (siehe II).

A.

Der Grundwasserspiegel liege nur wenig über der Kellersohle.

Man legt unter diese eine mindestens 10 *cm* dicke Schichte aus Stampfbeton.

B.

Der Grundwasserspiegel liege beträchtlich über der Kellersohle.

Unter dieser ist eine tragfähige Konstruktion anzuordnen, die den Druck des Wassers aushalten kann.

1. Früher machte man umgekehrte Gewölbe aus Ziegeln in Zementmörtel, welche die umgekehrte Gestalt von Tonnen, Kreuzgewölben, Platzeln hatten und sich gegen die Hauptmauern und zwischen diese gespannte Gurten stemmten.

2. Heute verwendet man besser Schichten aus Stampfbeton:

- a) gleichmäßig dicke Platten oder
- b) umgekehrte Gewölbe.

Es empfiehlt sich, diese Betonschichte über die ganze Grundfläche des Gebäudes durchlaufen zu lassen, so daß sie gleich die Fundamentmauern bildet, und der ganze Bau auf diesem zusammenhängenden Flütz steht.

Man stellt dann auch die Kellermauern aus Beton her.

Weil aber auch der beste Beton niemals vollkommen wasserundurchlässig ist, namentlich wenn das Wasser unter starkem Drucke steht, so muß man den Beton gegen Eindringen von Wasser durch eine vorgelegte Asphaltische Schichte schützen. Damit diese nicht unmittelbar auf dem Boden ruht, legt man unter sie eine schwache Betonschichte.

3. Bei sehr großem Wasserdrucke verstärkt man den Beton durch Eiseneinlagen. Hiezu eignet sich jede Eisenbetonkonstruktion.

II. Abhilfe.

Wenn die Sicherungen gegen Erdfeuchtigkeit bei der Herstellung des Gebäudes unterlassen oder nur mangelhaft ausgeführt worden sind und später den dadurch auftretenden Schäden abgeholfen werden soll, so kann man einen Erfolg eigentlich nur dann erwarten, wenn man die Isolierungen nachträglich einbaut.

Die Schaffung der horizontalen Isolierschichten (I) verursacht aber viel Mühe und große Kosten und ist ganz besonders schwierig, oft aber auch gar nicht ausführbar, wenn der Grundwasserspiegel über dem Kellerfußboden liegt.

Die vertikalen Isolierschichten lassen sich leichter herstellen.

Brächte man diese an der Innenseite an, so verhinderten sie nur das Sichtbarwerden der Feuchtigkeit, nicht aber deren Eindringen, Ausbreiten und Emporsteigen.

B. Austrocknung feuchter Mauern.

1.

Wenn sie an trockene Luft stoßen, so soll man

- den Putz abschlagen,
- die Fugen auskratzen und
- die Mauer längere Zeit der Einwirkung trockener Luft aussetzen.

Man muß aber sorgfältig den Zutritt von Nässe verhüten.

Das Austrocknen kann man beschleunigen, indem man die Mauer mit Kokskörben oder Trockenöfen erwärmt.

Ein Belegen mit wasserentziehenden Stoffen (Chlorkalzium oder frisch gebranntem Kalk) wirkt nur bei geringen Feuchtigkeitsmengen.

2.

Häufig aber begnügt man sich, trockene Wandflächen zu schaffen, ohne eine Austrocknung der Mauer anzustreben.

a) Dann wird die Innenseite der Mauer, nachdem man den Putz abgeschlagen und die Fugen ausgekratzt hat, mit Asphalt, Teer oder einer Kautschukmasse bestrichen und auf diesem Überzuge der Putz aufgebracht.

b) Vielfach macht man nur einen Zementputz.

c) Zuweilen belegt man die Wand mit Rohglastafeln, Zementplatten, Klinkern, glasierten Kacheln usw.

d) Die Patentfalztafeln Kosmos sind mit Asphalt imprägniert und haben mäanderartige Falten. Sie werden mit Zementmörtel so an die Wand geklebt, daß die Falten lotrecht stehen, worauf man den Putz anwirft.

C. Mauerfraß und Mauersalpeter.

Wenn Kalkmörtel oder kalkhaltige Steine mit stickstoffhaltigen, wesentlichen, organischen Stoffen, die von Humus, Düngerstätten, Aborten, Senkgruben, Kanälen u. dgl. herrühren, in Berührung kommen, so bildet sich salpetersaurer Kalk, der aus der Luft Feuchtigkeit anzieht, dadurch zerfließt, sich immer mehr ausbreitet und eine allmähliche Zerstörung des Mauerwerks bewirkt: das ist der Mauersalpeter.

Als solchen bezeichnet man auch die Überzüge, die sich durch die (meist Kali-) Salze, die in manchen natürlichen Steinen enthalten sind, an den Mauerflächen bilden.

Der Mauerfraß entsteht dadurch, daß das in der Acker- oder Gartenerde enthaltene Kochsalz mit dem kohlen-sauren Kalke des Mörtels und der Steine kohlen-saures Natron (Soda) bildet, das Feuchtigkeit anzieht, zerfließt und an der Wand einen schmutzigweißen, schmierigen Überzug bildet, der sich immer mehr ausbreitet, das Mauerwerk näßt, erweicht und zerstört.

I. Verhütung.

An solchen Stellen soll man keine kalkhaltigen Baustoffe (Kalkmörtel und Kalksteine) verwenden.

II. Beseitigung.

Man bestreiche dort die Mauer mit verdünnter Schwefelsäure. Dadurch bilden sich schwefelsaure Alkalien, die austrocknen.

Wenn aber das Mauerwerk bereits angegriffen ist, so muß man die kranken Teile beseitigen und durch frische ersetzen.

Man kann die feuchte Luft von den salzhaltigen Steinen fernhalten, indem man die Wände mit heißem Teer, besser aber mit Asphalt bestreicht, und nachdem dieser getrocknet, verputzt.

§ 9. Gerüste.

Die Gerüste werden in der Regel aus Holz hergestellt, nur in besonderen Fällen aus Eisen.

Nach Vollendung des Baues werden sie wieder „abgeschlagen“.

Ein Gerüst muß

a) genügend tragfähig und vollkommen standsicher sein; namentlich gegen seitliche Verschiebungen, welche durch den Wind oder infolge der Benützung eintreten können, gut abgesteift;

b) sich schnell aufstellen und rasch abschlagen lassen;

c) ökonomisch, d. h. mit möglichst geringem Materialaufwand ausgeführt sein. Das benützte Material soll tunlichst wenig an Eignung zu einer Wiederverwendung einbüßen.

d) Das Gerüst darf dem Baufortschritt nicht im Wege stehen

e) und muß den Arbeitenden genügenden Schutz vor Beschädigungen, namentlich durch herabfallende Gegenstände, bieten.

Einteilung.

A.

I. Baugerüste.

1. Sie schaffen die Arbeitsbühnen, auf denen die Arbeiter bei der Ausführung ihrer Arbeit stehen, und

2. ermöglichen das Heben, Verschieben und Versetzen der Baustoffe und Bauteile.

Versetzgerüste dienen für das Versetzen von Quadern usw.,

Montierungsgerüste zur Aufstellung (Montage) von Eisenkonstruktionen.

II. Lehrgerüste.

1. Sie ermöglichen, einem Bauteil eine bestimmte Form zu geben (Lehrbögen der Gurten, Lehrgerüste der Gewölbe usw.) und

2. bieten dieser Konstruktion so lange eine Unterstützung, als sie noch nicht vollständig ausgeführt ist und daher sich noch nicht selbst tragen kann.

B.

I. Bei den gewöhnlichen Gerüsten werden die Gerüsthölzer unbearbeitet, nur auf die erforderlichen Längen zugeschnitten, verwendet und

ohne eigentliche Holzverbindungen (ohne Verband), meist nur mit Klammern verbunden. Diese Gerüste werden von den „Gerüstern“ aufgeschlagen.

II. Wichtige Gerüste, namentlich solche, die für große Bauten mit mehrjähriger Bauzeit dienen, sind stets kunstgerecht abzubinden, und werden in der Regel aus Kantholz hergestellt. Diese „abgebundenen Gerüste“ errichtet der Zimmermann.

C.

Die beweglichen Gerüste gestatten entweder ein Heben und Senken der Arbeitsbühnen oder ein Verschieben im wagrechten Sinne oder beides, während bei den festen Gerüsten die Arbeitsbühne eine unveränderliche Lage hat.

I. Bock- (Böckel-) oder Schragengerüste.

Verwendung:

1. zur Herstellung von Mauern und Bauteilen von höchstens 5 m Höhe.
 - a) Keller- und Erdgeschoßmauerwerk;
 - b) in den oberen Geschossen als Aushilfsgerüste auf dem Langtännengerüste.

Abb. 749.
Querschnitt.

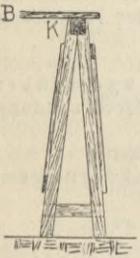
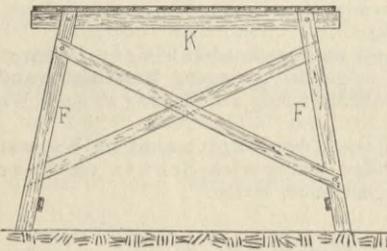


Abb. 750.
Ansicht.



2. für Arbeiten des inneren Ausbaues: Putz, Stukkaturen, Malereien usw.

Die Böcke (Böckel), Schragen sind 1, 2 oder 3 m hoch. Der Kopf K ist 1·5—2·0 m lang, 15/15 cm stark. Die Füße F sind 5 × 8 cm stark. Sie tragen 4—5 Gerüstpfosten (Bretter, B), von denen stets je 2 mit-

einander verklammert werden. Das „Sechsergerüst hat 6' = 1·90 m hohe Böcke mit 1·8—2·0 m langen Köpfen.

Zahl der Schragen	Länge der Bretter (Gerüstpfosten)
2	3·8 m
3	4·75—5·70 m

II. Langtännengerüst.

Langtannen = lange Tannen (Landenen genannt).

Das eigentliche Baugerüste für die gewöhnlichen Hochbauten ist das Langtännengerüste. Es wird von einer besonderen Gruppe von Arbeitern, den Gerüstern, unter Führung des Hauptgerüsters aufgeschlagen.

Langtannen	20...25 cm stark
Steher	18...20 " "
Längsriegel	16...18 " "
Quer "	15 × 18...20 × 20 cm stark
Körbäume	12 × 15 " "

Vor allem sind die Langtannen L (Abb. 751) aufzustellen. Wo eine stehen soll, hebt man eine 1...1,5 m tiefe Grube G aus und legt auf deren Sohle a) ein Pfostenstück oder b) ein Ziegelstößel oder c) einen Unterlagstein, damit nicht das Hirnholz auf dem Erdreich steht, weil es sonst dessen Feuchtigkeit aufsaugen würde.

Langtännengerüste.

Abb. 751.
Querschnitt.

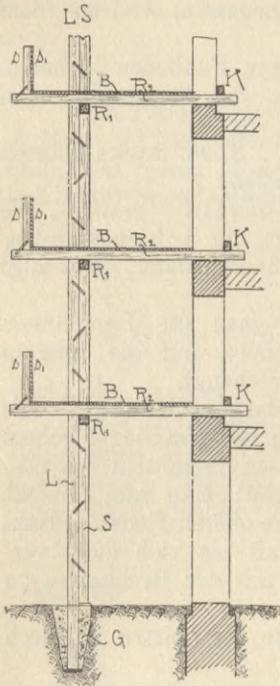


Abb. 752.
Vorderansicht.

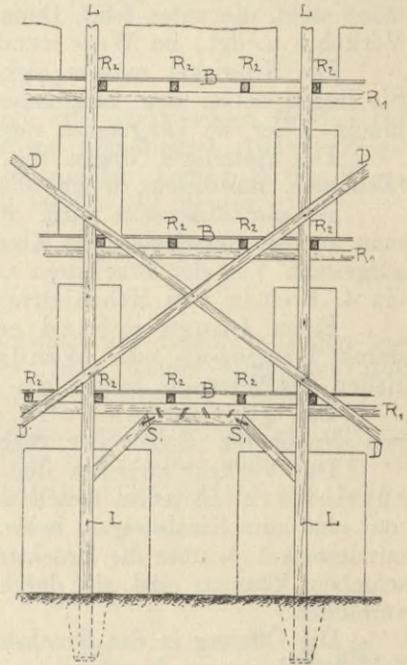
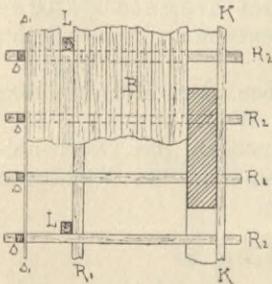


Abb. 753.
Grundriß.



Dann bringt man die Langtanne in eine sanft geneigte Lage, so daß ihr Fuß über der Grube G liegt und ihr Kopf etwa 1 m hoch gehoben ist, wobei sie auf einem Schragen ruht. Um sie nun heben zu können, gibt man unter das Kopfende quer zu ihr beiderseits eine Stange, die vom Boden schief gegen sie ansteigt. Diese Stangen, die Schwabeln, werden an ihrer Kreuzungsstelle unter der Langtanne mit Stricken zusammengebunden. Das Heben erfolgt dadurch, daß diese Stangen immer weiter gegen den Fuß der Langtanne geschoben werden, wobei diese durch den Schragen zu unterstützen und ihr Fuß gut niederzuhalten ist.

Die Langtannen werden nicht genau lotrecht aufgestellt, sondern etwas gegen das Gebäude zu geneigt. Sie sollen vor den Fenstermitten stehen.

Nach der Bauordnung können sie 2 *m* von der Baulinie aufgestellt werden, wenn sie noch innerhalb des Trottoirs liegen; sonst aber 1 *m* davor.

Die Grube *G* wird gut mit Steinen ausgezwickt und mit Erde vollgestampft, so daß die Langtänne schon für sich allein sicher stehen kann.

Neben die Langtännen, gegen das Gebäude zu, stellt man die Steher *S* (Stiele, Säulen), die mit den Langtännen gut zu verklammern sind (Abb. 751).

Auf sie werden die Längsriegel *R*₁ gelegt, welche die Quer- oder Netzriegel *R*₂ tragen, und wenn nötig, durch Sprengwerke *S*₁ unterstützt sind. Dies geschieht namentlich dann, wenn auf ihnen eine Langtänne steht, die unten fehlt. Denn oft sind diese wegzulassen, weil sie (dem Verkehre u. dgl.) im Wege stünden.

Die Netzriegel müssen sich über dem künftigen Fußboden befinden. Sie liegen neben den Langtännen, reichen also in die Fensteröffnungen hinein. Über die Langtännen ragen sie etwa 50 *cm* vor.

Die Netzriegel tragen die Bruckstreu *B*: 5...8 *cm* starke Pfosten (Feilladen, Rüstdielen), welche die Arbeitsbühne schaffen.

An der Außenseite wird, von den Scheuklötzeln *s* gestützt, die man an den Netzriegeln mit Klammern gut befestigt, die Scheuwand *s*₁ aufgestellt. Von der Bruckstreu an liegen 3 Bretter übereinander, dann folgt ein 4. Brett in 1 *m* Höhe.

Einen Längsverband erzielt man, indem man die Langtännen durch Diagonal- oder Windstreben *D* verbindet und die inneren Enden der Netzriegel mittels des Körbaumes *K* verhängt.

Ein Querverband wird geschaffen durch Stangen (Rasteln), die von den oberen Enden der Steher zu den inneren der Netzriegel gehen.

Der Verkehr zwischen den einzelnen Geschossen vermittelt die Gerüstleitern. In jedem Geschosse sind 2 anzubringen: eine zum Hinauf- und eine zum Hinabsteigen, beide nebeneinander. Ihre oberen Enden müssen mindestens 1 *m* über die Bruckstreu vorragen. Damit sie sich nicht verschieben können, sind sie durch Klammern fest mit der Bruckstreu zu verbinden.

Die Öffnung in der Bruckstreu am oberen Ende der Leitern ist durch Scheuwände gegen Abstürzen zu sichern.

Eine bequemere Verkehrsmöglichkeit schafft man durch Rampen (Lauftreppen) aus Brettern, die durch Quer- und Längsriegel und Steher unterstützt werden.

Das Emporschaffen der Ziegel erfolgt mittels des Ziegelaufzuges (Paternosterwerks), der früher Handbetrieb hatte, heute aber, wo es geht, elektrisch betrieben wird.

Bei geeigneter Bauart dient er auch zum Heben der Mörtelgefäße; sonst geschieht dies mittels einer oben angebrachten Welle.

Quadern, Träger, Säulen, die Tür- und Fensterstücke, das Dachstuhlholz usw. werden gehoben mittels Seilen, die oben um ein Klobenrad laufen und unten durch eine Winde gezogen werden.

Mörtelaufzug mit Handbetrieb.

Zur Verhinderung des Einklemmens der Hände oder Kleidungsstücke des mit der Senkung des Seiles und der Handhabung der Fördergefäße beschäftigten Arbeiters (Seilführers) ist entweder der Aufzug so hoch zu stellen, daß die Welle mit ausgestreckten Händen nicht zu erreichen ist, oder es ist die Welle gut zu verdecken.

Zur Verhinderung des Ausgleitens beim Einziehen der Fördergefäße muß der Boden vor der Aufzugsöffnung mit angenagelten Latten oder eingeschlagenen Klammern versehen und ein durchlaufender Riegel zum Anhalten angebracht sein.

Der Schacht ist zwischen den Gerüstgeschossen bis hinunter außer den nötigen Öffnungen zum Einziehen der Fördergefäße mit Brettern vertikal auszuschalen. Wenn der Mörtelaufzug außer Betrieb steht, muß der Schacht vollkommen geschlossen sein.

Der Aufenthalt von Personen während des Aufzugbetriebes ist unterhalb des Mörtelaufzuges verboten.

Materialaufzug.

Der Patent-Universalaufzug mit Hand- oder elektrischem Betrieb von J. Grün (Wien) befördert in 10 Stunden bei Handbetrieb 10.000 Ziegel und 3000 Schaff Mörtel zugleich; bei elektrischem Betrieb 20.000 Ziegel und 5000 Schaff Mörtel, also das Material für 35—40 Maurer.

IIa. Stangengerüste.

Das Gerüst wird durchwegs aus unbehauenen Rundholzstangen hergestellt, die mit Stricken, Seilen, starkem Draht, Ketten, Klammern usw. verbunden werden, sonst aber wie ein Langännengerüst beschaffen sind.

Statt die Längsriegel auf Steher zu legen, verbindet man sie mit den Langtannen durch: Gerüstträger [754, 758—760, 763], Gerüstklammern [761] von Gauby [755], Kettengerüsthalter von Kühn [756—757], Stricke [765].

Abb. 754.

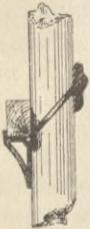


Abb. 755.

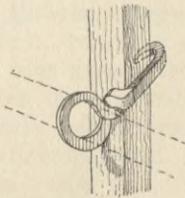


Abb. 756.

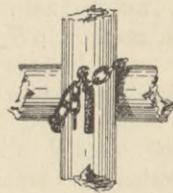


Abb. 757.

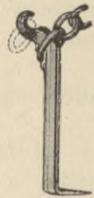


Abb. 758.

759.

760.

761.

763.

764.

765.

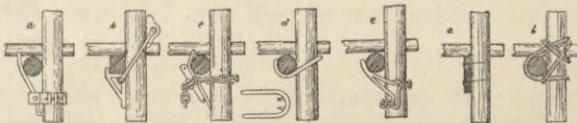


Abb. 762.

Abb. 758—765: Baukunde des Architekten.

III. Abgebundene Gerüste.

Die „abgebundenen“ Gerüste werden streng sachgemäß vom Zimmermann aus sorgfältig dimensionierten, kantigen Balken aufgeschlagen, die mittels Holzverbindungen und Schraubenbolzen zu verbinden sind. (Siehe S. 134.)

Man verwendet solche Gerüste aber nur für große, wichtige Bauten (Monumentalbauten), deren Herstellung lange Zeit dauert, oder wenn das Gerüste besonders standsicher und tragfähig sein soll, wenn also der Zweck den Aufwand an Zeit und Kosten rechtfertigt.

Die Ständer *b* (Rüstbäume) werden vor und hinter der Mauer gegenüber den Fenstermitten aufgestellt. Die äußeren sind womöglich aus einem Stück herzustellen, die inneren werden gestückelt, da man sie ohnedies zerschneiden müßte, um sie wieder herausschaffen zu können. Sie werden wie die Langtannen (siehe S. 181) in den Boden gesteckt, eventuell durch Erdkreuze versichert.

Die Zangen (*d, h, m*) verbinden die Ständer, mit denen man sie verbolzt, in der Querrichtung; die Lang- oder Streichhölzer besorgen dies in der Längsrichtung.

Die Diagonalstreben (Andreaskreuze) (*g, i*) hindern Verschiebungen, namentlich durch den Wind. Man macht sie sowohl \parallel (*i*) als auch \perp (*g*) Mauer.

Auf den obersten Langhölzern liegen kleine Eisenbahnschienen als Gleise für den Laufkran. Deren Enden werden aufgebogen. Daneben werden Laufgänge angelegt.

Zur Versteifung der Lang- und Querhölzer verwendet man Sprengwerke (*e, k, l*).

II. Abteilung.

Holzwände.

§ 1. Verwendung.

Bauten aus Holz können bei Eintritt besonderer Verhältnisse gestattet werden. Die Baubehörde hat deren Zulässigkeit und die Bedingungen für ihre Errichtung festzusetzen.

Lusthäuser in Hausgärten müssen ≥ 10 m von Wohn- und Wirtschaftsgebäuden entfernt liegen, dürfen nur ebenerdig hergestellt sein, nur ≤ 20 m² Bodenfläche einnehmen, nur 1 Raum enthalten, in welchem eine Feuerstelle nicht angebracht werden, und der nicht als Wohnraum benützt werden darf.

Ausgemauerte oder mit Lehm ausgefüllte Riegel- oder Holzwände sind nur mit besonderer Zustimmung der Baubehörde gestattet.

Auf dem Lande können solche Wände zur Trennung von Bestandteilen einer Wohnung verwendet werden, wenn man sie an beiden Seiten mit Mörtel verputzt.

Bei Bauten unter erleichterten Bedingungen sind sie sowohl im Innern als auch nach außen gestattet. Abteilungswände können hiebei aus beliebigem Material hergestellt werden, wenn sie nur Wohnungsbestandteile trennen. Scheiden sie aber Wohnungen, so müssen sie massiv und 15 cm dick oder ausgemauerte Riegelwände sein.

Frei (an den Außenwänden der Gebäude) gelegene Gänge können verglaste Holzwände bekommen.

Bei Industriebauten dürfen alle Wände, welche nicht an eine öffentliche Straße oder an nachbarliches Eigentum grenzen, Riegelmauern sein.

Bei isolierten Industriebauten*) sind für die Wohnungen des Eigentümers, der Beamten und Arbeiter ausgemauerte Riegelwände gestattet.

Stets ist aber um die Feuerungen u. dgl. massives Mauerwerk auszuführen.

Rauchschlöte sind aus Ziegeln zu mauern und vom Holzwerk bestens zu isolieren (siehe Abb. 787).

*) D. s. solche, bei denen jeder Punkt mindestens 20 m von anderen Gebäuden und den Nachbargrenzen entfernt ist. Die Breite dazwischenliegender Straßen, Gassen, Plätze, Flüsse oder sonstiges Gewässer ist einzurechnen.

Grenzen Fabrikanlagen unmittelbar an gleichartige Fabrikanlagen, so genügt ein Isolierungsraum von 10 m.

Der Isolierungsraum darf nie verbaut werden.

Vorzüge und Mängel der Holzwände.

I. Vorzüge:

1. geringe Herstellungskosten,
2. schnelle Ausführung.

II. Mängel:

1. feuergefährlich,
2. wenig fest,
3. wenig dicht gegen Eindringen von Kälte.

§ 2. Riegelwände.

Fachwände, Fachwerkwände.

Verwendung:

- a) provisorische Bauten,
- b) untergeordnete Bauten, Magazine, Schuppen, Remisen u. dgl.
- c) siehe auch § 1.

Riegelwände geben kalte Räume.

I. Fachwerk.

Als Unterlage (U Abb. 768) der Wand verwendet man

- a) Bruchstein- oder Ziegelmauerwerk 45 cm stark, 50 cm über das Terrain vorragend, damit das Fachwerk von der Erdfeuchtigkeit isoliert ist, und $\frac{3}{4}$ m tief in den Boden reichend (Frostgrenze).
- b) Pfähle (Piloten): bei Bauten von kurzer Dauer oder in schlechtem Boden.

Das Fachwerk besteht aus folgenden Hölzern:

S Schweller aus Eichen- oder Lärchenholz: $24 \times 23 \dots 21 \times 32$ cm.
 Ständer (Säulen, Stiele oder Pfosten) u. zw.

E Eckständer	. . . . .	18 × 18	„
B Bund-	„	16 × 18	„
F Fenster	„	} 14 × 15 . . . 16 . . . 18	„
T Tür-	„		
Z Zwischen-	„		

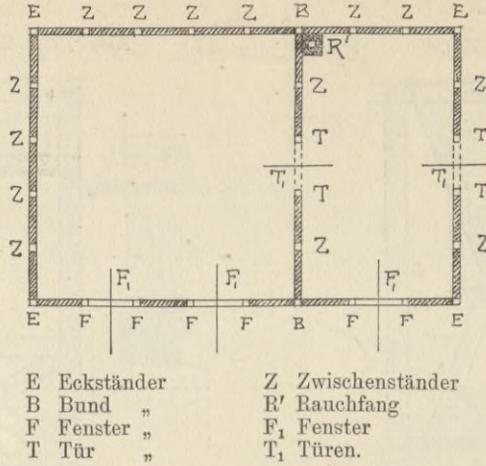
P Pfette (Rahm- oder Kappholz) $18 \times 21 \dots 21 \times 24$ „
 Riegel

f Fensterriegel,	} 14 × 15 . . . 15 × 21	„
t Tür-		
b Brust-		
z Zwischen-		

s Strebe (Diagonale) 18×21 „

Die Streben versteifen die Wand gegen Verschiebungen durch den Wind. Sie heißen daher auch Windstreben. Den Schweller ausgenommen, verwendet man weiches Holz. Gewöhnlich macht man 2 Streben: **Andreas-kreuze** [770—772]. Oft auch ersetzt man die Streben durch Büge (Strebenbänder) (s', Abb. 773).

Abb. 766. Grundriß eines Riegelbaues.



Riegelwand.

Abb. 767. Ansicht.

Abb. 768. Querschnitt.

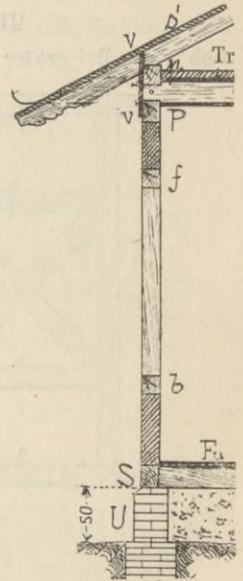
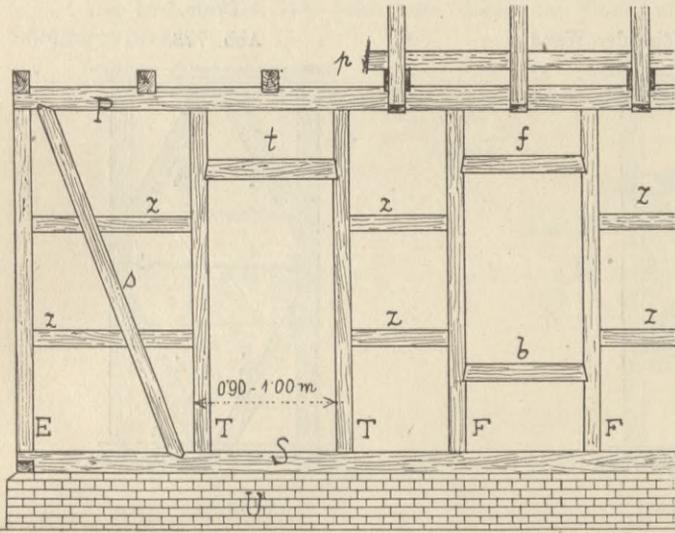
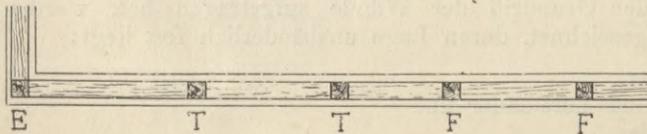


Abb. 769. Grundriß der Vorderwand.



- E Eckständer
 T Tür
 F Fenster
 S' Ständer

- U Unterbau
 S Schweller
 P Pfette
 s Strebe
 s₁, s₂ Büge o. Strebenbänder

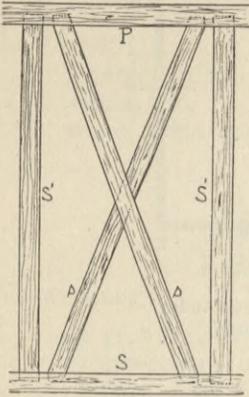
- Fu Fußboden.
 s' Sparren.
 p Fußpfette.
 V Verschalung.
 Tr Tramboden, die Deckenträme als Bundträme.

- t Türriegel
 f Fensterriegel
 b Brust
 z Zwischen

Andreaskreuze.

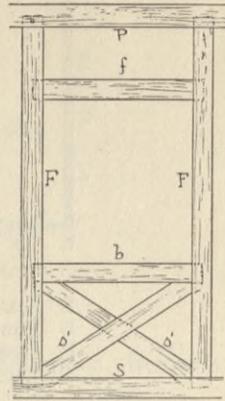
I.

Abb. 770.



II.

Abb. 771. Bei einem Fenster.



III.

Abb 772. Bei großer Höhe der Wand.

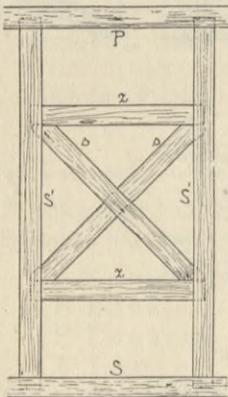
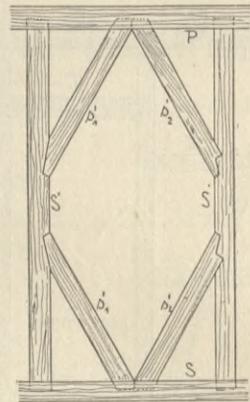
*Bügel.*

Abb. 773.

**Vorgang beim Entwerfen.**

Nachdem man den Grundriß der Wände aufgetragen hat, werden zuerst die Ständer eingezeichnet, deren Lage unabänderlich fest liegt:

- die Eckständer,
- „ Fenster- und Türständer und
- „ Bundständer.

Dann sind die Zwischenständer einzutragen.

Die Stärken ergeben sich aus den Raumgrößen und den Belastungsverhältnissen und sind erforderlichenfalls rechnerisch festzustellen.

Holzverbände.

1. Ständer (S') — Schweller (S) — Strebe (s).

a) Zapfen.

Abb. 774.
Vorderansicht.

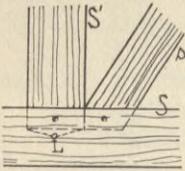
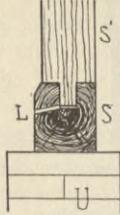


Abb. 775.
Querschnitt.



b) Kreuzzapfen.

Abb. 776.

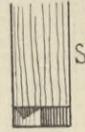


Abb. 777. Grundriß.



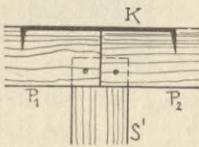
Weil das in das Zapfenloch eindringende Wasser den Zapfen bald zum Verfaulen bringt, so ist es besser, einen Kreuzzapfen zu benutzen.

Das Loch L [774, 775] bohrt man, damit das Wasser wieder abfließen und Luft niedringen kann.

2. Pfette (P₁, P₂) — Ständer (S').

Zapfen.

Abb. 778.
Pfettenstoß.



K = Klammer.

Beim Eckständer

Abb. 779.



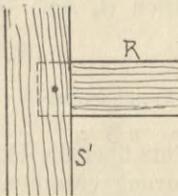
Abb. 780.



3. Ständer (S') — Riegel (R).

Zapfen.

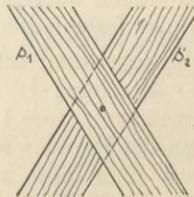
Abb. 781.



4. Strebe (s₁) — Strebe (s₂).

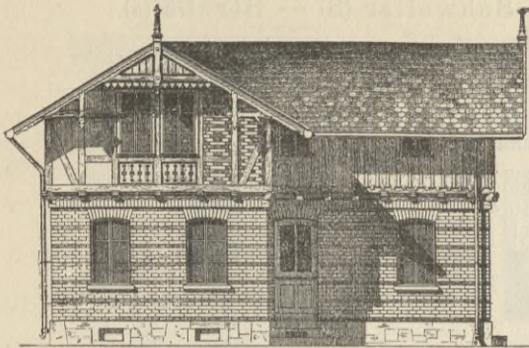
Überblattung.

Abb. 782.



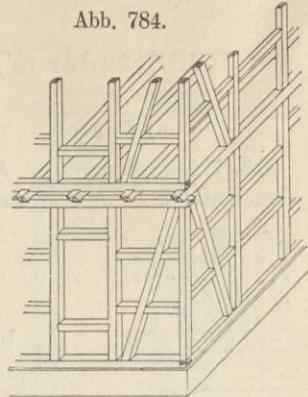
Riegelbau.

Abb. 783.



Einstöckiger Riegelbau.*)

Abb. 784.



Sockel: Schichtsteine. — Erdgeschoß: Ziegelrohbau. — Obergeschoß: Giebel ausgemauert Riegelbau, links verputzt; Seitentrakt verschalter Riegelbau, rechts Ziegelrohbau.

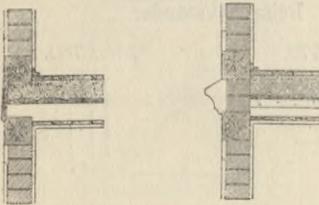
Die Zwischenräume zwischen der Pfette und dem oberen Schweller werden

- a) verschalt [785],
- b) ausgemauert [786].

Auflager des Trambodens auf der Riegelwand.

Abb. 785. Abb. 786.

I. II.

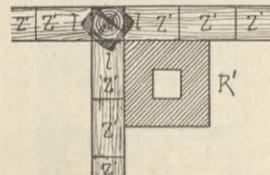


Rauchfang.

Abb. 787.

Grundriß.

B



R' Rauchfang, B Bundständer,
Z' Ziegel, 1 Holzleisten.

II. Ausfüllung der Gefache (Felder).

Fach (Feld) heißt der Zwischenraum zweier Ständer. Es wird ausgefüllt durch eine

1. Ausmauerung mit Ziegeln, $\frac{1}{2}$ Stein stark, in verlängertem Zementmörtel. Wo die Ziegel an die Hölzer anschließen, gibt man jenen Nuten und diesen aufgenagelte dreieckige Holzleisten (I, Abb. 787), um die Ausmauerung festzuhalten.

1 m² Riegelwand erfordert:

$$42 \text{ Ziegel} + 0.02 \text{ m}^3 \text{ Weißkalk} + 0.05 \text{ m}^3 \text{ Sand} \\ \qquad \qquad \qquad + 16 \text{ kg Romazement} + \text{ " " " "}$$

Wenn die Wand verputzt wird und der Putz über die Hölzer reichen soll, so muß man diese zuerst mit einer Stukkaturung versehen.

Bleibt die Wand unverputzt, so macht man mittels verschiedenfarbiger Ziegel figurierte Verbände. Die Kanten der Hölzer werden

*) Schmidt: Die Arbeiten des Zimmermanns.

gefast, diese durch Schnitzereien und aufgeleimte Profile verziert und angestrichen oder eingelassen.

2. Ausmauerung mit anderen künstlichen Steinen — seltener als (1).

3. Verschalung mit Brettern, die an das Holzgerüste genagelt werden. Sie liegen

a) entweder nur auf einer Seite, dann gewöhnlich außen

b) oder auf beiden Seiten, außen und innen. Den Zwischenraum kann man, um das Eindringen von Kälte und Wind zu verhindern, ausfüllen mit Sägespänen, Torfmuß, Asche u. dgl.

Ein Dichtschluß läßt sich auch dadurch erzielen, daß die Verschalung innen mit mehreren Lagen Papier oder Dachpappe beklebt wird.

Die Bretter können stukkaturt und dann verputzt werden.

Bleiben sie unverputzt, so sollen die äußeren vertikal liegen, wegen des Wasserablaufes. Die Fugen schließt man mit Fugendeckleisten, oder man verlegt die Bretter mit größeren Zwischenräumen und deckt diese durch eine zweite Bretterlage.

III. Decke.

Als Deckenkonstruktion benützt man Tramböden.

Die Träme liegen über den Ständern auf den Pfetten.

IV. Fußboden.

1. Der Fußboden ruht entweder, auf einer Balkenenlage, die auf der Sockelmauer (U, Abb. 768) liegt, oder

2. er hat als Unterlage eine Auffüllung von Schutt, Sand u. dgl. Dann muß man aber das Emporsteigen der Erdfeuchtigkeit verhindern, z. B. durch Einschalten einer wenigstens 15 cm starken Lehmschicht.

V. Freitragende Riegelwände.

Sie ruhen nur mit ihren Enden auf Mauern, und werden als Häng- o. Sprengwerk hergestellt (siehe auch S. 39—46).

Man führt sie aus, wenn in einem Geschoße eine Wand herzustellen ist, die man weder durch einen Bogen noch durch einen Träger und auch nicht durch eine darunter liegende Wand unterfangen kann oder will.

Dreieckig-Hängwerk.

Abb. 788.

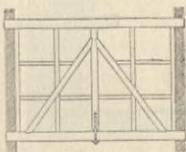


Abb. 791.

Trapezhängwerke.

Abb. 789.

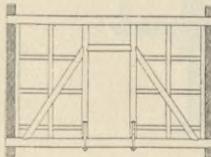
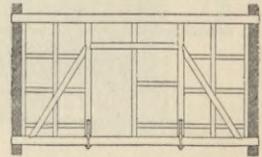


Abb. 792.

Abb. 790.



Mit eisernen Hängstangen.

Abb. 793.

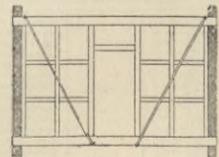
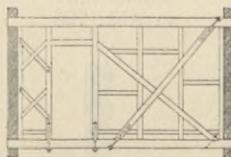
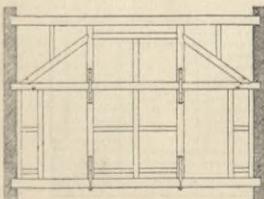


Abb. 785, 786, 788—793: Aus dem Handbuche der Architektur.

§ 3. Bretterwände, Pfostenwände.

Wandstärke: 25 . . . 5 cm.

Am Fußboden und an der Decke werden die Bretter (Pfosten) in Nuten geschoben, die durch Leisten gebildet werden, welche man dort zu beiden Seiten der Wand befestigt.

Untereinander verbindet man die Bretter (Pfosten) mittels Falzen oder durch Feder und Nut (siehe S. 5).

Man soll nur gut ausgetrocknete, schmale, astknotenfreie Bretter (Pfosten) verwenden.

Wenn man diese Wände mit einer Stukkaturung versieht, so kann man sie auch verputzen.

Die Wände der Bodenabteilungen macht man auf 2 m Höhe aus 2 cm starken Laden auf einem Gerippe aus Polsterhölzern; über 2 m aber Lattenwände.

§ 4. Blockwände.

Die 12 . . . 16 cm starken Balken liegen „Mann an Mann“ aufeinander, und werden durch 3 cm starke, 15 cm lange, etwa 1.5 m entfernte Dippel aus hartem Holze verbunden wie die Dippelbäume bei den Dippelböden

Wo die Balken aufeinanderliegen, werden sie eben zugehauen oder zugesägt. Sonst kann man sie „baumwälgig“ lassen, d. h. der Stamm wird dort nur von der Rinde und dem Baste befreit.

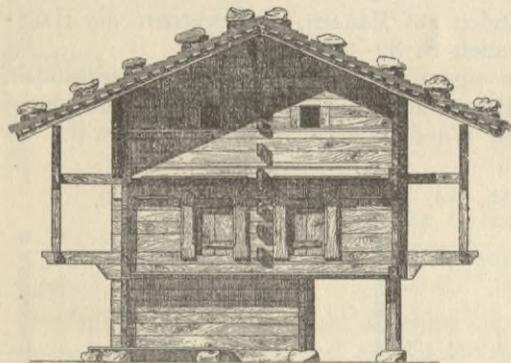
Innen schafft man gewöhnlich eine ebene Wandfläche [797].

Diese kann stukkaturt und verputzt werden.

Die Fugen dichtet man mit Moos, Filz, Werg u. dgl., oder man verstreicht sie mit Lehm oder Mörtel.

Blockbau.

Abb. 794. Ansicht.



I. Blockwand aus Rundholz.

Abb. 796.

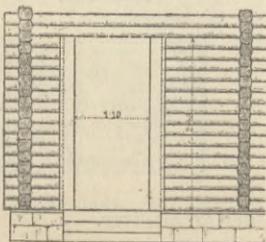
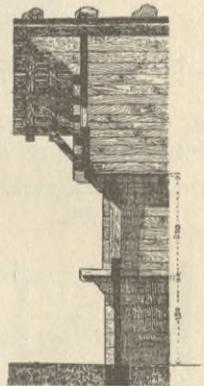


Abb. 797.
Querschnitt
zu Abb. 796.

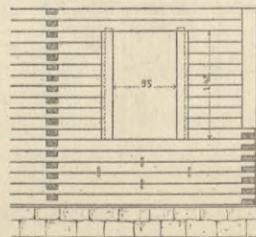


Abb. 795.
Querschnitt.



II. Blockwand aus Kantholz

Abb. 798.



Eckverbindungen bei Kantholz-Blockwänden.

I. Art.

Abb. 799.

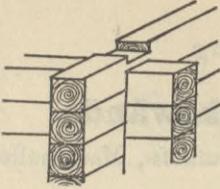
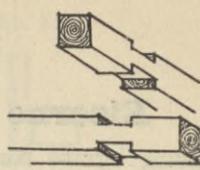
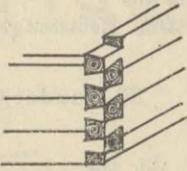


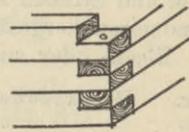
Abb. 800.



II. Art. Abb. 801.



III. Art. Abb. 802.



Blockwände sind wärmer als Riegelwände.
Als Decke gibt man ihnen einen Dippelboden.

Literatur über Holzbau.

Betke: Dekorativer Holzbau.

— Holzbauten.

Degen: Entwürfe zur Holzarchitektur.

Diesener: Kleine Architekturen in Holz.

Gladbach: Die Holzarchitektur der Schweiz.

Huber: Kleine Architekturen in Holz.

Liebold: Holzarchitektur.

Neumeister-Häberle: Die Holzarchitektur.

III. Abteilung.

Eiserne Fachwerkwände.

Verwendung: große Ausstellungs-, Bahnhofs-, Markthallen u. dgl.

I. Fachwerk (Gerippe).

Es wird ähnlich den hölzernen Riegelwänden aus Schwellen, Ständern, Pfetten, Riegeln und Streben zusammengesetzt, die aus \perp , \top , \sqsubset , \sqsupset u. dgl. gewalzten Fassoneisen hergestellt sind. Bei großen Belastungen verwendet man genietete Blech- oder auch Gitterstäbe.

I. Endständ.
Türständ.
Fensterständ.

II. Zwischenständ.

III. Bundständ.

Abb. 803.



Abb. 804.



Abb. 805.

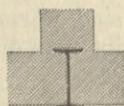


Abb. 806.

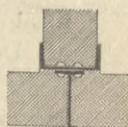
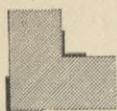


Abb. 807.



IV. Eckständ.

Abb. 808.

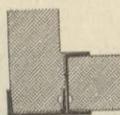


Abb. 809.



V. Anschluß
einer Türe.
Abb. 810.

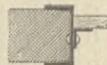


Abb. 803—810: Grundrisse.

Mehrgeschossiger Bau.

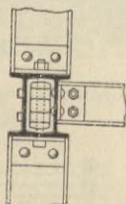
Abb. 811.

Vertikalschnitt.

Oberer Ständer

Pfetten

Unterer Ständer



II. Ausfüllung der Gefache (Felder).

Man benützt hierzu:

1. $\frac{1}{2}$ Stein starke Ziegelmauern in verlängertem Zementmörtel. Die unverputzten verziert man durch figurierte Verbände.*)

2. Beton. Die Schallbretter oder -bleche, zwischen die der Beton gestampft wird, befestigt man an den eisernen Ständern.

3. Eisenbeton nach den Systemen Monier u. dgl. oder mit Streckmetall. Die Drahtnetze und sonstigen Eiseneinlagen sind am Eisengerippe festzumachen.

4. Steinplatten (Haltestelle Karlsplatz der Wiener Stadtbahn).

5. Eisenblech.

6. Wellblech [394—402].

7. Verglasung. [403 u. 404]. Sie ist herzustellen wie ein eisernes Fenster.

*) Siehe Chabat: La brique et la terre cuite.

Wellblechwände.

1. Aufstand.
Abb. 812.

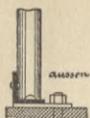


Abb. 813.



I.
Abb. 818.

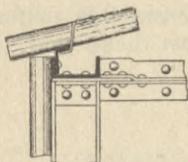


Abb. 819.

2. Ecke.
Abb. 814.

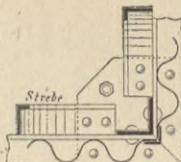
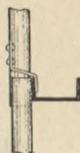


Abb. 812, 815, 817—819: Vertikalschnitte.
Abb. 813, 814, 816, 820: Grundrisse.

3. Anschluß an Riegel,
Ständer u. dgl.

I.
Abb. 815.



II.
Abb. 816.

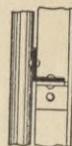
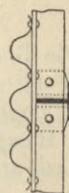


Abb. 817.



4. Dachsaum.

II.
Abb. 820.

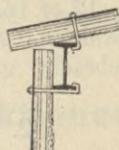


Abb. 803—822 aus: Lauenstein, Die Eisenkonstruktionen.

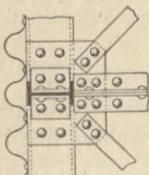
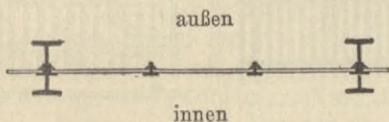
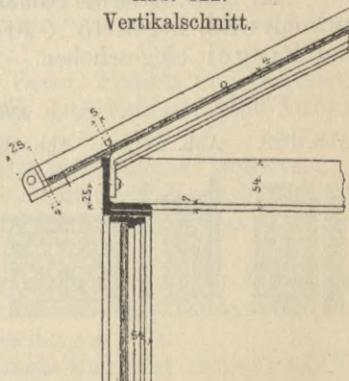


Abb. 821.
Glaswand.
Grundriß.



Glaswand und Glasdach,
von einem photographischen Atelier.
Abb. 822.

Vertikalschnitt.



III. **Decke.**

Als Decke verwendet man eine von den auf Seite 264—321 angegebenen, der Gefachausfüllung entsprechende Deckengattung.

IV. **Dach.**

Der Dachstuhl wird aus Eisen hergestellt. Oft genügt bombiertes Wellblech.

Anhang.

Einfriedungen.

1. Planken.

Die 3 cm dicken, vertikalen Verschalungsläden, deren Fugen durch Fugendeckleisten oder eine zweite Bretterlage gedeckt werden können, liegen „Mann an Mann“ und sind auf den horizontalen, 8×10 cm starken Riegeln befestigt, welche von den Packstalen — vertikalen, in der Erde steckenden, 12×16 ... 15×20 cm starken, etwa 3 m entfernten Ständern — getragen werden. Am Sockel sind 2 je 3 cm dicke und 13 cm hohe Fatschen angebracht.

2. Stakettengitter.

13...16 cm im Quadrat starke, etwa 3 m entfernte Säulen tragen 10 cm starke Riegel; diese die 10 cm entfernten, aus Ziegellatten hergestellten Staketten, welche zwischen den Riegeln und 10 cm breiten Fatschen liegen.

3. Schranken.

Auf 3 m entfernte Säulen, von denen der in der Erde steckende Teil verkohlt wird, liegen 15×20 cm starke Holme, und zwischen den Säulen sind Riegel eingeschoben.

Planke.

Abb. 823.



Abb. 824.



Staketenzaun.

Abb. 825.

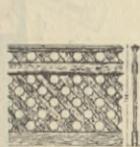
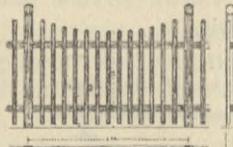
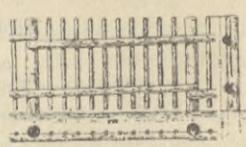


Abb. 826.



Prügelzaun.

Abb. 827.



Eiserne Gitter.

Abb. 828.

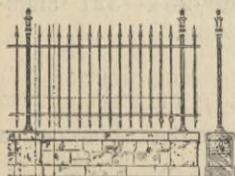


Abb. 829.

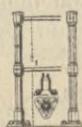


Abb. 830.

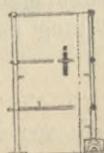
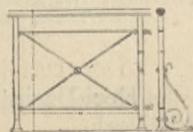


Abb. 831.



III. Abschnitt.

Decken.

Die Decken haben den Zweck:

- a) die Räume oben abzuschließen;
- b) übereinander liegende Räume zu trennen.

Eine Decke besteht aus:

1. der Deckenkonstruktion, welche die Fußbodenlast trägt;
2. dem Fußboden, der die Decke oben abschließt;
3. dem Plafond*), dem unteren Abschluß der Decke.

I. Abteilung.

Deckenkonstruktionen.

Die Deckenkonstruktion muß sein:

1. genügend tragfähig. Am tragfähigsten sind neben den Gewölben die Decken mit eisernen Trägern. Sie widerstehen auch Stößen und Erschütterungen. Ihnen gleichkommen die Decken aus Eisenbeton.

2. feuersicher. Am feuergefährlichsten sind die Holzdecken. Gegen Feuer von oben schützt man sie durch eine Beschüttung; nach unten durch die Stukkaturung. Decken mit eisernen Trägern sind nur dann feuerbeständig, wenn das Eisen feuersicher ummantelt ist. Dem Feuer widerstehen Stein und Beton am besten.

3. dauerhaft. Holz ist gegen Feuer, Fäulnis und Schwamm zu sichern; Eisen gegen Feuer und Rost. Am dauerhaftesten sind Decken aus Stein oder Beton.

4. wärme- und kälte-dicht. Die gewöhnliche Isolierung ist Deckenschutt. Ist eine besondere notwendig, so benützt man Korksteine u. dgl.

5. schalldicht. Je mehr Eisen die Decke enthält, um so stärker pflanzt sie den Schall fort.

Die Decke des obersten Stockes muß feuersicher belegt und so stark hergestellt werden, daß sie nicht durch das bei Dachbränden auffallende Dachgehölz und Mauerwerk durchgeschlagen wird.

Räume, in denen Backöfen untergebracht sind oder feuergefährliche Gegenstände aufbewahrt werden, und Stallungen, für die keine Bauerleichterungen zugestanden sind, oder über denen sich Wohnräume befinden, müssen vollständig feuersichere Gewölbe oder Traversendecken erhalten.

Die Keller- und Souterrainräume, die Geschäftslokale des Parterres, die Stieggänge und Podeste, die Küchen, Böden und Klosetts sind stets zu über- und unterwölben oder mit einer gleichwertigen massiven Decke zu versehen.

*) plat fond (französisch).

Deckenlasten.

1. Eigengewichte der Deckenkonstruktionen in kg/m^2 für Spannweiten bis 6 m.

Deckengattung	In das Gewicht sind inbegriffen	Entfernung der eisernen Träger (m)	Eigengewicht			
			mit eiserner Träger	ohne Träger		
Tramdecke	3,5 cm Pfostenbelag 3 cm Stulpdecke u. 10 cm Lehmschichte			70	} ²⁾	
				210		
„ zwischen eiser- nen Trägern	} 10 cm Schutt, Fußboden und Stukkaturung		260	250 ^{*)}	} ¹⁾	
Gestreckter Windelboden				240		
Halber	10 cm Lehmschichte			230	}	
„	desgl. und 3,5 cm Fuß- boden			220		
	desgl. aber 5—7 cm Gips- oder Lehmestrich			310	}	
	10 cm Lehmschichte, 2 cm Stukkaturung, 2 cm Stukkaturung u. Decken- putz			250		
	desgl., aber 5—7 cm Gips- oder Lehmestrich			340	} ²⁾	
Ganzer	auch darunter, bis zur Balkenunterkante, Lehm und 3,5 cm Fußboden			360		
Dippelboden	10 cm Schutt, Fußboden- und Stukkaturung			340	}	
„	desgl. aber mit Ziegel- pflaster oder Steinplat- tenbelag			360		
Flache Tonnen*) aus Mauerziegeln, 15 cm stark	Beschüttung (am Scheitel 8 cm stark), Fußboden und Verputz	bis 1,40 †)	480	450	}	
		1,40—3,00	550	520		
desgl. aber 12 cm stark: aus Vollsteinen	} Beschüttung, Nachmaue- rung, Fußboden. Wenn der Raum zwischen den Polsterhölzern verfüllt ist, so muß man noch 140 kg/m^2 zuschlagen	bis 2,0 †)		370	} ²⁾	
„ porösen o. Lochsteinen		„		310		
„ Schwemmsteinen		2,00—3,00				260
„ Vollsteinen		„				440
„ Schwemmsteinen		„				380
Schobers Zacken- gewölbe (35 cm Kon- struktionsstärke)	Beschüttung (am Scheitel 8 cm stark), Fußboden und Verputz	bis 1,50	570	530	} ¹⁾	

1) Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.

2) Vorschriften der Bauabteilung des preuß. Ministeriums der öffentl. Arbeiten.

*) Auch „preußische Kappen“ sowie „Platzel“ genannt.

†) Es wird sich daher empfehlen, nur ausnahmsweise diese Trägerentfernung zu überschreiten.

Deckengattung	In das Gewicht sind inbegriffen	Entfernung der eisernen Träger (m)	Eigengewicht	
			mit eiserne Träger	ohne
Wölbungen aus Patent- ziegeln von Ludwig, Schneider, Wehler, Demski (32 cm Konstru- tionshöhe) Decke von Kleine 10 cm starke Schwemm- steine 12 " " Vollziegel Stampfbetongewölbe	Beschüttung (am Schei- tel 8 cm stark), Fußboden und Verputz	bis 1·50	450	420
				85
				192
				1) 370
				350
				430
				410
				460
				440
				550
				530
Kappe aus Zement-Kies- Beton Moniergewölbe, 5 cm stark		1·50		370
				2) 360
				340
				450
				430
				440
				(530)
				420
				440
				470
				"
				500
				550
				450
				480

1) Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.

2) Vorschriften der Bauabteilung des preuß. Ministeriums der öffentl. Arbeiten.

Deckengattung	In das Gewicht sind inbegriffen	Entfernung der eisernen Träger (m)	Eigengewicht	
			mit	ohne
Schnells Gewölbdecken			340	
Herbsts Zylinderstegdecke			450	
System Siegart			420	
„ Visintini			350	
„ Janesch			440	
„ Lund			520	
Wellblech ¹⁾ Buckelplatten o. Belageisen	Fußboden, Putz, 13 cm Betonschichte		250	} ³⁾
Bombiertes Wellblech	Beschüttung, Fußboden, aber ohne			
Die Beschüttung am Scheitel = 10 cm	Verputz	bis 2 m	250	} ¹⁾
6 „		2-3 „	280		265
Französische Agraffendecken	Gipsauffüllung u. Fußboden		270	} ³⁾

Bei anderen Deckengattungen ist das Eigengewicht eigens zu ermitteln. Für je 1 cm höhere Beschüttung ist das Gewicht um 14 kg/m^2 zu vergrößern.

2. Nutzlasten der Decken in kg/m^2 .⁴⁾

Art der Belastung	Nutzlast
Gewöhnliche Dachräume	150
„ Wohnräume	250
Schulräume	300
Gänge, Konzert-, Turn- und Fechtsäle, Futterkammern, Stiegen in gewöhnlichen Wohnhäusern	400
Geschäftsräume, Arbeitssäle und Lagerräume in den Stockwerken von Wohn- und Geschäftshäusern	450
Stiegen öffentlicher Gebäude, Tanzsäle und Versammlungsräume, Geschäftsräume, Werkstätten und Lagerräume im Erdgeschoße	500
Eiskeller (bei 1 m Eishöhe)	750
Durchfahrten, Vestibüle, Höfe	800

Für Theater, Büchereien, Speicher, Lager- und Arbeitsräume mit schweren Maschinen ist die Größe der Nutzlast von Fall zu Fall zu bestimmen.

Tragwerke aus Eisenbeton, welche Erschütterungen erleiden, müssen mit dem 1·3fachen, jene, welche starken Stößen (z. B. durch schwere Arbeitsmaschinen) ausgesetzt sind, mit dem 1·5fachen Betrage der oben angegebenen Nutzlast berechnet werden.

Stoßwirkungen sind besonders zu berücksichtigen.⁵⁾

¹⁾ Verzinktes Wellblech ist um 10 . . . 15% schwerer.

²⁾ Nach der „Hütte“.

⁴⁾ Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.

⁵⁾ Zschetzsche: Berechnung dynamisch beanspruchter Tragkonstruktionen. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1894.

Marmor	2520—2800	Sandstein	1900—2700
Mauerwerk trocken		" quadern, leicht	2400
Handschlagziegel	W 1500 1600	" " schwer	2500
" "	R o P 1570 1670	" Bims-	700—950
Maschinziegel	W 1580 1680	" Bunt-	2400—2700
" "	R o P 1650 1750	" Grauwacken-	2500—2700
geschlemmte Ziegel	W 1530 1620	" Jura-	2170—2407
" "	1580*) 1670*)	" Kohlen-	2580—2850
" "	P 1610 1730	" Quader-	2150
" "	1650*) 1770*)	Schiefer	2650
Pfeilerziegel	P 1610 1730	" Dach-	2670—3500
Klinker	P 1920 2000	" Glimmer-	2730
3-Lochziegel	W 1320 1450	" Hornblende-	2910—3150
6- " "	W 1250 1350	" Talk-	2770—3020
poröse Vollziegel	W 1200 1300	" Ton-	2670—3500
" 3-Lochziegel	W 1140 1290	" Tonglimmer	2670—3500
Bruchsteine, leichte	1900	Schlacke	600
" " mittelschwere	2200	" " Hochofen-, granuliert	850
" " schwere	2500	Schlackenziegel	1200
Sandsteinquadern, leichte	2100	Schnee, frisch gefallen	190
" " schwere	2500	" gestampft	800
Kalk- " leichte	2000	Schotter	2000
" " schwere	2600	Schutt, Mauer-	1400
Granitquadern	2700	Serpentin	2500—2900
Mehl	500	Spreutafeln	500
" in Fässern zu 280 kg —1 Lage / m ²	420	Stahl	7860
" in Säcken " 80 " " " 850		Steinkohle	1400
Melaphyr	2500—2800	" Asche	750
Mennige	8400—8700	Stroh, locker	70
Mergel, erdig	2300	Syenit	2500—3060
" hart	2500	Tanne	550
Messing	8550	Terrazzo	2200
Mörtel aus Weißkalk, naß	1600—1800	Ton	1800—2000
" " trocken	1520	Topfstein	2770—3020
" Romanzement, naß 1700—1900		Torf, trocken	510
" " trocken	1700	" erdig	640
" Portlandzement, naß 1700—1900		" Mull, lose	200
" " trocken	1700	" " gestampft	400
" Gips, naß	2870	Trachyt	2550—2680
" " trocken	2250	" Bimsstein-	1250
Obsidian	2300—2500	Tuff, Leuzit-	1500
Papier	700—1150	" Porphy-	1750—2200
Pechstein	2200—2300	" Felsit-	1750—2200
Perlit	2360—2450	Weizen	760
Phonolith	2500—2700	Xylolith	1400
Porphy	2400—2800	Zement, erhärtet	2700—3000
" Felsit-	1550—2793	" -Pulver	1300—1900
" Quarz-	1550—2793	" locker geschüttet	1200—1500
Porphyrit	1550—2800	" -Dielen	2100—2200
Porzellanerde	2200	Ziegel, Voll-	1400—2000
Quarzit	2500—2800	" Loch-	1150—1200
Roggen	680	" " dünnwandig	1000
Rübsaat	650	" " dick	1200
" in Säcken	520	" Voll-, poröse "	900
Sand, Bau-	1400	" Loch-	900
" fein, trocken	1400—1650	" Schlacken-	1200
" grob	1400—1500	" -Mauerwerk, siehe Mauerwerk.	
" trocken	1500	Zinkblech	7200
" " weich	1240	Zink, gegossen	6860
" " resch	1350	Zinn, gegossen	7200
" " locker	1250—1350	" gewalzt	7300—7350
" naß	2000	Zucker	750
" gestampft	1600	" in Säcken	600

*) Vorschrift des k. k. Ministeriums des Innern über die Herstellung von Tragweiken aus Stampfbeton und Betoneisen die Hochbauten.

I. Teil.

Holzdecken.

Holzdecken lassen sich einfach und billig herstellen; haben jedoch nur eine geringe Tragfähigkeit und gehen leicht zu Grunde durch Feuer, Fäulnis und Schwamm.

Souterrain- oder Kellerräume dürfen Holzdecken nicht erhalten.

Die Deckenkonstruktion besteht aus Holzbalken, die auf (mindestens $1\frac{1}{2}$ Stein starken) Mauern, gewöhnlich den Haupt- und Mittelmauern, liegen.

Auflager der Deckenbalken.

Die Deckenbalken dürfen nicht unmittelbar auf die Mauer gelegt werden und nicht an die Mauer stoßen, weil sonst die Feuchtigkeit des Mörtels in die Balkenköpfe (Balkenenden) eindringen und sie zum Faulen bringen würde.

I.

Wenn die Mauer einen Absatz macht (infolge der Zunahme der Stärke — bei Dippelböden in jedem, bei Tramböden in jedem zweiten Geschoße, siehe S. 143), muß man die Deckenbalken legen auf

1. **Rastschließen**, welche 16 cm breit und 10 cm hoch sind und zur Verankerung der Mauer der Länge nach an Stelle von Schließeneisen dienen (S, Abb. 832, siehe auch S. 106).

2. **Rastladen**, die 16 cm breit und 2—3 cm dick sind und verwendet werden, wenn auf der anderen Seite der Mauer schon eine Rastschließe liegt (L, Abb. 832).

Beide macht man, damit sie der Mauerfeuchtigkeit gut widerstehen, aus Schwarzföhren-, besser aber aus Lärchen- o. Eichenholz.

II.

Wenn ein Mauerabsatz nicht vorliegt, so legt man die Tramköpfe auf 2.5 cm starke Unterlagsbretter aus Eichenholz und steckt sie in

1. **Tramkopf-Schutzkästchen** (Abb. 834 u. 835) aus

- | | |
|---|--------------|
| a) 1—2 cm starken Laden (Brettern) aus Schwarzföhren-, besser aus Lärchenholz | } gewöhnlich |
| b) Zinkblech, | |

2. eine Umhüllung aus Dachpappe — selten.

Wenn das Tramkopfschutzkästchen weggelassen wird, so soll man doch vor den Tramkopf ein Hirnbrett nageln und das Mauerwerk nicht dicht anschließen.

seltener aus Kiefernholz auf die Mauern, gewöhnlich von der Haupt- zur Mittelmauer.

Es dürfen aber nur Träme aus gesundem, gut ausgetrocknetem Holze verwendet werden.

Als guter Schutz gegen Feuchtigkeit ist zu empfehlen, die Träme, mindestens aber die Tramköpfe mit Karbolineum zu bestreichen.

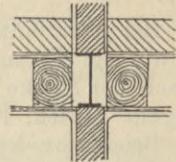
Wenn ein Tram neben einer Mauer liegt, so soll man ihn nicht unmittelbar an diese legen, sondern zwischen ihm und ihr einen Zwischenraum lassen, damit Luft zutreten kann.

Träme, die neben einer Mauer liegen, können die halbe Breite der anderen haben. Dann heißen sie Streichbalken (Abb. 836).

Bei Scheidewauern muß immer links und rechts von der Mauer ein Tram oder ein Streichbalken liegen, desgleichen bei Trägern in der Decke (Abb. 836).

Befindet sich zwischen den die Tramdecke tragenden Mauern quer zu den Trämen eine dünne Mauer (Scheide-, Gangmauer u. dgl.), so werden die Träme über diese hinweggeführt, aber ohne sie zu belasten. Setzt sich diese Mauer nach oben fort, so steckt man die Träme durch sie hindurch. Solche Mauern sind erst nachträglich herzustellen.

Abb. 836.

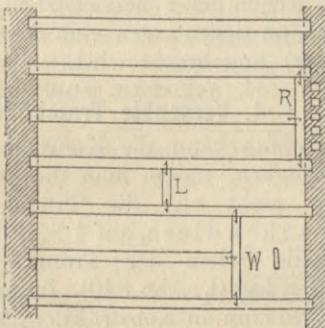


2. Auswechslungen.

1. Die Träme müssen, wie alle Holzteile, von den Lichtquerschnitten der Rauchschröte durch eine Mauerziegelbreite und deren Fugen deckende Dachziegel getrennt sein (siehe S. 162). Wenn sie daher bei Rauchlängen nicht auf der Mauer liegen können (Abb. 837), so muß man sie durch einen Wechsel (R) unterstützen (Rauchfangwechsel).

2. Ebenso sind sie bei Maueröffnungen, Deckenöffnungen (O, Abb. 837), für Stiegen, Aufzüge u. dgl. auf Wechsel (W) zu legen.

Abb. 837.



- R Rauchfangwechsel.
- O Deckenöffnung.
- W Wechsel.
- L Lampen- o. Lusterwechsel.

Abb. 838.

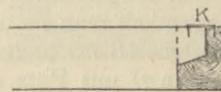
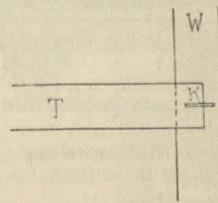


Abb. 839.
Grundriß zu Abb. 838.



- T ausgewechselter Tram.
- W Wechsel.
- K Zimmermannsklammer.

3. Liegt in der Mitte des Raumes kein Tram, so muß man dort einen Lampen(Luster-)Wechsel (L, Abb. 837) anbringen, damit eine Hänglampe,

ein Luster u. dgl. nicht an der schwachen Stukkatur Schalung, sondern an einem Balken hängt.

Wechsel und Träme werden durch Überblattungen o. Zapfen und Zimmermannsklammern (K, Abb. 838 u. 839) verbunden.

Lange Wechsel muß man durch Schließeneisenstücke, die in der Mauer stecken, unterstützen.

Über den Türen, Fenstern u. dgl. liegende Träme werden gewöhnlich durch Bögen unterstützt (Sturzbögen). Sollte aber nicht die für diese erforderliche Höhe vorhanden sein (mindestens 30 cm), so legt man die Träme auf einen eisernen Träger, falls nicht ein hölzerner Wechsel genügt.

3. Schalungen.

Bei ganz einfachen Tramdecken (für Magazine, Speicher u. dgl.) nagelt man auf die Träme eine Schalung (Verschalung) aus Brettern oder Pfosten, je nach der Stärke der Belastung. Deren Fugen schließt man durch darunter genagelte Latten, Fugen-Deckleisten.

Bei Fabriksbauten sind solche Tramböden gestattet.

a) Sturz- oder Schuttschalung.

Wo ein höherer Grad der Feuersicherheit gefordert wird (bei Wohnhäusern u. dgl.), ist auf die Schalung, Sturz- oder Schuttschalung, eine mindestens 8 cm dicke Schuttschicht (siehe S. 204) aufzubringen und der Fußboden auf diese zu legen.

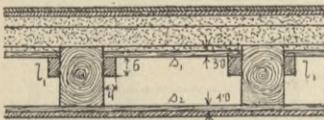
Es ist zu empfehlen, die Schuttschalung nicht unmittelbar auf die Träme zu legen, sondern auf dünne, schmale Latten, die auf diesen liegen, damit auch die Trambödenflächen von der Luft bestrichen werden können.

Ist die oberste Decke (gegen das Dach) eine Tramdecke, so erhält sie eine doppelte Sturzschalung, um genügend Sicherheit zu bieten, damit sie nicht bei einem Brande von umfallenden Schornsteinpfählern, niederstürzenden Dachstuhlholzern usw. durchgeschlagen werden kann.

b) Putz- oder Stukkatur Schalung.

Unten frei sichtbar läßt man die Träme nur bei minderen Bauten (Bauernhäusern, Magazinen usw.), oder wenn ein Holzplafond gewünscht wird. Sonst verschalt man sie, namentlich wegen der Feuersicherheit, mit 1 cm starken, höchstens 16 cm breiten Brettern, an denen unten eine Berührung (Stukkaturung) mit Putz (Deckenputz) angebracht wird.

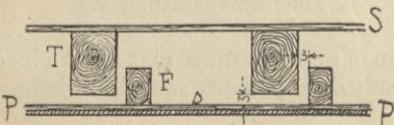
Abb. 840.



s_1 Schutt- o. Sturzschalung.
 s_2 Putz- o. Stukkatur Schalung.
 l_1 Latten.

Abb. 841.

auf S: Schutt usw.



4. Versenkte Tramböden.

Man kann die Konstruktionshöhe verringern, indem man die Schuttschalung nicht auf die Träme, sondern zwischen diese, auf 4×6 cm starke, an die Seiten der Träme genagelte Latten legt (l_1 , Abb. 840). Indessen wiegt der Gewinn an Konstruktionshöhe (3 cm) die Umständlichkeiten, welche dieses Verfahren zur Folge hat, nicht auf.

5. Fehlträme.

Wenn sich unter der Tramdecke ein wertvoller Plafond (PP', Abb. 841) befindet (Deckengemälde, Stuck- oder

Bildhauerarbeiten), so kann man ihn gegen Beschädigungen durch Schwankungen der Träme infolge von Erschütterungen (Tanzen usw.) schützen, indem man auf die eigentlichen Träme (T) die Schuttschalung (S), den Deckenschutt und den Fußboden legt, während die Stukkatureschalung (s) und der Plafond (PP') von einer zweiten Balkenlage, den Fehlträmen (F), getragen werden. Diese können wesentlich schwächer sein.

Da bei kostbaren Plafonds eine Tramdecke heute nicht mehr gemacht wird, so haben die Fehlträme nur einen historischen Wert.

6. Windel- oder Wickelböden.

Die Schuttschalung wird hier ersetzt durch 3—5 cm starke Holzstangen (Staken), welche mit seilartigen Strohbindeln umwickelt werden, die man vorher in Lehmbrei getaucht hat. Die umwickelten Stangen werden nebeneinander gelegt und mit Lehmbrei über-gossen.

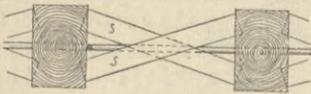
Diese Decken sind in Deutschland sehr gebräuchlich.

7. Spannbohlen.

Um die Träme untereinander zu versteifen, schaltet man zuweilen zwischen ihnen 3—5 cm starke und 7—10 cm breite Spannbohlen (S, Abb. 845) ein.

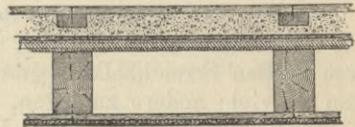
Spannbohlen.

Abb. 845.



I. Gestreckter Windelboden.

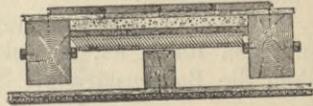
Abb. 842.



II. Halber Windelboden.

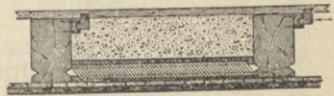
(Mit Fehlträmen.)

Abb. 843.



III. Ganzer Windelboden.

Abb. 844.

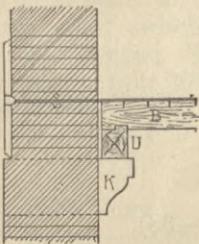


8. Besondere Tramaufleger.

Wenn ein Mauerabsatz nicht vorliegt, und die Mauer nicht durch Eingreifen der Träme geschwächt werden soll, so muß man Tramaufleger nach den Abb. 846—848 schaffen.

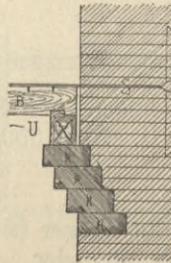
I. Steinkonsole K.

Abb. 846.



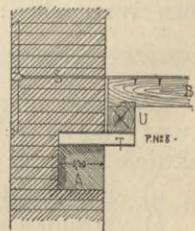
II. Konsolsteine k.

Abb. 847.



III. Konsolträger T.

Abb. 848.

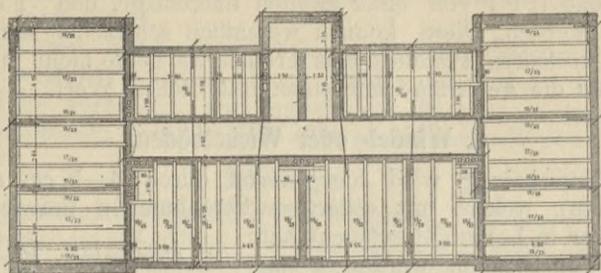


B Deckenbalken, Tram. — U Unterlagsbalken, Schweller, Rastbalken. — S Schließe. A Auflagerstein.

9. Austeilung der Träme.

Balkenlagen.

Abb. 849.



Neben die Mauern, die den Trakt abschließen, und beiderseits neben jede Scheidemauer u. dgl. ist je ein Tram zu legen, falls man nicht an diese Stellen Streichbalken gibt (Abb. 834). Zwischen diese Träme sind dann so viele andere zu legen, daß deren Entfernung, das gewünschte Maß ($< 90 \text{ cm}$) nicht überschreitet. Dann teilt man die erforderlichen Wechsel aus.

In die gewöhnlichen Pläne werden die Balkenlagen nicht eingezeichnet. Dies geschieht nur, wenn es unbedingt notwendig ist. Es empfiehlt sich dann, die Träme braun oder (wenn nur in schwarz gearbeitet wird) strichliert einzuzichnen.

Gewöhnlich gibt man nur durch konventionelle Zeichen in den Grundrissen jeden Raum an, in welcher Richtung die Träme liegen und schreibt daneben die Balkenstärken. Solche Zeichen sind:

$$\begin{array}{c} 18/24 \\ \hline \hline \end{array} \qquad \begin{array}{c} 18/24 \\ \hline \hline \rightarrow \end{array}$$

Die größte zulässige Tramentfernung ist ebenfalls anzugeben.

10. Große Trakttiefen und schwere Belastungen.

Falls ein Raum mit einer sehr großen Trakttiefe oder einer sehr schweren Belastung durch eine Tramdecke überdeckt werden soll, müßten ungemein starke Träme verwendet werden. Um so mehr würde dies der Fall sein, wenn sowohl die Trakttiefe als auch die Belastung besonders groß wären. Um aber mit gewöhnlichen Trämen auszulangen, ist folgendermaßen vorzugehen:

I.

Man legt in größeren Abständen, gewöhnlich auf die Fensterpfeiler, Hauptträger (Unterzüge U, Abb. 850 u. 851), u. zw. je nach der Trakttiefe und der Belastung:

- a) einfache Holzbalken,
- b) verzahnte oder verdoppelte Träger (siehe S. 35—38),
- c) armierte Träger (siehe S. 46) oder
- d) eiserne Träger — am besten

und auf diese, quer zu ihnen die Deckenträme (D, Abb. 850 und 851).

Abb. 850.

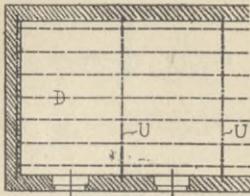


Abb. 851.

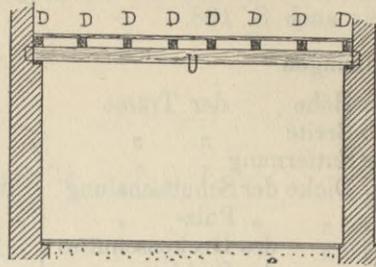
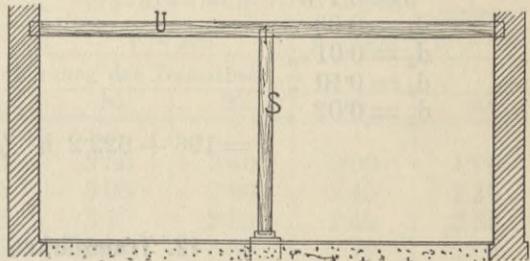


Abb. 850: Der letzte Träger links liegt in der (30 cm dicken Nachbar-)Mauer. Oft gibt man dorthin ein \square -Eisen, es ist aber gewöhnlich ein Γ -Träger besser.

II.

Bei sehr großen Spannweiten oder sehr schweren Belastungen sind diese Unterzüge (U, Abb. 852) durch hölzerne oder eiserne Stützen (Ständer, Stiele, Säulen) so zu unterstützen (S, Abb. 852), daß die freien Längen der Unterzüge ca. 4 m betragen.

Abb. 852.



Auf U liegen die Trämer usw.

Abb. 853.

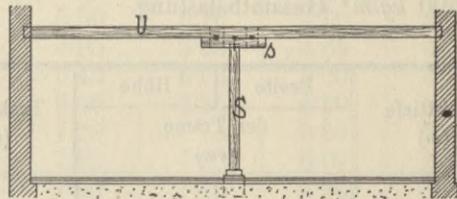
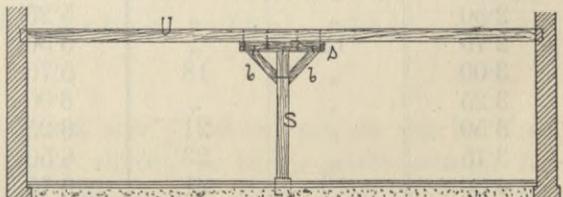


Abb. 854.



Wenn diese Holzstützen durch mehrere Geschosse durchlaufen, so muß man vermeiden, sie auf horizontale Balken zu stellen, weil sonst die Konstruktion sich zu sehr setzen würde, da das Hirnholz sich stark in quer dazu liegende Fasern preßt.

III.

Die Spannweite der hölzernen Unterzüge läßt sich noch mehr verringern, indem man zwischen sie und die Stützen Sattelhölzer (s, Abb. 853) legt;

IV.

noch mehr, indem man diese beiderseits durch (gewöhnlich 1 m weit ausladende) Büge (Kopfbänder b, Abb. 854) versteift.

11. Eigengewicht.

Sie auch S. 198.

Bezeichnungen

h	Höhe	der Träme	} in m
b	Breite	" "	
e	Entfernung	" "	
d ₁	Dicke der Schutzschalung	" "	
d ₂	" "	Putz- "	
d ₃	" "	des Deckenschuttes	
d ₄	" "	der Stukkaturung	
γ ₁	= 800 kg/m ³	spezifisches Gewicht des Holzes	
γ ₃	= 1400 "	" " " "	Schuttes
γ ₄	= 1200 "	" " " "	der Stukkaturung
g	Eigengewicht der Tramdecke ausschl. Fußboden (kg/m ²)		

$$g = \left(\frac{b h}{e} + d_1 + d_2 \right) \gamma_1 + d_3 \gamma_3 + d_4 \gamma_4$$

Für e = 0.90 m

b = 0.7 h

d₁ = 0.03 md₂ = 0.01 "d₃ = 0.10 "d₄ = 0.02 "

$$g = 196 + 622.2 h^2 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

12. Tramstärken

für eine Inanspruchnahme auf Biegung $k = 70 \text{ kg/cm}^2$,
10fache Sicherheit und
500 kg/m² Gesamtbelastung.

Trakttiefe (m)	Breite	Höhe	Trakttiefe (m)	Breite	Höhe
	der Träme (cm)			der Träme (cm)	
2.00	10	13	4.75	18	24
2.25	"	16	5.00	"	26
2.50	"	"	5.25	"	"
2.75	13	"	5.50	21	"
3.00	"	18	5.75	"	"
3.25	"	"	6.00	"	28
3.50	"	21	6.25	"	"
3.75	"	23	6.50	23	"
4.00	16	21	6.75	"	29
4.25	"	24	7.00	"	31
4.50	18	"			

Statische Berechnung.

Bezeichnungen:

b Breite der Träme (cm)

h Höhe " " "

e Entfernung der " (m)

l Trakttiefe " "

g Eigengewicht der Decke (kg/m²)

p Nutzlast " " "

q Gesamtlast " " "

$$q = g + p$$

k zulässige Inanspruchnahme des Holzes bei Biegung (kg/cm²)

M Biegemoment (kgcm)

Damit der Tram die größte Tragfähigkeit hat, ist zu machen

$$b = 0.7 \dots \dots \dots (1)$$

Das Biegemoment

$$M = \frac{100}{8} q e l^2 = \frac{1}{6} b h^2 k \dots \dots \dots (2)$$

Aus (1) und (2) folgt

$$h^3 = \frac{750}{7} e l^2 \frac{q}{k}$$

Für $e = 0.90 \text{ m}$

$$k = 70 \text{ kg/cm}^2$$

ergibt sich:

$$h^3 = \frac{135}{98} q l^2 = 1.37755 q l^2$$

Wohnräume: $g_1 = 250 \text{ kg/m}^2$

$$p_1 = 250 \text{ "}$$

$$q_1 = 500 \text{ "}$$

$$h_1^3 = \frac{33750}{49} l^2 = 688.775 l^2$$

Dachräume: $g_2 = 250 \text{ kg/m}^2$

$$p_2 = 150 \text{ "}$$

$$q_2 = 400 \text{ "}$$

$$h_2^3 = \frac{27000}{49} l^2 = 551.02 l^2$$

Stärke der Schuttchalung.

$$M = \frac{1}{8} q e^2 = \frac{1}{6} d^2 k$$

$$d^2 = \frac{3}{4} \frac{q e^2}{k} = \frac{3}{280} q e^2 = 0.0107 q e^2$$

$$\text{Wohnräume: } d_1^2 = \frac{75}{14} e^2 = 5.357 e^2$$

$$\text{Dachräume: } d_2^2 = \frac{30}{7} e^2 = 4.285 e^2$$

Da die Schalung kontinuierlich über die Träger läuft, genügen geringere Stärken.

13. Konstruktionsstärke H_c .

Schutt	≥ 8 cm	
Fugendeckleisten	2 "	
Schuttchalung	3 "	13 cm
Stukkatureschalung ≥ 1 cm		
Stukkaturung	2·5 "	3·5 " 16·5 cm

Tramhöhe h
 Fußbodenstärke f
 $H_c = 16·5 \text{ cm} + h + f =$
 $= (29·5 \dots 48) + f =$
 $= 32 \dots 53 \text{ cm}.$

Bei versenkten Tramböden ist
 $H_c' = H_c - 5 \text{ cm} =$
 $= 27 \dots 48 \text{ cm}.$

§ 2. Traversen-Tramdecke.

Träme zwischen eisernen Trägern.

Die Träme werden von eisernen, in der Regel gewalzten I-Trägern (Traversen) getragen, die auf den Hauptmauern ruhen. Die Decke zwischen diesen Trägern wird wie eine Tramdecke (siehe § 1) hergestellt.

Die Träme liegen

1. auf den Unterflanschen (Abb. 856): wenn man einen horizontalen Plafond haben will, bei Wohnhäusern u. dgl. — Einschubdecken.

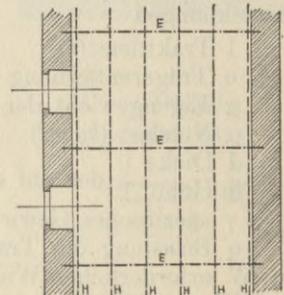
Die Tramköpfe sind auszuschneiden, damit ihre Unterflächen mit denen der Träger in einer Ebene liegen.

Zwei gegenüberliegende Träme verbindet man durch Klammern (K), um ein Verschieben zu hindern. Deswegen werden sie auch gegen die Träger verkeilt.

2. Auf den Oberflanschen (Abb. 857): wo eine untere Verschalung entfallen kann, bei Fabriken, Magazinen u. dgl.

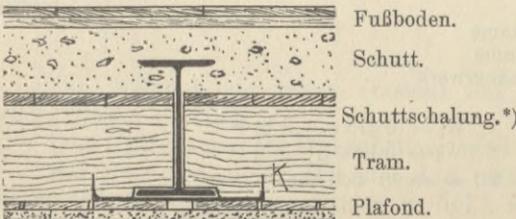
Da hier die Träger frei liegen, so ist diese Anordnung nicht nur minder schön, sondern auch weniger feuersicher und erfordert eine größere Konstruktionshöhe.

Abb. 855.



E Eiserne Träger.
H Hölzerne Träger.

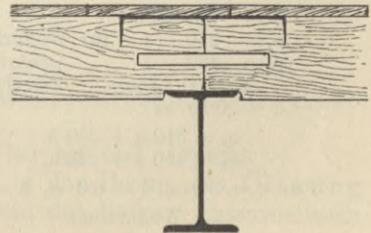
Abb. 856.



Fußboden.
Schutt.
Schuttchalung.*)
Tram.
Plafond.

K Zimmermannsklammer.

Abb. 857.



*) Über die Fugen der Schuttchalung kommen noch Fugendeckleisten.

Die Trägerentfernung macht man ca. 2·5 m.

Am besten legt man die Träger auf die Mitten der Fensterpfeiler.

Bei Deckenöffnungen sind an deren Ränder Träger zu legen.

Lampenwechsel sind erforderlichenfalls vorzusehen.

Wenn die Träger infolge von Maueröffnungen (Türen, Fenster usw.) nicht durch Mauerwerk unterstützt sind, so muß man sie auf eiserne Querträger legen.

Die Deckenträger können auch gleichzeitig zur Unterfangung von Scheidemauern u. dgl. benützt werden.

Vorzüge dieser Deckenkonstruktion gegenüber der gewöhnlichen Tramdecke:

1. geringere Konstruktionshöhe, weil schwächere Träme;
2. schwächere Mauern, da diese durch alle Geschosse hindurch gleich stark sein können (siehe S. 143); dadurch Ersparnis an Mauerwerk und an Baukosten;
3. bessere Verankerung und Verspannung der Mauern;
4. größere Tragfähigkeit;
5. Sicherheit gegen Fäulnis, da die Balkenköpfe nicht auf der Mauer liegen, sondern auf den Trägern;
6. Rauchfangwechsel entfallen.

Bei hohen und besseren Gebäuden wird man diese Decken Tramdecken vorziehen.

Trägerstärken.

Bezeichnungen:

l Trakttiefe (m)

e Trägerentfernung (m)

g Eigengewicht der Tramdecke einschl. Träger (kg/m^2)

p Nutzlast (kg/m^2)

d Dicke

h Höhe

γ spezifisches Gewicht derselben (kg/m^3)

q Belastung des Trägers (kg/m)

W erforderliches Widerstandsmoment des Trägers (cm^3)

k = 1000 kg/cm^2 dessen zulässige Inanspruchnahme bei Biegung

$$q = e(g + p) + \gamma d h$$

$$W = \frac{100 l^2}{8 k} q = \frac{l^2}{80} [e(g + p) + \gamma d h]$$

Beispiel.

$$g = 260 \text{ kg/m}^2$$

$$p_1 = 250 \text{ " für Wohnräume}$$

$$p_2 = 150 \text{ " " Dachräume}$$

$$\gamma = 1600 \text{ kg/m}^3 \text{ " Ziegelmauerwerk}$$

$$d = 0.15 \text{ m}$$

$$q_1 = 510 e + 240 h$$

$$W_1 = (6.375 e + 3 h) l^2$$

$$q_2 = 410 e + 240 h.$$

$$W_2 = (5.125 e + 3 h) l^2$$

Für $e = 3.0 \text{ m}$, $l = 6.0 \text{ m}$, $h = 4.0 \text{ m}$ ergibt sich für:

Wohnräume

Dachräume

$$q_1 = 2490 \text{ kg/m}$$

$$q_2 = 2190 \text{ kg/m}$$

$$W_1 = 31.125 l^2 \text{ cm}^3$$

$$W_2 = 27.375 \text{ cm}^3$$

I Nr. 40

I Nr. 35

falls $h = 0.0 \text{ m}$ ist:

$$q_1' = 1530 \text{ kg/m}$$

$$W_1' = 19.125 \text{ cm}^3$$

I Nr. 30

$$q_2' = 1230 \text{ kg/m}$$

$$15.375 \text{ cm}^3$$

I Nr. 28

§ 3. Dippelböden.*)

Die Deckenkonstruktion bilden unmittelbar nebeneinander („Mann an Mann“) liegende Balken, die Dippelbäume, die aus Tannen- oder Fichtenholz hergestellt werden und unten und an beiden Seiten eben zugehauen oder zugesägt, oben aber nur von der Rinde und dem Baste befreit (baumwälgig gelassen) werden. Man verbindet sie miteinander durch etwa 2 m entfernte Dippel* (D, Abb. 858) aus Eichenholz (verdoppelt sie).

Vor die Balkenköpfe stellt man, um den Zutritt der Mauerfeuchtigkeit zu verhindern:

- a) trocken verlegte, aufrecht stehende Dachziegel (Z, Abb. 858) oder
- b) einen 1—2 cm starken Hirnladen aus Schwarzföhren-, besser aus Lärchenholz.

Abb. 858.
Längsschnitt.

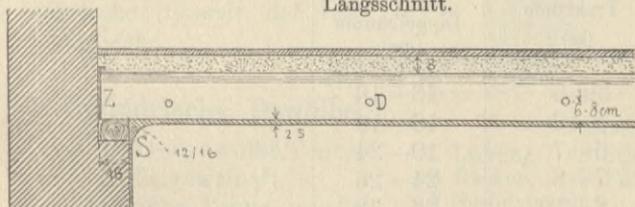
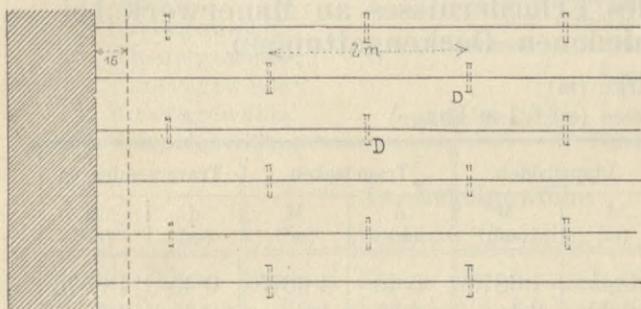


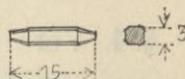
Abb. 859.
Querschnitt (Mitte).



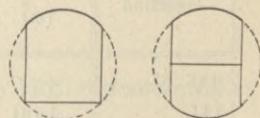
Abb. 860.
Grundriß.



Dippel.
Abb. 861.



Ganzholz- Halbholz-
Dippelbäume.
Abb. 862. Abb. 863.



Die Balkenköpfe ruhen (rasten) auf Rastschließen oder Rastladen (siehe S. 203).

Die Unterfläche der Dippelbäume wird berohrt und verputzt.

Bei Rauchfängen (R) und dort, wo in der Decke eine Öffnung (O) zu lassen ist (Treppe, Aufzug u. dgl.), sind die Balken auszuwechseln (WW, Abb. 864).

*) Außer Dippel finden sich auch noch die Schreibweisen: Diebel, Dübel usw.

Die Dippelbäume verlegt man, von beiden Enden des Raumes^v ausgehend, gegen dessen Mitte zu. Damit man den letzten Dippelbaum einbringen kann, steckt man seine Dippel schief von oben ein (L, Abb. 859).

Auswechslung.

Abb. 864.

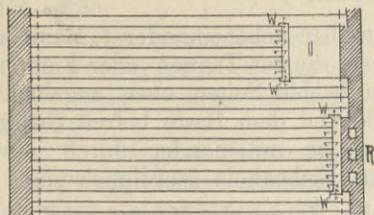
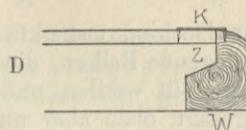


Abb. 865.



D Dippelbaum
W Wechsel
K Klammer.

Die Dippeldecken erfordern einen großen Aufwand an Mauerwerk, da bei ihnen die Mauern in jedem Geschoße um $\frac{1}{2}$ Stein verstärkt werden müssen; sie sind sehr schwer und die Balkenköpfe unterliegen leicht dem Faulen. Sie sind daher nicht zu empfehlen.

Trakttiefe (m)	Höhe der Dippelbäume (cm)
bis 5	13—16
5—6	16—19
6—7	19—24
7—8	24—26
8—10	26—32

Die Breite ist beliebig.

§ 4. Vergleich des Erfordernisses an Mauerwerk bei verschiedenen Deckengattungen.

d = Mauerstärke (m)

M = Mauermasse (m^3 f. 1 m Länge)

Geschoß	Höhe (m)	Dippelböden		Tramdecken		Traversendecken	
		d (m)	M (m^3)	d (m)	M (m^3)	d (m)	M (m^3)
IV. Stock	3.75	0.45	1.6875	0.45	1.6875	0.45	1.6875
III. "	4.00	0.60	2.4	0.45	1.8	0.45	1.8
II. "	4.25	0.75	3.1875	0.60	2.5	0.45	1.9125
I. "	4.50	0.90	4.05	0.60	2.7	0.45	2.025
Erdgeschoß	6.00	1.05	6.3	0.75	4.5	0.60	3.6
Keller	4.00	1.20	4.8	0.90	3.6	0.75	3.0
Fundament	0.50	1.35	0.675	1.05	0.525	0.90	0.45
Summen		D = 23.1		T = 17.3125		T ₁ = 14.475	

$$D - T = 5.7 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$D - T_1 = 7.6 \text{ "}$$

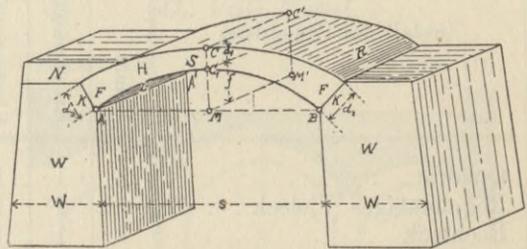
$$T - T_1 = 2.8 \text{ "}$$

II. Kapitel.

Gewölbe.

Die Gewölbe haben eine sehr große Tragfähigkeit, sind ungemein widerstandsfähig, feuersicher, wärme-, kälte- und schalldicht und haben ein schönes, monumentales Aussehen.

Abb. 866.



1. Einteilung.

Sie erfolgt nach der geometrischen Gestalt der Laibungsfläche.

I. Zylindrische Gewölbe.

1. Tonnengewölbe, Tonne, Kufengewölbe²⁾.
- 1a. flache Tonne, preußisches Kappengewölbe²⁾ preußische Kappe, Platzel³⁾.
2. Kreuzgewölbe.
3. Klostersgewölbe, Kappengewölbe¹⁾.
4. Muldengewölbe.
5. Spiegelgewölbe.

Bezeichnungen:

- | | | |
|--------------------------------|---|-----------------|
| L Laibung. | S Scheitel. | H Haupt, Stirn. |
| R Rücken. | F Fuß. | K Kämpfer. |
| N Nachmauerung. | W Widerlager. | |
| | C C' Scheitellinie des Rückens. | |
| | C ₁ C' ₁ " der Laibung. | |
| | A A', B B' Anlauf. | |
| | A C ₁ , B Gewölbbogen. | |
| | MM' Gewölbachse. | |
| s Spannweite, Lichtweite. | f Pfeilhöhe, Pfeil. | |
| | $\frac{f}{s} = \frac{1}{n}$ Pfeilverhältnis. | |
| d ₁ Scheitelstärke. | d ₂ Kämpferstärke. | |
| | W Widerlagerstärke. | |

I a. Kegelfewölbe

(konische Gewölbe).

Sie führen dieselben Namen wie die analogen zylindrischen Gewölbe und werden so wie diese konstruiert und ausgeführt.

II. Sphärische Gewölbe.

Die Laibungsfläche ist ein Teil einer Kugel oder eines (ei- oder linsenförmigen Rotations- oder dreiachsigen) Ellipsoids, Paraboloids u. dgl.

1. Kuppel.
2. Platzel.

¹⁾ Nur in Österreich gebräuchlicher Name.

²⁾ In Deutschland

³⁾ In der Praxis benützter Name.

- a) volles Platzel, böhmisches Platzel ¹⁾, böhmisches Gewölbe²⁾, Hänge- oder Stutzkuppel ²⁾.
 b) flaches Platzel, preußisches Platzel ¹⁾, böhmisches Kappengewölbe²⁾.

III.

Der mittelalterlichen Architektur *) eigentümlich sind:

Rippengewölbe, Trichtergewölbe, Fächergewölbe, Palmengewölbe, normanisches oder Hängengewölbe, Sterngewölbe, Netzgewölbe.

2. Geeignete Gewölbeart.

Gestalt des Grundrisses	Tonne	Kreuzgewölbe	Klostergewölbe	Muldengewölbe	Spiegelgewölbe	Kuppel	Platzel	
							böhmisches	preussisches
Quadrat	1	1	1	—	1	1	1	1
Regelmäßiges Vieleck	—	1	1	—	1	1	1	1
Rechteck	1	1	1	1	1	1	1	1
„ , langgestrecktes	1	—	—	1	1	—	—	—
„ mit großen Seitenlängen	—	—	—	—	1	—	—	—
Kreis, Ellipse	—	—	—	—	—	1	—	—
Unregelmäßiges Vieleck	—	1	1	—	1	—	1	1

Ist ein im Verhältnis zur Höhe sowohl der Länge als auch der Tiefe nach sehr großer Raum zu überdecken, so zerlegt man ihn durch Pfeiler oder Säulen, die mit Bögen verbunden werden, in kleinere Felder und wölbt diese für sich ein. Auf diese Weise wurden zahlreiche Hallen, Vestibüle usw. geschaffen [867—869].

3. Herstellung der Gewölbe.

Im Gegensatz zu dem Mauerwerk der Wände, den Mauern, das man gerades oder aufgehendes nennt, heißt man die Gewölbe auch schwebendes Mauerwerk.

Die Gewölbe werden erst dann ausgeführt, wenn das Gebäude schon unter Dach ist, damit nicht Regenwasser auf sie kommt, und nicht herabfallende Balken u. dgl. Beschädigungen hervorrufen können.

Die Füßel (F, Abb. 877) werden schon mit dem aufgehenden Mauerwerk hergestellt. Die Nachmauerung oder Hintermauerung (N, Abb. 877) ist als gerades Mauerwerk oder als Ziegelbeton aufzuführen.

¹⁾ Nur in Österreich gebräuchlicher Name.

²⁾ In Deutschland

*) Siehe Ungewitter: Lehrbuch der gotischen Konstruktionen.

Gurtbögen sind anzulegen:

1. wenn über dem Gewölbe eine Mauer steht, die unten fehlt: unter dieser, da man niemals Mauern auf Gewölbe stellen darf, ausgenommen leichte Scheidemauern auf Wölbungen mit kleinen Spannweiten.

2. zur Unterteilung langer Laibungen in kleinere Felder. Dann soll man die Gurten so austeilen, daß sie auf den Fensterpfeilern liegen.

3. zur Verspannung der Hauptmauern und Pfeiler gegeneinander.

Pfeilervorlagen (auch Stützen genannt) (V, Abb. 881, 882) unter den Anläufen der Gurten macht man:

1. wenn das Widerlager für den Schub der Gurte zu schwach wäre, als Verstärkung der Widerlager. Die Größe der Vorlage richtet sich nach der Stärke des Schubes.

Bei den gotischen Gewölben, wo die Wölbungen nur geringe Schübe auf die Mauern äußern, die Gurten (Rippen) aber sehr große, müssen diese durch starke Pfeiler, die oft noch besonders zu versteifen sind, aufgenommen werden.

2. wenn es sich empfiehlt durch solche Vorlagen die Spannweite der Gurte zu verringern.

3. bei halbkreisförmigen, elliptischen oder Korbogengurten als Stütze des Gurtenanlaufes [877].

Gewöhnlich wölbt man mit Ziegeln. Man muß aber fest gebrannte, gute, harte Ziegel verwenden. Quadern benützt man nur, wenn durchgehends Hausteine verwendet werden. Bruchsteine werden nur ausnahmsweise verwendet, dann aber feste und lagerhafte. Auch bei Bruchsteinmauerwerk soll man die Gurten und Gewölbe aus Ziegeln herstellen sehr gut eignet sich Beton (Zementkiesstampfbeton) und noch mehr Eisenbeton.

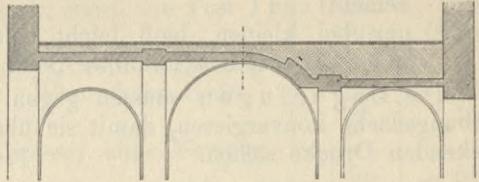
Wenn ein Gewölbe nicht aus konstruktiven, sondern vorzugsweise aus ästhetischen Gründen angelegt wird, so stellt man es gern, statt durch eine eigentliche Wölbung, durch ein mit Mörtel beworfenes, durch Eisenstäbe gut versteiftes (Rabitz-)Drahtnetz her und bringt darüber eine gewöhnliche Deckenkonstruktion zur Aufnahme der Fußbodenlast an. Die komplizierten Gewölbe macht man heute lieber derart als durch wirkliche Wölbungen,

I. Volle Tonnen- und Kreuzgewölbe.

Abb. 867.

Schnitt AB.

Schnitt CD.



II. Volle Platzel.

Abb. 868.

Schnitt A B.

Schnitt C D.

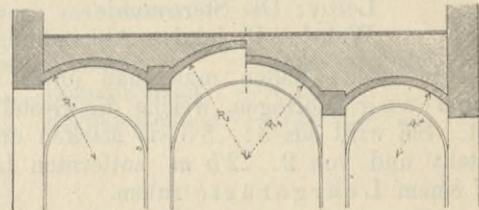
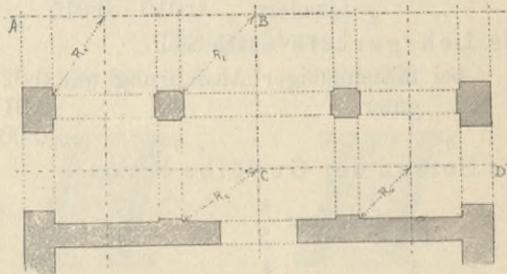


Abb. 869.

Grundriß zur Abb. 867 u. 868.



da sie so billiger kommen und nicht geübte Arbeiter und sorgsame Ausführung erfordern.

Als Mörtel verwendet man:

- a) gewöhnlich verlängerten Zementmörtel (1 Kalkbrei + $\frac{1}{2}$...1 Portlandzement + 3—5 Sand);
- b) bei großen Spannweiten oder schweren Belastungen reinen Zementmörtel (auf 1 m³: 0·3 m³ Sand + 10 kg Portlandzement) und
- c) nur bei kleinen, bloß leicht belasteten Gewölben Weißkalkmörtel (auf 1 m³: 0·30 m³ Sand + 0·10 m³ gelöschter Weißkalk).

Die Lagerfugen müssen gegen den Krümmungsmittelpunkt der Laibungsfläche konvergieren, damit sie überall normal zu dem im Gewölbe wirkenden Drucke stehen.

Über **Steinschnitt** siehe:

Ringleb: Lehrbuch des Steinschnittes.

Adhémar: Die Lehre vom Steinschnitte.

Leroy: Die Stereotomie.

Wehrle: Projektive Abhandlung über Steinschnitt.

In vielen Fällen muß man unter der Laibung des Gewölbes eine Schalung anbringen, welche die Gestalt der Laibung als Form (Lehre) gibt. Sie wird aus 3...3·5 cm starken und 3...5 cm breiten Latten hergestellt und von 2...2·5 m entfernten Lehrbögen getragen, welche auf einem Lehrgerüste ruhen.

Wegen des Setzens nach dem Ausrüsten muß man die Lehrbögen überhöhen:

bei Ziegeln um 0·005—0·007 der Spannweite

„ Quadern „ 0·010—0·015 „ „

Die Lehrgerüste setzen sich

bei mittelmäßiger Ausführung um	0·02 (s—f)	}	bei hängenden Gerüsten
„ guter	„ „ 0·01 (s—f)		
„ „	„ „ 0·005 (s—f)			„ stehenden „

Das Setzen der Gewölbe beträgt:

$$\frac{s}{114} \text{ falls } f = \frac{s}{2}$$

$$\frac{s}{100} \text{ „ } f < \frac{s}{2}$$

Man wölbt von den Kämpfern gleichmäßig gegen den Scheitel und treibt dort keilförmig zugehauene Ziegel fest ein.

Über das vollendete Gewölbe gibt man einen Mörtelguß.

Das Ausrüsten erfolgt erst, wenn der Mörtel vollständig erhärtet ist, und ist so vorzunehmen, daß keine jähen Erschütterungen stattfinden: allmählich, nicht ruckweise. Deswegen muß man die Lehrbögen vorher sachte lüften; das geschieht mittels Keilen, Sandtöpfen, Sandsäcken, Schrauben u. dgl. Man soll die Lehren so lange als möglich stehen lassen.

Asphaltfilzplatten zum Abdecken der Gewölbe: 1·0—1·3 cm dick, 81 cm breit, 3—4 m lang, 15—17 kg/m² schwer. Übergriff: 8—10 cm. Darüber kommt ein Überzug aus Steinkohlenteer- und Asphaltmischung.

Erfordernis für Gewölbe.

Gewölbegattung	Ziegel	Mörtel
	Stück	Liter
Tonnengewölbe, $\frac{1}{2}$ Stein stark, bis 4 m Spannweite, einschl. Hintermauerung	95	70
desgl. 1 Stein stark	190	140
elliptische Tonne, $\frac{1}{2}$ Stein stark, sonst wie Post 1 desgl. 1 Stein stark	90	65
Kreuzgewölbe, halbkreisförmig, $\frac{1}{2}$ Stein starke Kappen, $1\frac{1}{2}$ Stein starke und 1 Stein hohe Grate . desgl., aber gedrückt	180	130
flache Tonnen (preußische Kappen) ohne Verstärkungsrippen	125	90
$1\frac{1}{2}$ Stein breite und 1 Stein hohe Rippen	95	70
	75	55
	82	60

1 m³ Ziegelgewölbemauerwerk erfordert:

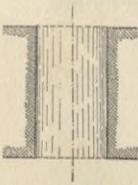
290 Ziegel + 0·12 m³ Weißkalk + 0·24 m³ Sand
 0·11 " Romazement + 0·26 " "
 0·09 " Portlandzement + 0·26 " "

§ 1. Tonnengewölbe.

Tonne, Kufengewölbe ¹⁾.

1. Gerade Tonne.

Abb. 870.

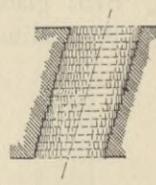


2. Schiefe Tonne.

Abb. 871.



Abb. 872.



3. Ansteigende Tonne.

Abb. 873.

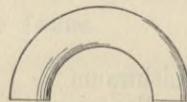


Abb. 874.



4. Bogenförmige Tonne.

Abb. 875.



5. Ringförmige Tonne.

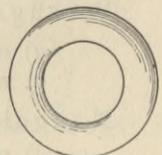
(Ringgewölbe.)
Abb. 876.

Abb. 871: Die Tonne besteht aus nebeneinanderliegenden Bögen.
 Abb. 872: Zur Unterwölbung von Treppenarmen, Rampen u. dgl.

¹⁾ In Deutschland üblicher Name.

I. Arten der Tonnengewölbe.

Die Einteilung erfolgt nach der Gestalt der Leitlinie (Wölblinie).

1. Volle oder halbkreisförmige Tonne.

$$f = \frac{s}{2}$$

Die Leitlinie ist ein Halbkreis.

Vorzüge:

- a) größere Tragfähigkeit
b) schöneres Aussehen } als (2),
monumentale Wirkung.

Mangel: viel Verlust an Licht-
raum.

Verwendung: Vestibüle, Gänge
u. dgl.

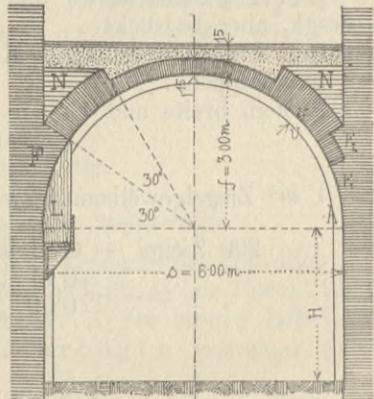
Die Lichthöhe des Scheitels soll
 $= s \dots 2s$ sein, sonst ergäbe sich kein
schönes Aussehen.

Die Fußel werden bis auf 30° vom
Anlauf horizontal herausgemauert.

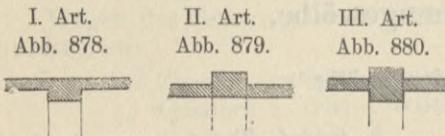
Volle Tonne.

Abb. 877.

Querschnitt.



Anordnung der Gurten.



F, F₁, F₂ Gewölbfußel. Links: I. Art.,
rechts: II. Art. L Lehrbrett (Schab-
blone). A Anlauf v Gurtvorsprung
≙ 5 cm. N Nachmauerung. H Höhe
des Widerlagers.

Abb. 878: schwächste Schuttschichte.

„ 879: glatte Laibung, aber stärkste Schuttschichte.

„ 880: Mittel zwischen Abb. 878 u. 879.

2. Gedrückte Tonne.

$$f < \frac{s}{2}$$

Die Leitlinie ist eine Ellipse, ein Korbbogen, ein Segmentbogen
seltener eine Parabel u. dgl.

Gewöhnlich macht man die Pfeilhöhe $f = \frac{s}{3} \dots \frac{s}{5}$.

Vorzüge:

- a) mehr Lichtraum
b) weniger Mauermasse, daher billiger

Mängel:

- a) minder schön
b) größerer Horizontalschub auf die Widerlager

} als (1)

Verwendung:

- a) wenn nur eine kleine Pfeilhöhe ($f < \frac{s}{2}$) möglich ist, also bei geringer Lichthöhe, wo die Anläufe der vollen Tonne zu nahe dem Boden wären;
- b) wenn ein elliptisches u. dgl. Profil architektonisch gefordert wird.

Segmentförmige Tonne.

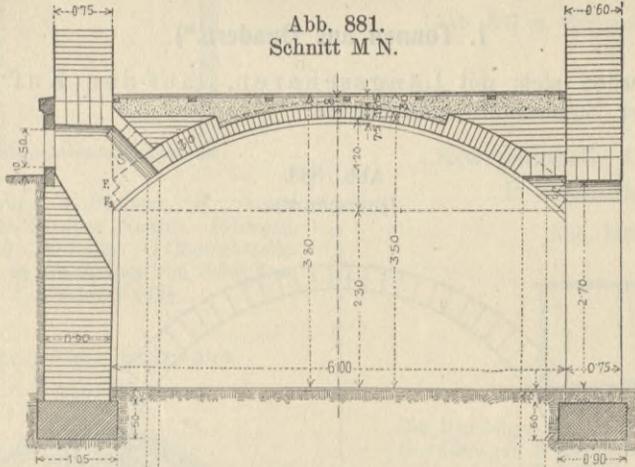
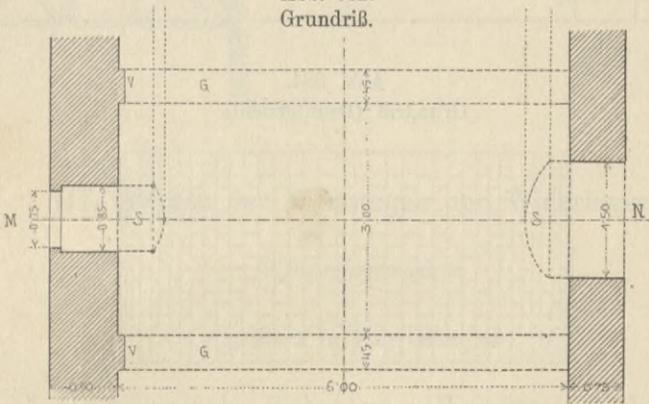


Abb. 882.
Grundriß.



F₁ F₂ Füßel. — S Stüchkappe. — G Gurte. — V Vorlage.

3. Überhöhte Tonne.

$$f > \frac{s}{2}$$

Die Leitlinie ist eine Ellipse, ein Korbbogen, eine Parabel u. dgl., in der gotischen Architektur ein Spitzbogen.

Überhöhte Tonnen werden selten verwendet.

II. Herstellung.

Bei langen Tonnen macht man Verstärkungsgurten (G, Abb. 878—879) von 45×45 cm Stärke in Entfernungen von etwa 3 m, am besten bei den Fensterpfeilern.

Bei sehr langen Tonnen, deren Laibung nicht durch Gurten unterbrochen ist (Abb. 878), sondern glatt durchläuft, gibt man der Scheitellinie einen Stich von $\frac{1}{20}$ der Länge, weil es sonst aussehen würde, als ob sich die Mitte gesenkt hätte.

1. Tonnen aus Quadern.*)

Sie werden stets mit Längsscharen, „auf den Kuf“, gewölbt, weil dann der Steinschnitt einfacher ist.

Abb. 883.
Querschnitt.

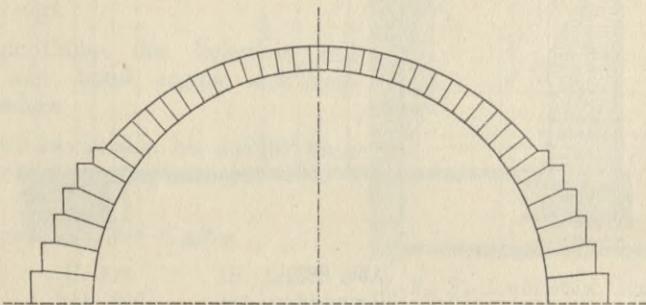
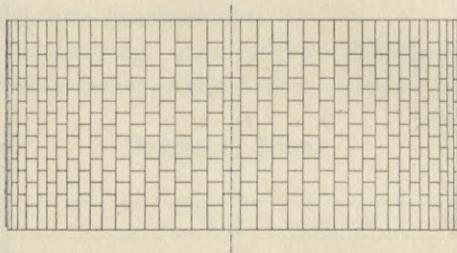


Abb. 884.
Grundriß (Druntersicht).



2. Tonnen aus Ziegeln.

I. Wölbung mit Längsscharen, genannt „auf den Kuf“ (wie Abb. 883 u. 884): erfordert Schalung und Lehrgerüste, ist daher teurer als II und III, aber nicht besser.

II. Wölbung mit Schrägscharen, genannt „auf den Schwalbenschwanz“ besser als I; Schalung und Einrüstung sind entbehrlich (Abb. 893 u. 894).

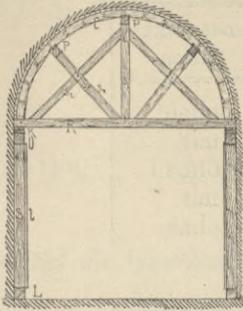
III. Wölbung mit Querscharen, genannt „Wällische (italienische) Einwölbung“ (Abb. 895): noch besser als II.

*) Über Steinschnitt siehe S. 220.

Lehrgerüste für Tonnengewölbe.

1. Für gewöhnliche Spannweiten.

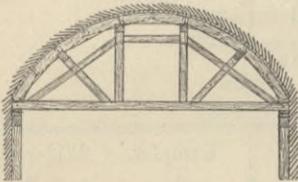
Abb. 885.



C Schablone. P Pfetten. S₁ Säulen (Rössel). S₂ Streben (Reiter). R Riegel, Spannriegel. K Keile. O Oberschwelle. S Ständer in Abständen von 3 bis 4 m. L Unterschelle.

2. Für größere Spannweiten.

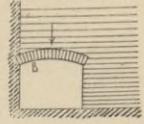
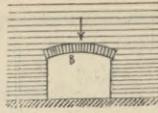
Abb. 886.



Öffnungen in Deckengewölben.

Abb. 887.

Abb. 888.

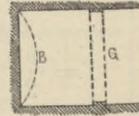


B Entlastungsbögen.

Abb. 887 u. 888 sind Grundrisse.

Konventionelle Darstellung in Grundrissen.

Abb. 889.



Die Gurtbögen G und die umgelegten Gewölbbögen B werden strichliert eingezeichnet; die B nur an den Enden der Gewölbe.

III. Stärken der Wölbungen und Widerlager.

Erfahrungszahlen.

Angaben in Ziegellängen.

1. Gewöhnliche Belastung (Wohnräume u. dgl.)

Spannweite s (m)	Gewölbstärke d		Verstärkungsgurten
	$f = \frac{s}{2}$	$f < \frac{s}{2}$	
bis 4	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	—
4—6·3	"	"	1 × 1
über 6·3	1	1 $\frac{1}{2}$	1 ... 1 $\frac{1}{2}$ × 1 $\frac{1}{2}$... 2

2. Starke Belastung (Magazine u. dgl).

Für $f = \frac{s}{2}$

Spannweite s (m)	Gewölbstärke d	Verstärkungs- gurten
bis 4	$1\frac{1}{2}$	ohne
4—5	"	mit
5—7	2"	ohne
7—9	"	mit
9—10	$2\frac{1}{2}$	ohne

3.

Falls die Höhe des Widerlagers $\leq 3 m$

Pfeilhöhe f	Scheitel- stärke d_1	Widerlagerstärke W , wenn das Widerlager	
		belastet	unbelastet
$f = \frac{s}{2}$	$\frac{s}{40}$	$\frac{s}{4}$	$\frac{s}{4}$ bis $\frac{s}{5}$
$f < \frac{s}{2}$	$\frac{s}{30}$	$\frac{s}{2}$ bis $\frac{s}{3}$	$\frac{s}{3}$ bis $\frac{s}{4}$

4. Nach Rondelet:

I. Ziegelgewölbe.

Das Widerlager erhebt sich bis	Scheitel d_1	Kämpfer d_2	Widerlager W
$\frac{s}{4}$ über den Anlauf	$\frac{s}{48}$	$\frac{s}{32}$	$\frac{s}{10}$
$\frac{s}{2}$ " " "		$\frac{s}{36}$	$\frac{s}{9}$
zum Scheitel des Rückens		$\frac{s}{48}$	$\frac{s}{11}$

Widerlagerstärke W .a) Falls die Höhe des Widerlagers $H \leq 5 m$

$f = \frac{s}{2}$	$f < \frac{s}{2}$		$f > \frac{s}{2}$
	$f \leq \frac{s}{4}$	$f > \frac{s}{4}$	
$\frac{s}{5.5} \dots \frac{s}{6}$	$\frac{s}{4} \dots \frac{s}{6}$	$\frac{s}{3.5} \dots \frac{s}{4}$	$\frac{s}{6} \dots \frac{s}{7}$
$\frac{s}{4} \dots \frac{s}{6}$	$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{4}$		$\frac{s}{5} \dots \frac{s}{6}$

Wenn bis zum Scheitel nachgemauert wird:

$$W = \frac{s}{8} \frac{3s - f}{s + f} + \frac{H}{7} + 0.3 \text{ m}$$

b) Falls die Höhe des Widerlagers $H' = 5 \text{ m} + h$

$$W' = W + \left(\frac{1}{6} \dots \frac{1}{8} \right) h$$

Fundamentstärke.

$$F = (1\frac{1}{4} \dots 1\frac{1}{3}) W$$

II. Bruchsteingewölbe.

Beträgt die Gewölbstärke für Ziegel d_z , so ist sie für Bruchsteine zu machen

$$d_b = (1.5 \dots 1.6) d_z$$

III. Quadergewölbe.

Belastung des Gewölbes	Stärke der Wölbung
keine	$\frac{s}{96} + 0.078 \text{ m}$
gewöhnliche (Wohnräume)	$\frac{s}{48} + 0.157 \text{ "}$
starke (Brücken)	$\frac{s}{24} + 0.314 \text{ "}$

§ 2. Flache Tonne.

Preußisches Kappengewölbe ¹⁾, preußische Kappe ¹⁾, Platzel ²⁾.

Man macht

$$\text{die Pfeilhöhe } f = \frac{s}{8} \dots \frac{s}{12}$$

$$\text{gewöhnlich} = \frac{s}{10}$$

$$\text{die Spannweite: } s \leq 3 \text{ m.}$$

Die Wölbung wird getragen von

1. Mauern von wenigstens $1\frac{1}{2}$ Stein Stärke.

Wenn zu beiden Seiten der Mauer flache Tonnen liegen, die Mauer nicht sehr hoch ist, und die Gewölbe nur schwach belastet sind und geringe Weiten haben, so kann die sie tragende Mauer auch 1 Stein stark sein.

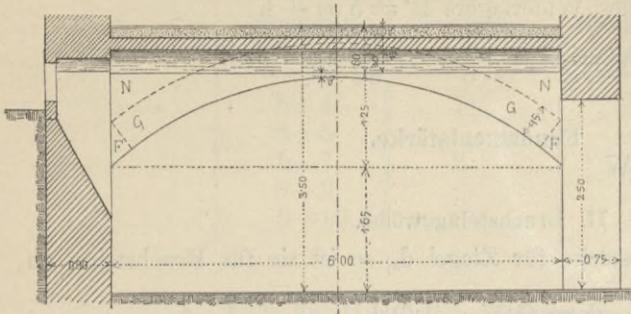
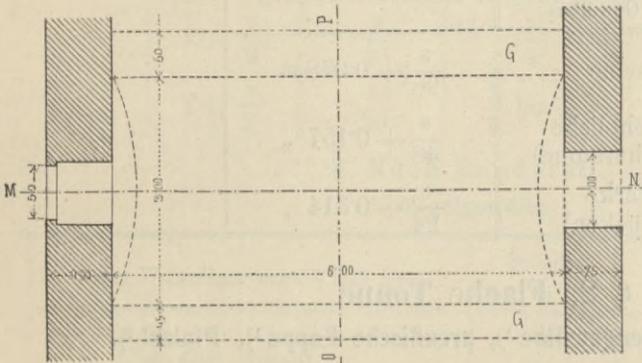
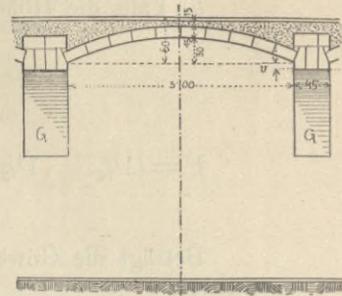
2. Gurten von $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$ Stein Stärke und $\frac{1}{3} \dots \frac{1}{5}$ Pfeilhöhe.

Der Vorsprung (Abb. 890) $\nu \geq 5 \text{ cm}$, je nach der Belastung und Spannweite der Wölbung.

¹⁾ In Deutschland üblicher Name.

²⁾ In der Baupraxis gebräuchliche Bezeichnung.

3 Eisernen Trägern (siehe S. 265).

Abb. 890.
Schnitt M.N.Abb. 892.
Grundriß.Abb. 891.
Schnitt O.P.

F Füssel.
N Nachmauerung.
G Gurtbogen.
v Gurtvorsprung.

Vorzüge:

- viel Lichtraum,
- wenig Mauermasse, daher billig, namentlich, wenn man statt Gurten eiserne Träger verwendet,
- wenn die Wölbung auf Trägern ruht, so ist ein horizontaler Plafond möglich.

Mangel: wenig schön, namentlich bei Gurten, besser bei Trägern.

Verwendung: sehr gebräuchlich, häufiger als alle übrigen Gewölbe, namentlich wenn Träger statt Gurten benützt werden.

Zuweilen gibt man der Scheitellinie einen Stich. Ist sie dann ein Bogen, so nähert sich die flache Tonne dem preußischen Platzel. Mit flachen Tonnen zwischen Gurten pflegt man die gewöhnlichen Keller einzuwölben.

I. Herstellung.

I. Wölbung mit Längsscharen, genannt „Auf den Kuf“ (wie Abb. 883 u. 884): sie ist nicht zu empfehlen; denn sie

- erfordert Schalung und Lehrbögen, ist daher umständlicher und teurer als II, III und IV;
- hat keine gute Längsverspannung.

II. Wölbung mit Schrägscharen, genannt „Auf den Schwalbenschwanz“ [893, 894.]

Deren Vorzüge sind:

a) sie braucht keine volle Einrüstung, keine Schalung, nur einzelne Lehrbögen, die Rutschbögen, die Rutschenatbögen, welche, dem Fortschreiten des Wölbens folgend, verschoben werden; dadurch ist diese Wölbeart billiger als I.

Wölbungen „Auf den Schwalbenschwanz“

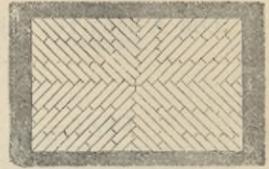
I. Art.

Abb. 893.



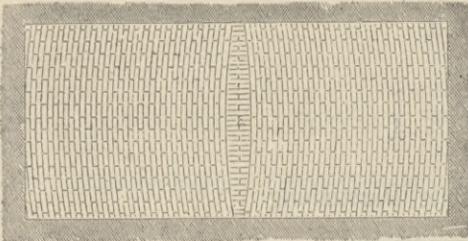
II. Art.

Abb. 894.



Gekrümmte Querscharen.

Abb. 895.



Gerade Querscharen.

Abb. 896.



Diese Rutschbögen gleiten auf starken Latten, die an den Gurten oder an den Widerlagern befestigt sind.

- b) sie hat eine gute Verspannung; die Last wird auf alle Seiten verteilt.
c) sie setzt sich weniger.

III. Wölbung mit gekrümmten Querscharen, genannt „Wällische (italienische) Einwölbung“ [895].

Man soll sie nur verwenden, falls $s \leq 2,5 m$ und $f \leq 30 cm$.

Auch hier sind nur Rutschbögen erforderlich.

IV. Wölbung mit geraden Querscharen, ähnelt III, ist aber minder [896.]

II. Gewölbstärken.

In der Regel macht man die Wölbung nur 15 cm stark. Wäre eine größere Stärke notwendig, so legt man lieber die Gurten oder Träger enger.

Bezeichnet:

q die gesamte Belastung der Kappe (kg/m^2)

k_d die zulässige Inanspruchnahme des Gewölbemauerwerks auf Druck (kg/cm^2).

H den Horizontalschub (kg/m Anlauf)

s die Spannweite (m)

f die Pfeilhöhe "

o so ist

$$H = \frac{q s^2}{8 f} (kg/m)$$

Die Scheitelstärke: $d_1 = \frac{H}{100 k_d} \text{ (cm)}$

Die Kämpferstärke: $d_2 = d_1 \frac{s^2 + 4 f^2}{s^2 - 4 f^2} \text{ (cm)}$

Für $f = \frac{s}{10}$ gilt:

$$d_1 = \frac{q s}{80 k_d}$$

$$d_2 = 1.083 d_1$$

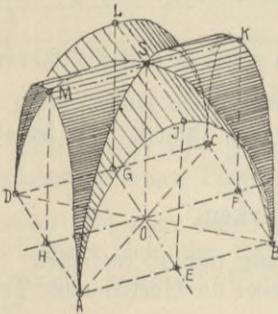
Die Widerlagerstärke: $W = \frac{s}{4} \dots \frac{s}{5}$

**Konventionelle Darstellung
in Grundrissen.**

Sie erfolgt nach Abb. 892.

§ 3. Kreuzgewölbe.

Abb. 897.



- ABCD Grundriß.
- AJB } Anläufe.
- BKC } Anläufe.
- CLD } Anläufe.
- DMA } Anläufe.
- ASC } Grate.
- BSD } Grate.
- JSL } Scheitellinien.
- KSM } Scheitellinien.
- ABS } Kappen, Schilder.
- BCS } Kappen, Schilder.
- CDS } Kappen, Schilder.
- ADS } Kappen, Schilder.

Sollen die Pfeiler keine Vorlagen haben [900], so ist das Gewölbe, bei vollen Bögen, für einen Grundriß zu konstruieren, dessen Ecken nicht A sondern A'' sind.

Falls die Scheitellinie länger als 2.5 m ist, gibt man ihr einen Stich:

bei $f = \frac{s}{2}$ ist der Stich $= \frac{1}{30} - \frac{1}{40}$ }
 " $f < \frac{s}{2}$ " " " $= \frac{1}{15} - \frac{1}{20}$ } der Diagonale [905].

I. Art.
mit Gurtvorsprüngen und Pfeilervorlagen.

Abb. 898.

Schnitt MN.

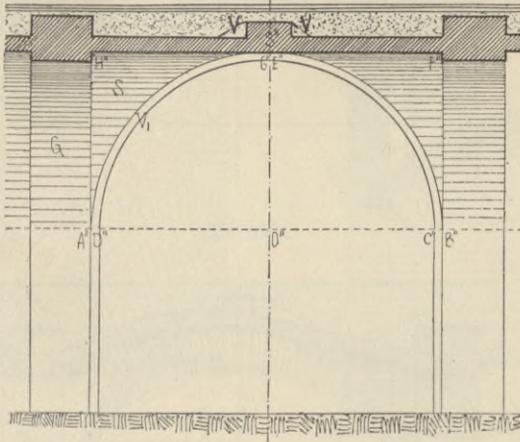
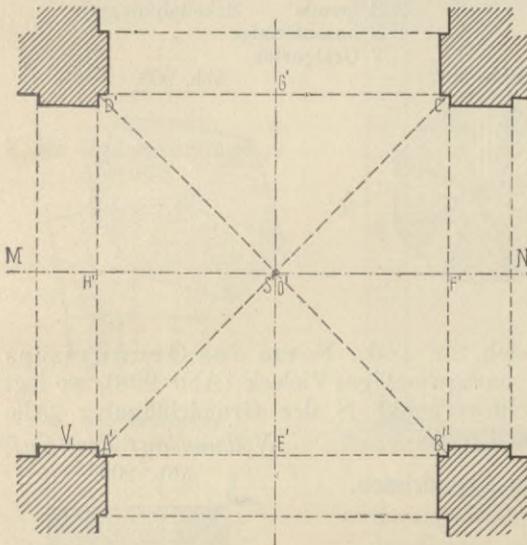


Abb. 899.

Grundriß.



II. Art.
mit Gurtvorsprüngen,
ohne Pfeilervorlagen.

Abb. 900.

Schnitt.

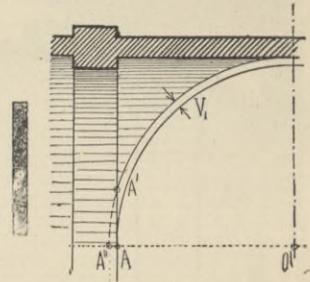
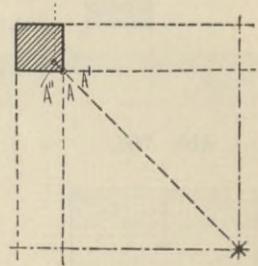


Abb. 901

Grundriß.



V Gratgurte, Gratvorsprung.
G Anlaufgurte.
V₁ Gurtvorsprung, Pfeilervorlage.

(Abb. 898) Schild, Kappe.

Diese Scheitellinie

a) setzt sich aus Geraden zusammen (Abb. 905, links) (Kegelgewölbe) oder
b) ist eine Kurve (Abb. 905, rechts) (busenförmig).

III. Art
ohne Gurtvorsprünge und ohne Pfeilervorlagen;
glatte Laibung.

Abb. 902.
Schnitt.

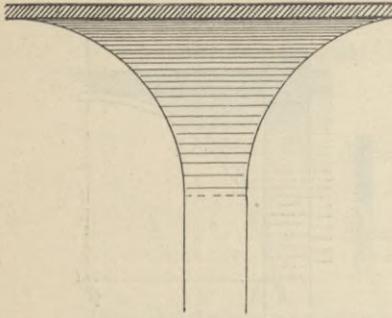


Abb. 903.
Grundriß.

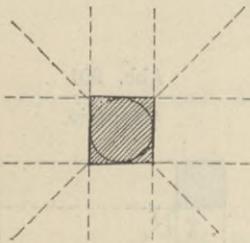
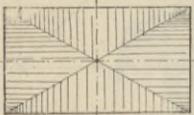
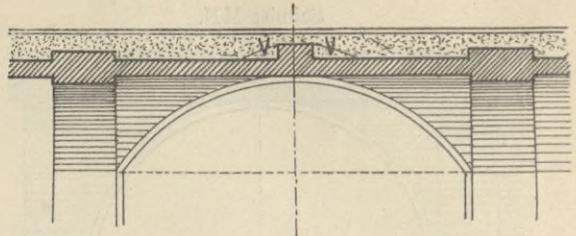


Abb. 906.



Formen der Scheitellinie.

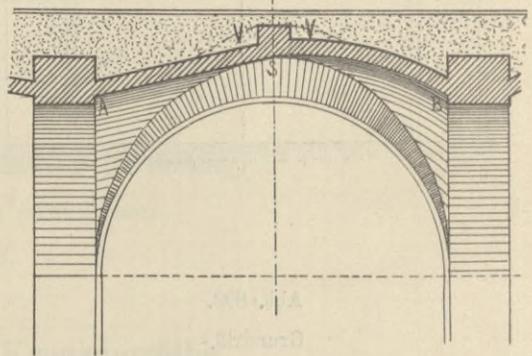
I. Art.
Abb. 904.



II. Art.

III. Art.

Abb. 905.



A S gerade Scheitellinie.
B S busenförmige " "
V Gratgurten.

Abb. 907.

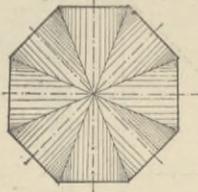
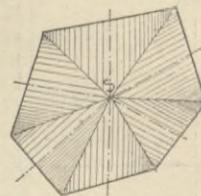


Abb. 908.



Das Kreuzgewölbe eignet sich für jede Form des Grundrisses (Abb. 906, 907). Ist dieser ein unregelmäßiges Vieleck (Abb. 908), so legt man den Scheitel über den Schwerpunkt S der Grundrißfigur. Alle Kappen haben dann verschiedene Profile.

Wölbung auf den Kuf.
Abb. 909.

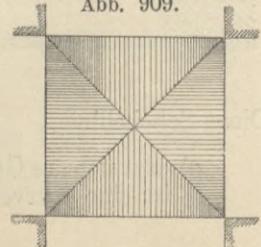
Konventionelle Darstellung in Grundrissen.

Sie erfolgt nach Abb. 899.

I. Herstellung.

1. Aus Ziegeln.

I. Wölbung mit Längsscharen, genannt „Auf den Kuf“: sie erfordert Lehrgertüste und Schalung, ist daher teurer als II und III. Man muß bis 45° nachmauern. [909.]

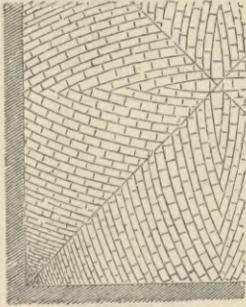


II. Wölbung mit Schrägscharen, genannt „Auf den Schwalbenschwanz“: Einrüstung und Verschalung sind nicht erforderlich; man braucht nur Lehrbögen für die Grate und Anläufe (Abb. 910 u. 912 links).

Diese Wölbart ist besser als I; sie hat eine bessere Verspannung.

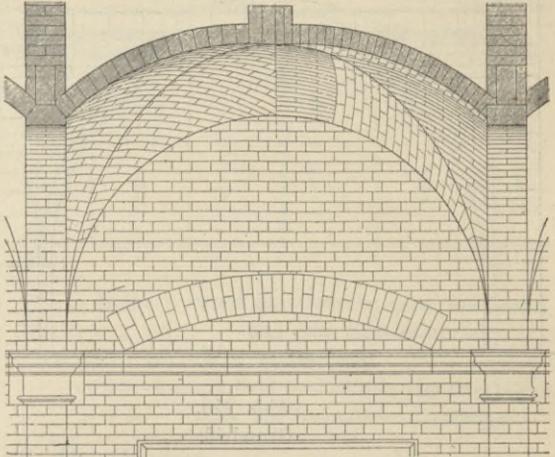
III. Wölbung mit Querscharen, genannt „Wällische Einwölbung“: am zweckmäßigsten (Abb. 912 rechts).

Abb. 910.*)



Schnitt M N.

Abb. 911 **)



Ziegelverband am Grat.

1. Ohne Gratverstärkung

Abb. 913.

I.

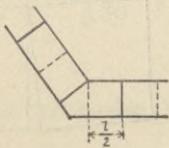


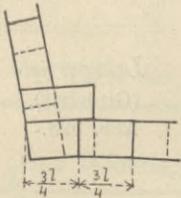
Abb. 914.

II.



2. Mit Gratverstärkung.

Abb. 915.



3. Mit Gratabogen.

Abb. 916.

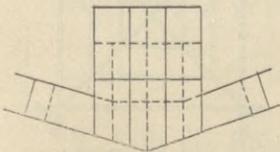
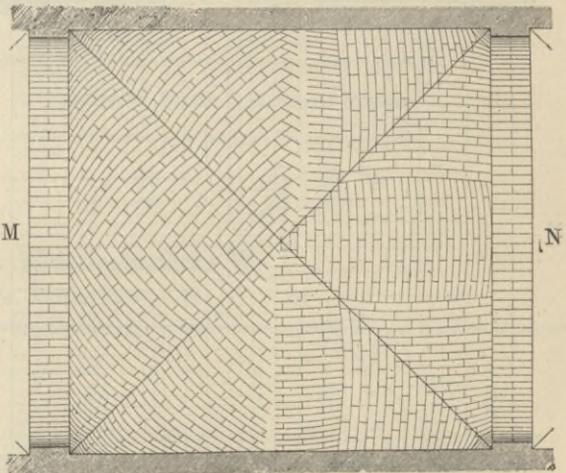


Abb. 912.**)

Grundriß.



Außer bei kleinen und leicht belasteten Kreuzgewölben (Abb. 913 u. 914) gibt man den Graten eine Verstärkung (Abb. 915); bei sehr großen und schwer belasteten macht man eigene Gratabögen (Abb. 916).

*) Wanderley: Die Konstruktionen in Stein.

**) Nach Deininger.

2. Aus Quadern.*)

Man wölbt da stets mit Längsscharen, „Auf den Kuf“, wegen des einfacheren Steinschnittes.

Kreuzgewölbe aus Quadern.

Abb. 917.

Schnitt M N.

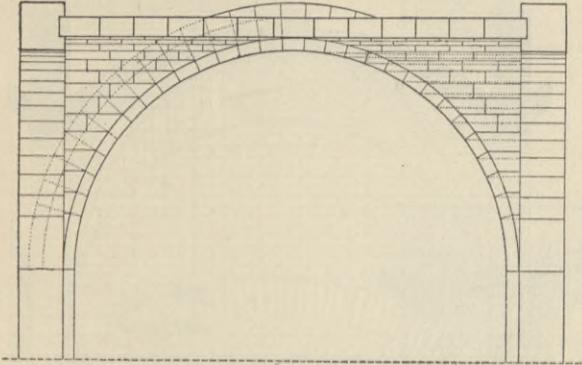
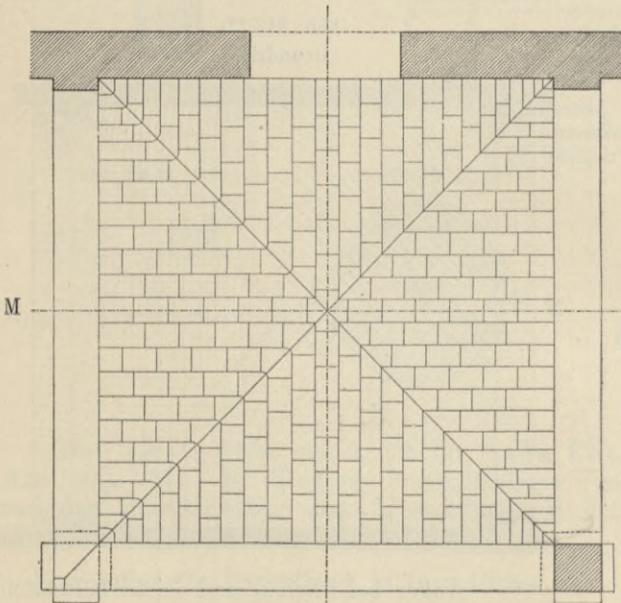


Abb. 918.
Grundriß.



Lehrgerüste.

Sie werden ähnlich wie beim Tonnengewölbe konstruiert.

*) Über „Steinschnitt“ siehe S. 220.

Schlufstein.

Abb. 919.

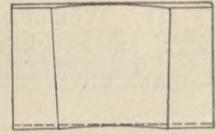
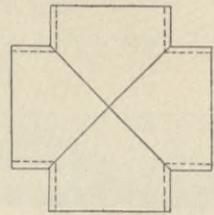


Abb. 920.

Grundriß zu Abb. 920.



Gratstein.

Abb. 921.

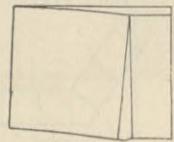
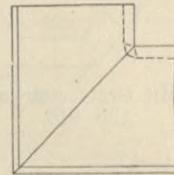


Abb. 922.

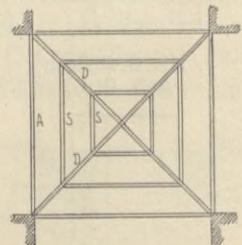
Grundriß zu Abb. 922.



Lehrgerüste

(Grundriß).

Abb. 923.



D Diagonal- o. Grat-Lehrbogen.
A Anlauf- o. Gurt-
S Schiff-

II. Stärken der Wölbungen und Widerlager.

1. Für Ziegel.

Nur für gute Ziegel und nicht zu langsam bindenden Mörtel.

Angaben in Ziegellängen.

Spannweite s (m)	Wölbung		Grate ¹⁾			Anlaufgurten		
			Stärke		Breite	Stärke		Breite
	Scheitel	Kämpfer	Scheitel	Kämpfer		Scheitel	Kämpfer	
bis 6	$\frac{1}{2}$ *)	$\frac{1}{2}$ *)	1 **)	1 **)	1	1	1	1
6—7	"	1	1	$1\frac{1}{2}$	"	"	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
7—9	"	"	"	"	$1\frac{1}{2}$	"	"	"
9—18	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	2	$1\frac{1}{2}$	2	2
s	$\frac{s}{40}$ falls $f \geq \frac{s}{2}$		*) $\frac{1}{4}$ Stein { wenn das Gewölbe ganz unbelastet und falls Zementmörtel. **) $\frac{1}{2}$ " { 1) $s < 3.5$ m ohne Verstärkung. = $3.5-6$ m mit Gratverstärkung oder Gratabögen. > 6 m stets mit besonderen Gratabögen.					

2. Für Quadern.

Die Stärke der Wölbung: $d = \frac{s}{25}$.

3. Grate.

s	geringste Breite	geringste Stärke
bis 6 m	20 cm	25—30 cm
über 6 "	30—40 "	30—50 "

4. Widerlagerstärke W.

1. Falls die Höhe des Widerlagers $H \leq 3$ m

Das Widerlager ist	$f = \frac{s}{2}$	$f = \frac{s}{3} \dots \frac{s}{10}$	$f > \frac{s}{2}$
unbelastet	$\frac{s}{4} \dots \frac{s}{6}$	$\frac{s}{3}$	$\frac{s}{3}$
belastet	$\frac{s}{4} \dots \frac{s}{5}$	$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{4}$	$\frac{s}{5} \dots \frac{s}{7}$

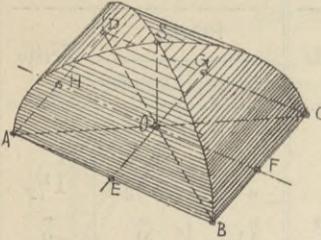
2. Falls die Höhe des Widerlagers $H' > 3$ m

$$W' = W + \left(\frac{H'}{6} \dots \frac{H'}{8} \right)$$

§ 4. Klostergewölbe. Kappengewölbe.*)

Das Klostergewölbe eignet sich auch für polygonale (Abb. 928) und unregelmäßige (Abb. 929) Grundrisse.

Abb. 924.



ABCD Grundrißfigur.
 AB }
 BC } Anläufe:
 CD } gerade Linien.
 DE }
 ASC } Grate.
 BSD }
 S Scheitel: nur Scheitel-
 punkt.

ABS }
 BCS } Kappen!
 CDS }
 DAS }

Abb. 927.

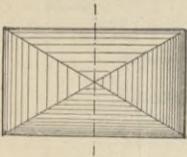


Abb. 928.

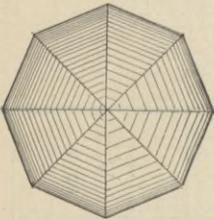


Abb. 929

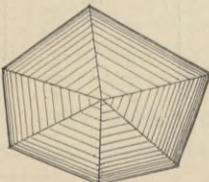
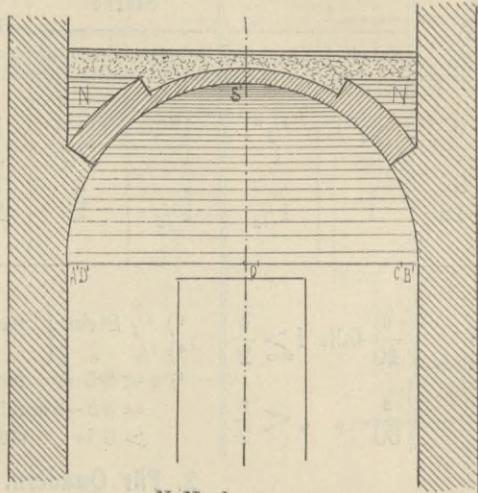
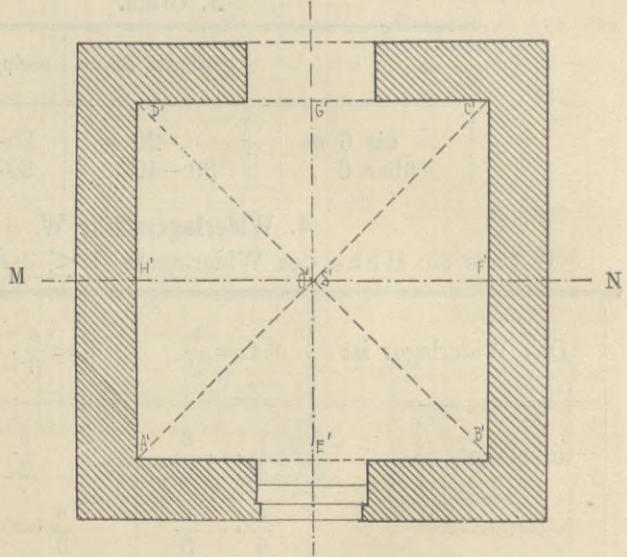


Abb. 925.
Schnitt M N.



N Nachmauerung.

Abb. 926.
Grundriß.



Konventionelle Darstellung in Grundrissen.

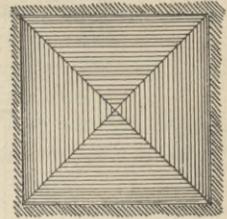
Sie erfolgt nach Abb. 926.

*) In Österreich vorkommende Bezeichnung.

I. Herstellung.*Wölbung auf den Kuf.*

Sie erfolgt wie beim Kreuzgewölbe und der Tonne.

Abb. 930.

1. Aus Ziegeln.

I. Wölbung mit Längsscharen, „auf den Kuf“.

II. Wölbung mit Schrägscharen, „auf den Schwalbenschwanz“.

III. Wölbung mit Querscharen, „Wällische Einwölbung“.

2. Aus Quadern.

Stets mit Längsscharen, „auf den Kuf“, zu wölben, wegen des einfacheren Steinschnittes.

II. Lehrgerüste.

Sie werden wie bei der Tonne hergestellt.

Lehrgerüste.

Grundriß.

Abb. 931.

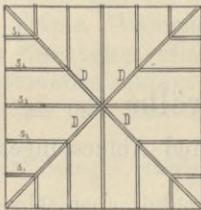
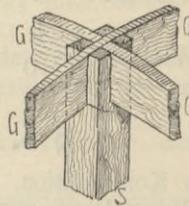
D Diagonal- od. Grat-Lehrbögen.
S₁, S₂, S₃ Schiff-Lehrbögen.*Scheitel des Gerüsts.*

Abb. 932.

S Stiel.
G Grat-Lehrbögen.**III. Gewölbstärke.**

Sie ist so wie bei der Tonne.

Angaben in Steinlängen.

Spannweite (m)	Scheitel	Kämpfer
bis 4 m	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
4—5 "	$\frac{1}{2}$	1
6—6 "	1	1
s	$\frac{s}{40}$	

Die Schübe auf die Widerlager sind am stärksten in den Achsen des Gewölbes. Man muß das beachten, wenn dort Türen, Fenster u. dgl. liegen.

Das Muldengewölbe wird bloß dann, wenn es unumgänglich notwendig ist, aus Ziegeln u. dgl. gewölbt. Da es aber meist nur aus architektonischen Gründen gemacht wird, so stellt man es lieber her:

a) indem man eine von Bohlenbögen getragene Schalung macht, welche dann berohrt und geputzt wird, wie der Plafond der Tramdecken,

b) oder man verwendet ein durch stärkere Eisenstäbe entsprechend abgestiftetes Drahtnetz, das mit Mörtel beworfen wird (Rabitznetz).

Muldengewölbe aus Ziegeln wären auch zu schwer und würden wegen des starken Gewölbeschubes sehr dicke Mauern erfordern, was um so mehr ins Gewicht fällt, als diese Decken über dem Erdboden liegen.

Konventionelle Darstellung in Grundrissen.

Sie erfolgt nach Abb. 934.

§ 6. Spiegelgewölbe.

Das „Spiegelgewölbe“ ist nicht ein eigenes Gewölbe; es ist nur ein ungerechtfertigter Brauch, diese Deckenart als besondere Gewölbeart vorzuführen. Denn sie ist nichts anderes als eine ebene Decke mit großen Hohlkehlen an den Rändern. Der ebene Teil, der „Spiegel“ ABCD, kann wie jede andere ebene Decke ausgeführt werden: als Tramdecke, Traversendecke usw.

Wird eine Traversendecke benutzt, so legt man zuerst die Hauptträger H (Abb. 938) und auf sie die Querträger *a, b, c...* Zwischen diese gibt man: Träme, Wölbungen aus Ziegeln, Formziegeln oder Beton, Ausfüllungen aus Eisenbeton, Glas usw. oder man macht den ganzen Spiegel aus einer Eisenbetonkonstruktion.

Bei Glas erhält man eine Glasdecke, „Zierlichte“, ein „Deckenlicht“.

Die massiven Spiegel werden oft mit Gemälden versehen.

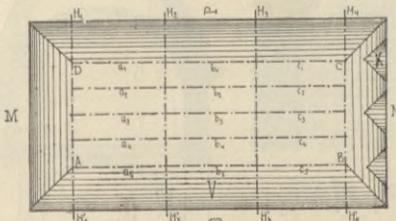
Abb. 937.
Schnitt MN.



Abb. 939.
Schnitt OP.



Abb. 938.
Grundriß.



ABCD Spiegel.
V Vouten o. Hohlkehlen.
K Stichkappen.

Die Kehlen (Vouten, V) macht man

a) am besten als Rabitz- oder Monierkonstruktion u. dgl. oder

b) als Ziegelgewölbe, aber seltener, weil sie zu schwer sind.

Meistens versieht man sie, um sie zu verschönern mit Stichkappen (K), gewöhnlich mit Lünetten.

Die Spiegelgewölbe werden ausgeführt bei sehr großen Räumen (Sälen u. dgl.), deren Höhe im Vergleiche zur Länge und Breite zurücktritt.

$H_1 H'_1$	} Hauptträger.	$a_1 \dots a_5$	} Querträger.
$H_2 H'_2$		$b_1 \dots b_5$	
$H_3 H'_3$		$c_1 \dots c_5$	
$H_4 H'_4$			

§ 7. Kuppel.

Die Laibung der Kuppel kann sein

- a) eine Halbkugel — volle Kuppel
 - b) ein Kugelabschnitt — Flachkuppel
 - c) „ linsenförmiges Rotationsellipsoid
 - d) „ eiförmiges
 - e) „ dreiachsiges Ellipsoid
 - f) „ Paraboloid
- } voll oder flach

Wölbung.

I. Falls der Durchmesser ≤ 5 m:

Man legt die Steine in horizontalen, ringförmigen Scharen, deren Lagerflächen gegen den Kuppelmittelpunkt konvergieren (Abb. 940).

Die Einwölbung erfolgt ohne Gerüste, nur mittels der Latte l als Lehre. Wenn ein Ring geschlossen ist, so halten sich die Steine von selbst. Bis dahin müssen sie irgendwie gestützt werden, z. B. indem man in den Rücken der Wölbung Haken eintreibt, an diesen Schtüre befestigt, die über die schon versetzten Steine gelegt und (z. B. mit angebundenen Ziegeln) beschwert werden.

II. Falls der Durchmesser > 5 m:

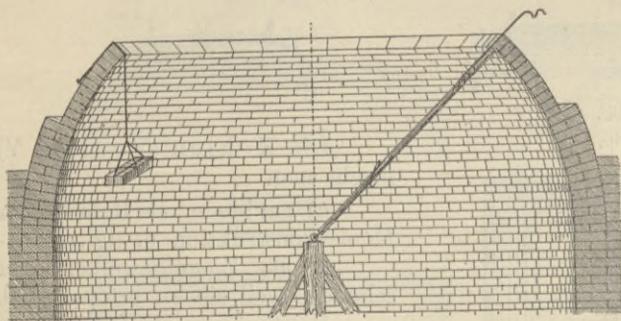
Man macht Meridianbögen (Rippen) aus

- a) Ziegeln,
- b) Quadern,
- c) Eisenbeton,
- d) eisernen Trägern

und füllt deren Zwischenräume mit Wölbungen aus Ziegeln, Quadern, Beton oder Eisenbeton aus.

Am zweckmäßigsten sind Rippen aus Eisen. Bei Betonkuppeln macht man sie aus Eisenbeton. Quader verwendet man nur bei Quaderkuppeln. Gewöhnlich werden nur die Rippen auf einen Teil hintermauert.

Abb. 940. *)



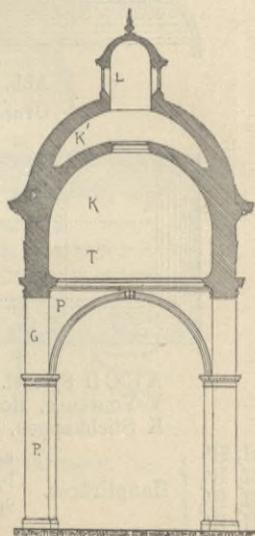
Steinkranz am Scheitel. *)

Abb. 941.



Kuppel auf Pendentifs.

Abb. 942.



*) Wanderley: Die Konstruktionen in Stein.

Kuppel auf Pendentifs.

Die **Pendentifs** oder **Gewölbzwickel** (P, Abb. 942) sind Platzelgewölbe, die den Übergang aus dem polygonalen (quadratischen usw.) Grundriß in den runden (Kreis, Ellipse) vermitteln. Sie stützen sich gegen Gurtbögen (G) (Archivolten), die auf Pfeilern (P₁) oder Säulen ruhen, oder gegen Mauern.

Gewöhnlich werden sie durch Malereien oder Bildhauerarbeiten (Zwickelfiguren) geschmückt und oben durch ein ringförmiges Gesimse abgeschlossen.

Die **Kuppel** (K) ruht auf einem zylindrischen Mauerwerk, dem **Tambour** (T), damit sie hoch genug liegt, um eine der Raumwirkung entsprechende Höhe zu haben.

Weil außen eine größere Höhe notwendig ist als innen, damit die Kuppel nicht durch vorstehende Gebäudeteile verdeckt wird, macht man meistens 2 Kuppeln, von denen die innere als Deckengewölbe (K) und die äußere, höhere als **Dachkuppel** (K') dient.

Um einen Lichtzutritt zu ermöglichen, bringt man in der Kuppel runde, kreisförmige oder elliptische Fensteröffnungen an und setzt auf ihren Scheitel eine **Laterne** (L).

Stärke der Wölbung*)

für Ziegel.

Angaben in Steinlängen.

Durchmesser der Kuppel D	Scheitel d ₁	Kämpfer d ₂
bis 4 m	1/2	1/2
4—6 "	1	1
6—8 "	"	1 1/2
8—10 "	"	2
10—12 "	1 1/2	"
D	$\frac{D}{50} \quad \frac{D}{60}$	
	$\frac{D}{30}$ aber $\geq \frac{1}{2}$	$\frac{D}{20}$ aber ≥ 1

Stärke der Widerlager.

$$\text{Unbelastet: } W = \frac{D}{7} \dots \frac{D}{9}$$

$$\text{Belastet: } W = \frac{D}{9} \dots \frac{D}{12}$$

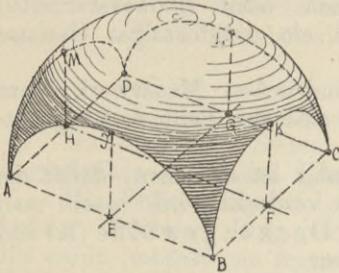
*) Autenrieth: Die statische Berechnung der Kuppelgewölbe.

§ 8. Volles Platzel.

Böhmisches Platzel *), **böhmisches Gewölbe** **), **Hänge- oder Stutzkuppel** **).

1. Man errichtet über der Grundrißfigur (ABCD, Abb. 943), als Laibung des Gewölbes, eine Halbkugel (ein ei- oder linsenförmiges Rotations- oder ein dreiaxsiges Ellipsoid u. dgl.) derart, daß die Grundrißecken in der Laibungsfläche liegen;

Abb. 943.



ABCD Grundrißfigur.
A JB, B KC, CL D, DMA
Anläufe.

2. legt dann durch jede Grundrißseite eine vertikale Ebene und
3. schneidet die Laibungsfläche durch diese Ebenen.

Das Flächenstück zwischen den Schnittlinien (den Anläufen, A JB KC LD MA) bildet die Laibung des vollen Platzels.

Die Anläufe (A JB, B KC, CL D, DMA) sind Halbkreise, falls ein Kugelplatzel vorliegt.

Abb. 944.
Schnitt MN.

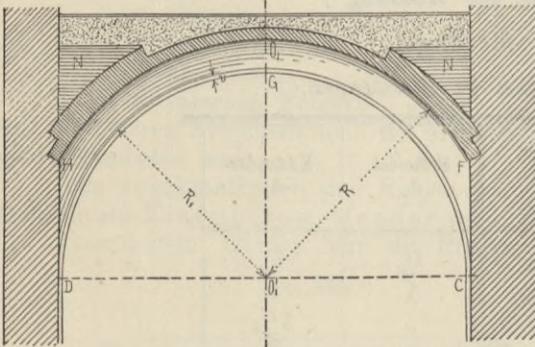


Abb. 946.
Grundriß.

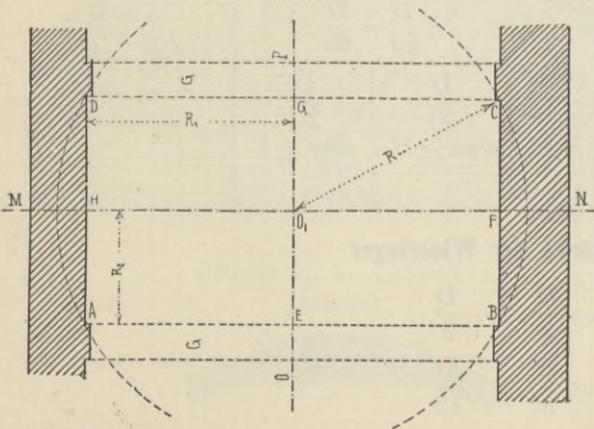
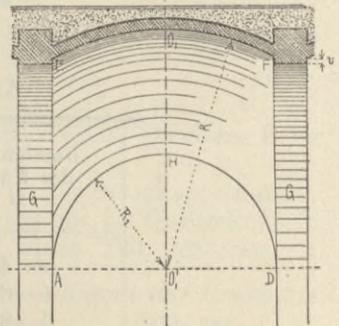


Abb. 945.
Schnitt OP.



N Nachmauerung.
G Gurten.

Vorzüge:

a) Das volle Platzel ist schöner und tragfähiger als das flache.

b) Es hat eine gute Verspannung nach allen Seiten.

c) Der Gewölbschub wirkt vorzugsweise gegen die Ecken. Dadurch sind die Seiten (die Mauern) entlastet.

*) In Österreich gebräuchlicher Name.

**) „ Deutschland „ „

d) Weder Schalung noch Lehrgerüste sind erforderlich, nur Lehrbögen für die Anläufe und Diagonalen.

e) Es eignet sich für jeden Grundriß, dessen Ecken auf dem Umfange eines Kreises oder einer Ellipse liegen.

Volles elliptisches Platzel.

Abb. 947.
Schnitt M N.

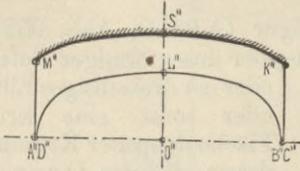


Abb. 949.
Grundriß.
P

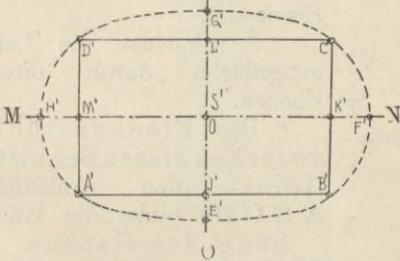
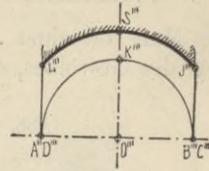


Abb. 948.
Schnitt O P.



Mängel:

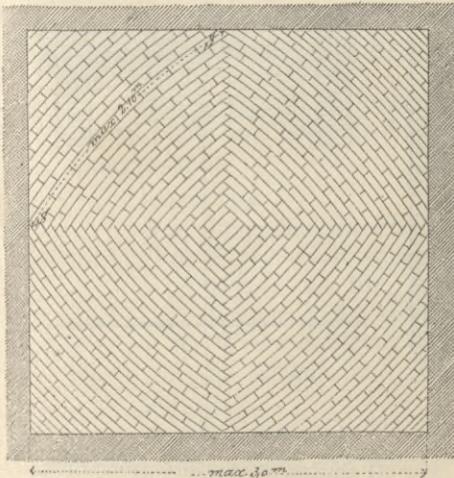
- weniger Lichtraum als beim flachen Platzel.
- Mehr Mauermasse, daher teurer.

Die Wölbung erfolgt aus freier Hand: von den vier Ecken aus arbeitet man, die Ziegel allmählich immer weiter vorkragen lassend, gegen die Scheitel der Anläufe und gegen die Mitte.

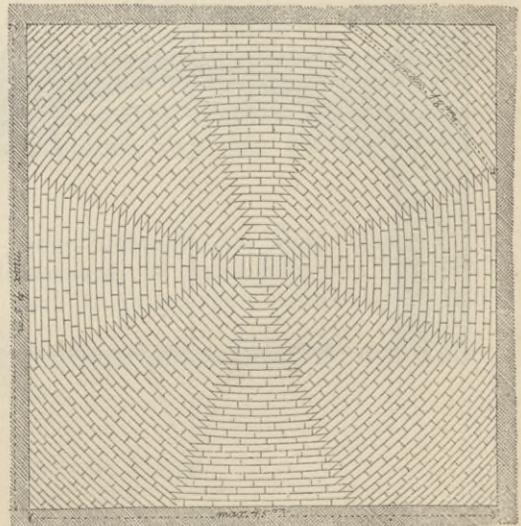
Über Gewölbstärken (siehe S. 246).

Wenn die zur Verfügung stehende Lichthöhe nicht groß genug ist, um ein volles Kugelplatzel zu ermöglichen, man aber doch ein volles

I. Grundrißseite ≤ 3 m.*
Abb. 950.



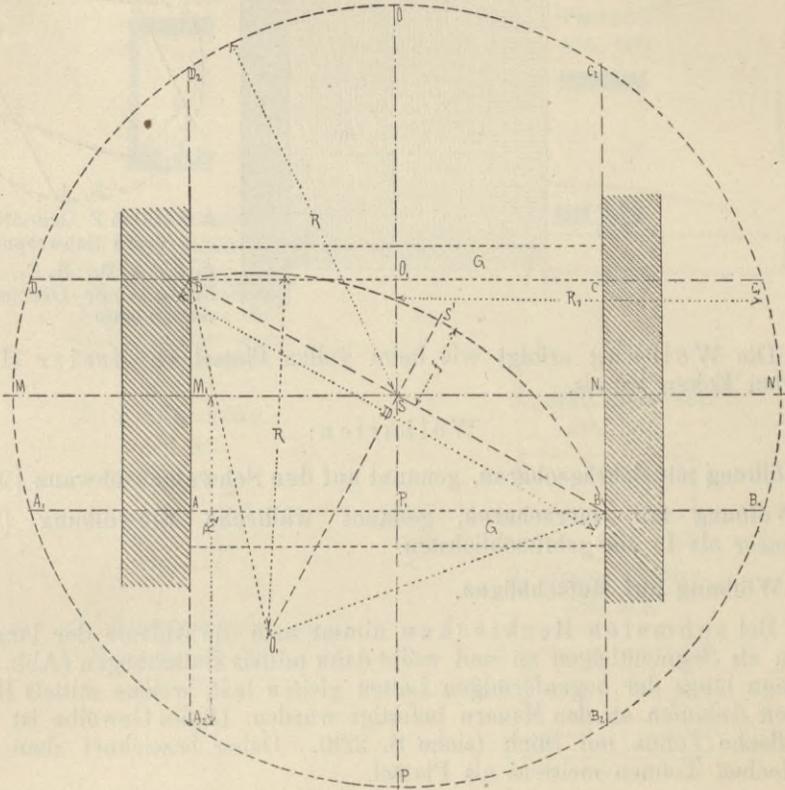
II. Grundrißseite = 3 bis 4,5 m.*
Abb. 951.



*) Wanderley: Die Konstruktionen in Stein.

Beim Kugelplatzel ist der Halbmesser R der Laibung so groß zu machen, daß die Pfeilhöhe des Diagonalbogens ($D S' B$) $f = \frac{1}{5} \dots \frac{1}{8}$ der Diagonale D ist.

Abb. 955.
Grundriß.



Bei ganz unregelmäßigen Grundrissen ($A B C D E F$, Abb. 957) legt man den Kugel(u. dgl.)mittelpunkt unter den Schwerpunkt S der Grundrißfigur.

Man geht auch so vor, daß man die Anläufe annimmt und dazwischen ein Gewölbe mit einer Laibung von doppelter, aber sonst beliebiger Krümmung spannt.

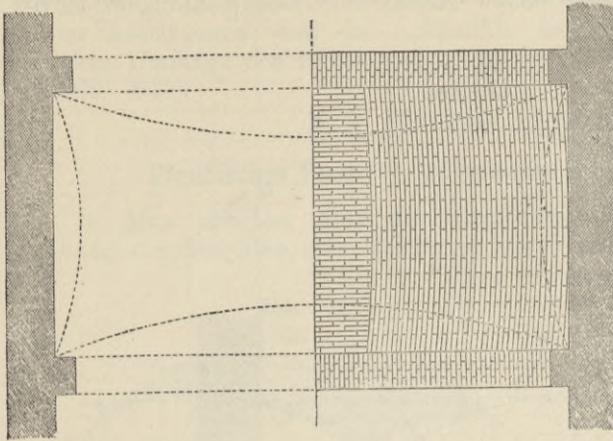
Vorzüge:

- a) Beim flachen Platzel ist mehr Lichtraum als beim vollen.
- b) Es erfordert weniger Mauermasse, ist daher billiger
- c) eignet sich für jeden, auch für einen ganz unregelmäßigen Grundriß (Abb. 594).
- d) Weder Schalung noch Lehrgerüste sind erforderlich, nur Lehrbögen für die Anläufe und Diagonalen.

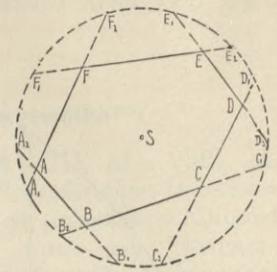
Mängel:

- a) minder schön
 - b) weniger tragfähig
- } als das volle Platzel.

Wölbung mit Querscharen.**)
 Abb. 956.



Flaches Platzel
 über einem
 unregelmäßigen Vielecke.
 Abb. 957.



A B C D E F Grundrißfigur
 S deren Schwerpunkt.
 A₁ F₂, A₂ B₁, B₂ C₁, C₂ D₁,
 E₁ D₂, E₂ F₁ Durchmesser
 der Anläufe

Die Wölbung erfolgt wie beim vollen Platzel aus freier Hand, von den Ecken heraus.

Wölbarten:

- I. Wölbung mit Schrägscharen, genannt auf den Schwalbenschwanz [951],
- II. Wölbung mit Querscharen, genannt wällische Einwölbung [956]: besser als I; am gebräuchlichsten.
- IIa. Wölbung auf Rutschbögen.

Bei schmalen Rechtecken nimmt man die Anläufe der längeren Seiten als Segmentbögen an und wölbt dann mittels Rutschbögen (Abb. 593), die man längs der bogenförmigen Latten gleiten läßt, welche mittels Haken bei den Anläufen an den Mauern befestigt wurden. Dieses Gewölbe ist mehr eine flache Tonne mit Stich (siehe S. 228). Daher bezeichnet man auch die flachen Tonnen meistens als Platzel.

1. Wölbung.**)

Angaben in Steinlängen.

Spannweite (m)	Scheitel	Kämpfer
bis 3	1/2 †)	1/2 †)
3—5	„	1
5—6	„	1 1/2
6—7	selten	
s		s/30

Stärken der Platzel.

2. Widerlager

belastet: $W = \frac{s}{3} \dots \frac{s}{4}$

unbelastet: $W = \frac{s}{4} \dots \frac{s}{5}$

*) Wanderley: Die Konstruktionen in Stein.

**) Autenrieth: Die statische Berechnung der Kuppelgewölbe.

†) Wenn unbelastet und Zementmörtel: 1/4.

§ 10. Darstellung der Gewölbe in Grundrissen.

G = Gurtbögen.

1. Tonnengewölbe.

(Kufengewölbe.)²⁾

Segmentförmige Tonne.

Abb. 958.



S = Stiehkappe.

Bei einer halbkreisförmigen od. elliptischen Tonne ist an Stelle des Segmentbogens ein Halbkreis oder eine Ellipse einzutragen.

2. Kreuzgewölbe.

Abb. 960.



3. Klostergewölbe.

Kappengewölbe.¹⁾

Abb. 961.



6 a. Volles Platzel.

Böhmisches Platzel.¹⁾

Böhmisches Gewölbe.²⁾

Hängekuppel.²⁾

Stutzkuppel.²⁾

Abb. 964.



1 a. Flache Tonne.

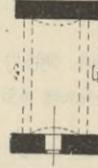
Preußisches

Kappengewölbe.²⁾

Preußische Kappe.¹⁾

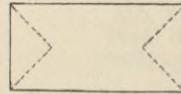
Platzel.³⁾

Abb. 959.



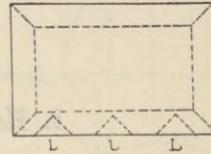
4. Muldengewölbe.

Abb. 962.



5. Spiegelgewölbe.

Abb. 963.



L = Lünetten.

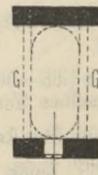
6. Platzel.

6 b. Flaches Platzel.

Preußisches Platzel.¹⁾

Böhmisches Kappengewölbe.²⁾

Abb. 965.



¹⁾ Nur in Österreich gebräuchlicher Name.

²⁾ In Deutschland

³⁾ In der Baupraxis

" "

" "

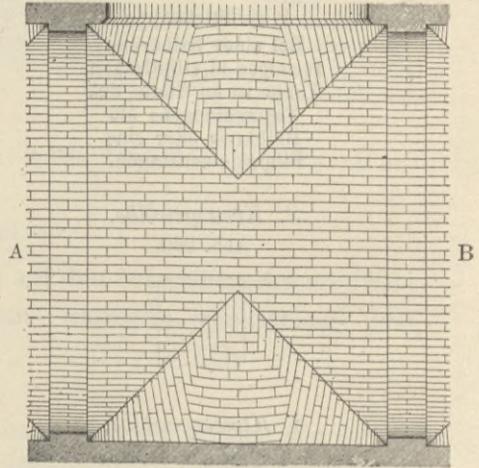
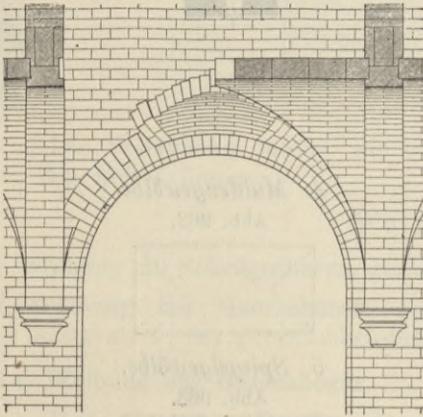
§ 11. Stichkappen.

Stichkappen sind kleinere, auf das Hauptgewölbe aufgesetzte Gewölbe. Sie bezwecken:

1. die Ermöglichung einer Lichtzufuhr, wenn die Lichtöffnung höher reicht als der Anlauf des Hauptgewölbes, oder
2. eine architektonisch reichere Ausgestaltung der Deckenunterfläche.

Abb. 966.)*
Schnitt AB.

Abb. 967.
Grundriß.



I. Hauptgewölbe: Tonne.

1. Stichkappe: Tonne.

In den Punkten a, b, c, d, e, f, g' der Leitlinie der Stichkappentonne sind die Zylindererzeugenden aA, bB, cC, dD, eE, fF, gG zu ziehen und deren Schnitte A, B, C, D, E, F, G mit der Haupttonne zu bestimmen, indem man die Schnittpunkte A'', B'', C'', D'', E'', F'', G'' der Vertikalprojektionen a'A', b'B', c'C', d'D', e'E', f'F', g''G'' dieser Erzeugenden mit dem Profil O₁'' P₁₁'' P₁'' der Haupttonne ermittelt und sie auf die Grundrisse a'A', b'B', c'C', d'D', e'E', f'F', g'G' der Erzeugenden herunterprojiziert.

Die Schnittlinie beider Laibungen ist: ABCDEFG.

Im I. Fall. (Abb. 962) ist die Achse der Stichkappentonne horizontal, im II. Fall (Abb. 963) geneigt.

Fall Ia u. Ib [965—968]: die Achsen der beiden Tonnen bilden einen Winkel $< 90^\circ$ und liegen in derselben Horizontalebene.

Fall Ia: [966] Der Radius der Stichkappentonne $<$ als der des Hauptgewölbes.

Fall Ib: [967] Beide Gewölbe haben denselben Radius.

*) Nach Deininger.

I.
Abb. 969.
Profil
der Stiehkappe.

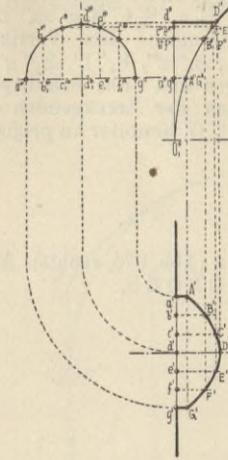
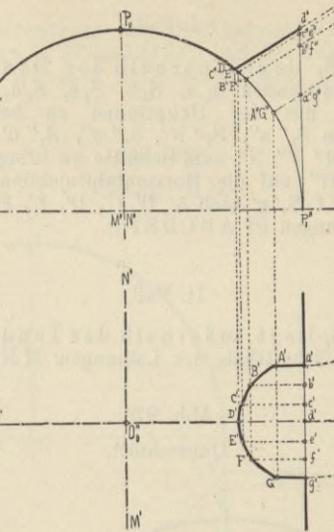


Abb. 968.
Schnitt durch das Hauptgewölbe.



II.
Abb. 970.
Profil der
Stiehkappe.

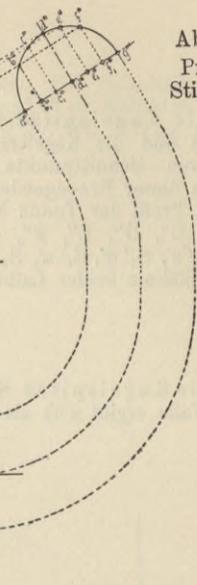


Abb. 971. Grundriß.

I a.
Abb. 973.
Profil der
Stiehkappe.

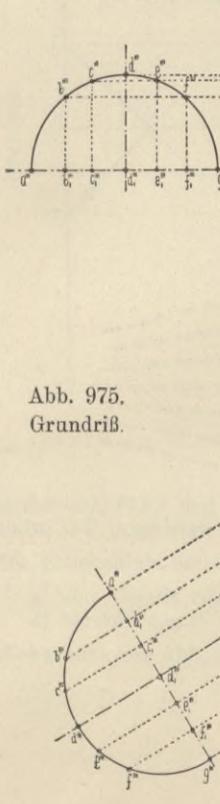
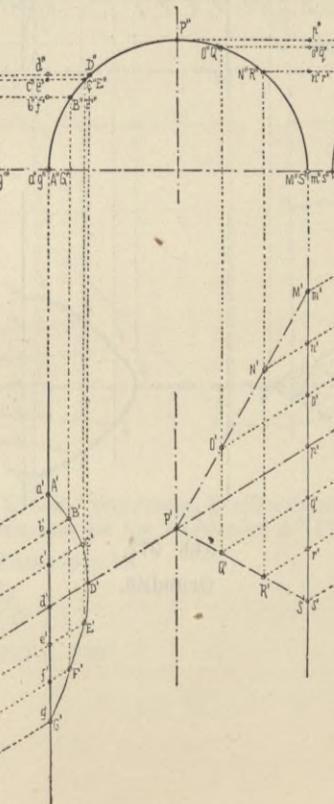


Abb. 972.
Schnitt durch
das Hauptgewölbe.



II b.
Abb. 974.
Profil der
Stiehkappe.

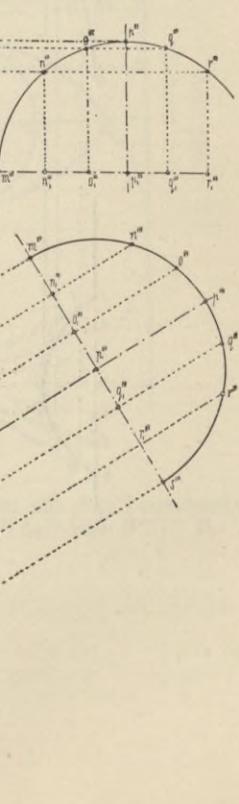
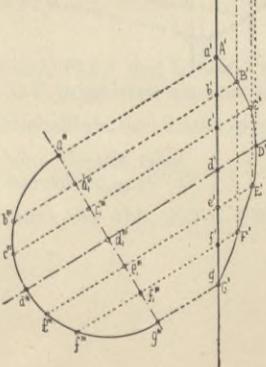


Abb. 975.
Grundriß.



2. Stichkappe: Kegel.

I. Fall.

Die Kegelspitze S_1 liegt innerhalb der Haupttonne (Abb. 976, links). Es sind die Kegelerzeugenden $S_1 a, S_1 b, S_1 c, S_1 d, S_1 e, S_1 f, S_1 g$ zu ziehen, und deren Schnittpunkte mit der Haupttonne zu bestimmen. Die Vertikalprojektionen dieser Erzeugenden $S_1'' a'', S_1'' b'', S_1'' c'', S_1'' d'', S_1'' e'', S_1'' f'', S_1'' g''$ sind mit dem Profil der Tonne $M'' P'' N''$ zum Schnitte zu bringen und diese Schnittpunkte $A'', B'', C'', D'', E'', F'', G''$ auf die Horizontalprojektionen der Erzeugenden $S_1' a', S_1' b', S_1' c', S_1' d', S_1' e', S_1' f', S_1' g'$ nach $A', B', C', D', E', F', G'$ herunter zu projizieren. Die Schnittlinie beider Laibungen ist $ABCDEF G$.

II. Fall.

Die Kegelspitze S_2 liegt außerhalb der Tonne (Abb. 976, rechts). Analog dem I. Falle ergibt sich als Schnittlinie der Laibungen: $MNO P QRS$.

Abb. 976.

Querschnitt.

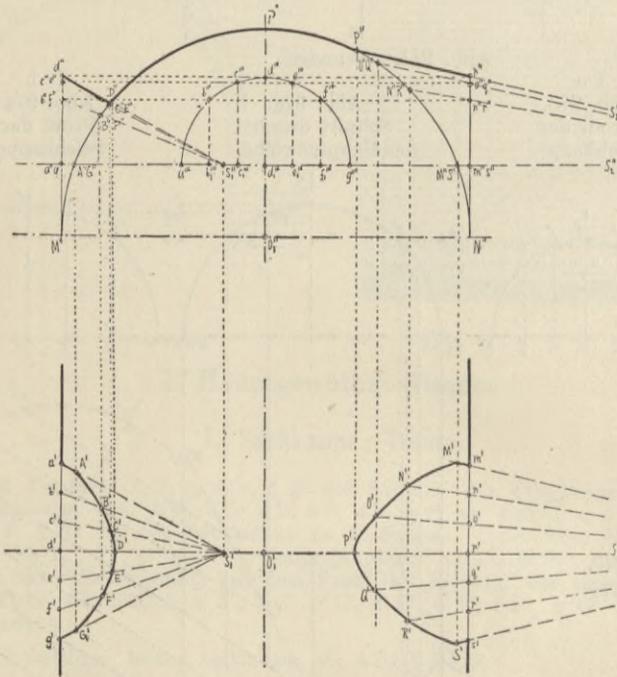


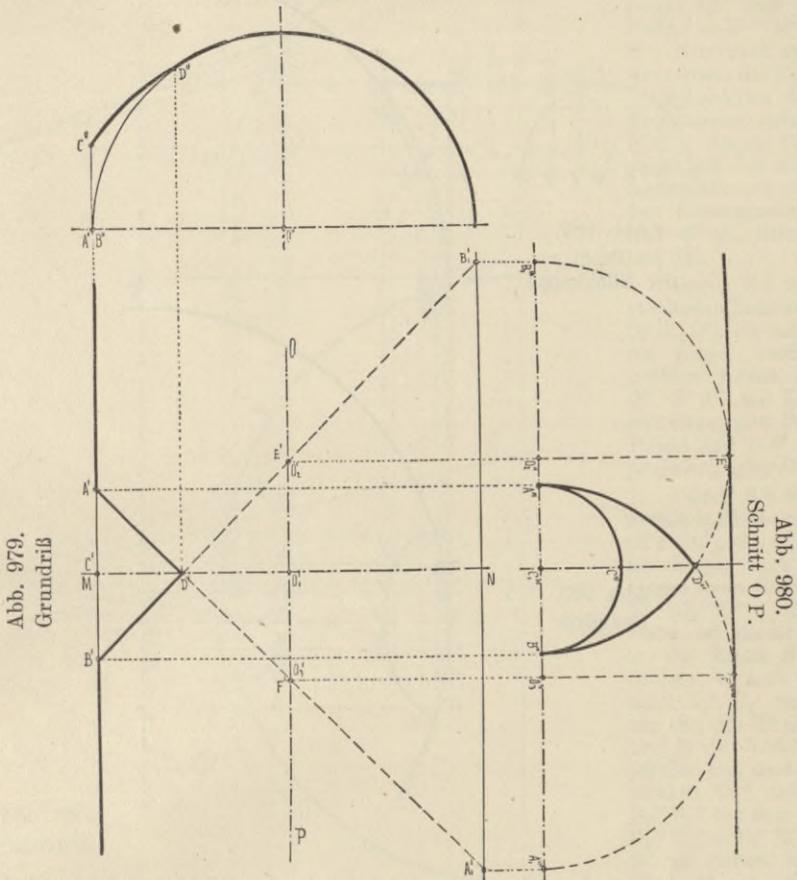
Abb 977.

Grundriß.

3. Lünette.

Forderung: Die Grundrisse der Stichkappenkanten (der Schnittlinien der Laibungen) seien gerade Linien ($A'D'$ und $B'D'$), und der Anlauf ist ein Halbkreis ($A'CB'$). Die Kanten AD und BD sind Teile der Ellipsen AFA_1 und $BE B_1$, d. i. der

Abb. 978.
Schnitt MN .



Schnitte der in $A'F'A_1'$ und $B'E'B_1'$ errichteten Vertikalebene mit dem Tonnenzylinder. Im Schnitte OP projizieren sie sich als die Halbkreise $A'''F'''A_1'''$ und $B'''E'''B_1'''$.

Die Scheitellinie der Stichkappe ist

- a) eine Gerade oder
- b) busenförmig ($C'D''$).

Siehe auch die Abb. 959 u. 960.

II. Hauptgewölbe: Kugel.

1. Stichkappe: Tonne.

Abb. 981.
Querschnitt.

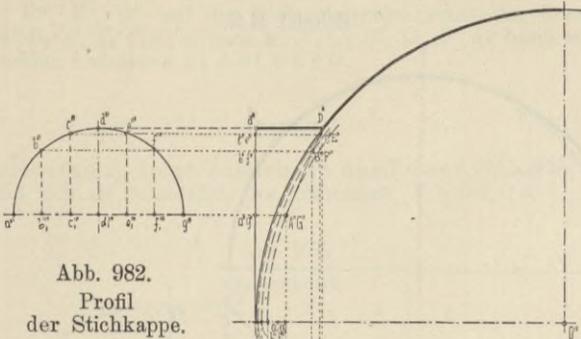
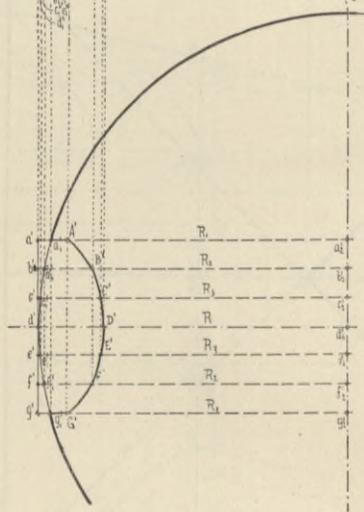


Abb. 982.
Profil
der Stichkappe.

Abb. 983.
Grundriß.

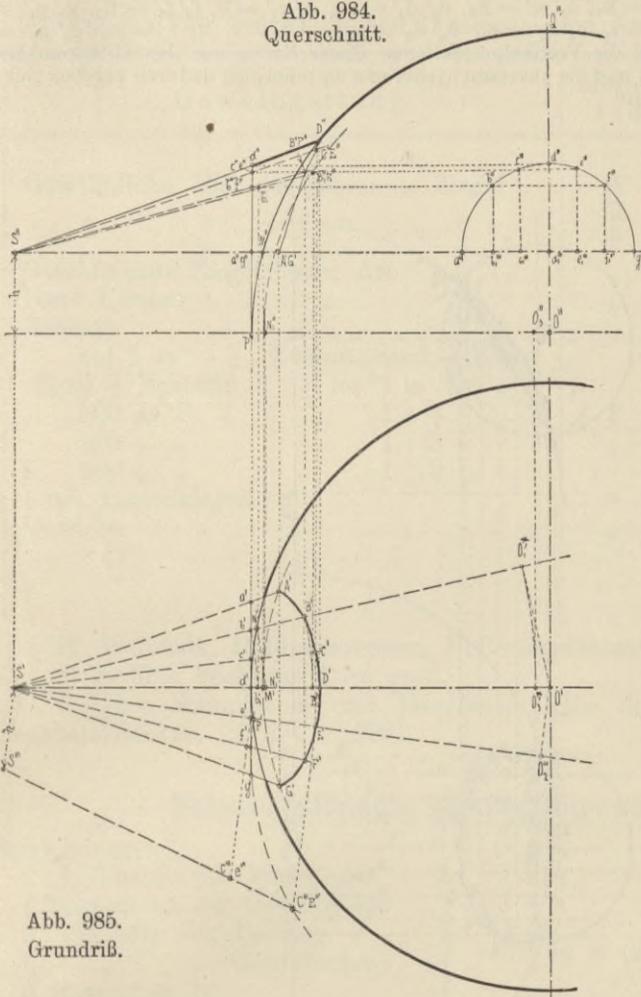


In den Punkten a, b, c, d, e, , g der Leitlinie der Stichkappentonne sind die Zylindererzeugenden zu ziehen und deren Schnittpunkte A, B, C, D, E, F, G mit der Kugel zu bestimmen. Man legt durch diese Erzeugenden aA, bB, cC, dD, eE, fF, gG vertikale Ebenen. Deren horizontale Trassen sind a' a'_2, b' b'_2, c' c'_2 d' d'_2, e' e'_2, f' f'_2, g' g'_2. Diese Ebenen schneiden die Kugel nach Halbkreisen von den Radien $a_1' a_2' = R_1$, $b_1' b_2' = R_2$, $c_1' c_2' = R_1$, $d_1' d_2' = R_1$, $e_1' e_2' = R_3$, $f_1' f_2' = R_2$, $g_1' g_2' = R_1$ und den Mittelpunkten $a_2', b_2', c_2', d_2', e_2', f_2', g_2'$. Dann sind die Vertikalprojektionen dieser Kreise mit O'' als Mittelpunkt zu zeichnen: a'' A'', b_1'' B'', c_1'' C'', d_1'' D'' (e_1'' E'', f_1'' F'', g_1'' G''). Die Schnittpunkte A'', B'', C'', D'', E'', F'', G'' der Erzeugenden a'' A'', b'' B'', c'' C'', d'' D'', e'' E'', f'' F'', g'' G'' mit diesen Kreislinien sind Punkte der Stichkappenkante; ihr Grundriß ist A' B' C' D' E' F' G'.

Ein gleicher Vorgang ist einzuschlagen, wenn die Achse der Stichkappentonne schief liegt.

2. Stichelkappe: Kegel.

Es sind die durch a, b, c, d, e, f, g gehenden Kegelerzeugenden Sa, Sb, Sc, Sd, Se, Sf, Sg zu ziehen.

Abb. 984.
Querschnitt.Abb. 985.
Grundriß.

zontal, von b'' ausgehend. $S''b_1''$ ist mit dem Bogen $N_1''B_1''$ zu schneiden: B_1'' . Hierauf ist B_1' zurückzudrehen, nach B' .

Durch Se ist eine vertikale Ebene zu legen ($S'e'O_2'$). Sie schneidet die Kugel nach einem Kreise vom Radius $P'O_2'$ ($O'O_2' \perp P'O_1'$). Se ist um $S'O_2'$ umzulegen nach $S''e'''$ und der Kreis nach $P'E''$. $S'S'' = h$ und $\perp S'O_2'$ und $e'e''' = P'e'$ und $\perp S'O_2'$. Dann ist $S''e'''$ mit dem Kreise $P'E''$ zu schneiden: E'' . $E'''E' \perp S'O_2'$.

E hätte auch nach dem für B angegebenen Verfahren bestimmt werden können und B nach dem für E.

C [F] liegt in bezug auf die Vertikalebene SD symmetrisch zu E [B].

Sa und Sg liegt in der horizontalen Ebene $d_1'''M'S'$. Sie schneidet die Kugel nach einem Kreise, dessen Mittelpunkt d_1''' und dessen Radius $= d_1'''M' = O'M'$. Nun muß man im Grundrisse die Horizontalprojektion dieses Kreisbogens ziehen ($A'M'G'$); dessen Schnittpunkt mit den Horizontalprojektionen der beiden Erzeugenden $S'a'$ und $S'g'$, liefern A' und G'.

Durch Sd ist eine vertikale Ebene zu legen ($S'd_2'O'$). Sie schneidet die Kugel nach dem größten Kreise $P''D''$ Q'' . $S''d''$ mit ihm geschnitten, gibt D'' . Der Punkt auf $S'd'$ herabprojiziert, gibt D'.

Durch Sb ist eine vertikale Ebene zu legen ($S'b'O_1'$). Sie schneidet die Kugel nach einem Kreise vom Radius $O_1'N'$ ($O_1'O' \perp O_1'N'$). Dann ist dieser Kreis in die Ebene $S'O'$ zu drehen: b' nach b_1' , N' nach N_1' , O_1' nach O_3' um S' als Drehpunkt und in der Vertikalprojektion aus dem Mittelpunkt O_3'' der Kreis $N_1''B_1''$ mit dem Radius $O_3''N_1'' = O_3'N_1' = O_1'N'$ zu ziehen. Nun ist $S''b_1''$ zu zeichnen: b_1'' liegt vertikal über b_1' und $b''b_1''$ ist hori-

3. Stichtappe: Kugel.

Man legt vertikale Ebenen, deren horizontale Trassen $b_1' b_1', c_1' c_3', d_1' d_3', e_1' e_3', f_1' f_3', g_1' g_3', h_1' h_3'$ sind, parallel zu der durch die Mittelpunkte O_1 und O_2 der bei den Kugeln gehenden Ebene ($e_1' O_2' e_2' O_1'$). Diese Ebenen schneiden die Kugeln nach Kreisen, deren Radien sind $b_3' b_1' = R_1, c_3' c_1' = R_2, d_3' d_1' = R_3, e_3' e_1' = R, f_3' f_1' = R_3, g_3' g_1' = R_2, h_3' h_1' = R_1$; $b_4' b_2' = r_1, c_4' c_2' = r_2, d_4' d_2' = r_3, e_4' e_2' = r, f_4' f_2' = r_3, g_4' g_2' = r_2, h_4' h_2' = r_1$. Nun sind die Vertikalprojektionen dieser Kreise aus den Mittelpunkten O_1'' und O_2'' zu zeichnen und die zusammengehörigen zu schneiden dadurch ergeben sich: $B'', C'', C'', D'', E'', F'', G''$.

Abb. 986.
Schnitt.

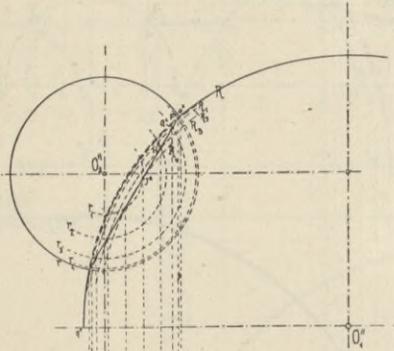
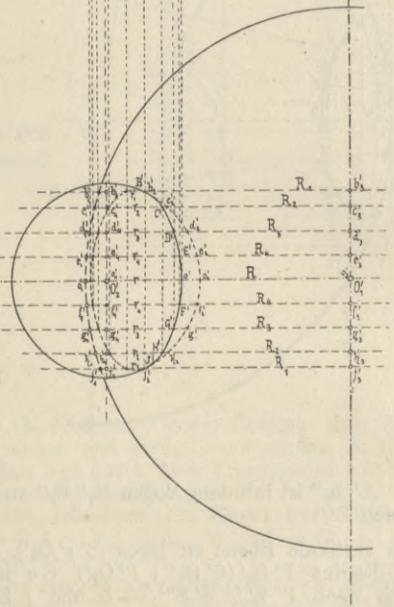


Abb. 987.
Grundriß.



Es ist eine Horizontalebene durch O_2 zu legen ($O_2'' a_2''$). Sie schneidet die große Kugel nach einem Kreis vom Radius $a_2'' a_1'' = O_1' a_1' (\Lambda' a_1' J')$ und die kleine Kugel nach einem größten Kreise $A' b_2' c_2' d_2' e_2' f_2' g_2' h_2' J'$. Die Schnittpunkte beider Kreise sind A und J.

§ 12. Statische Berechnung der Gewölbstärken.

I.

Zulässige Inanspruchnahme des Gewölbmauerwerks in kg/cm^2

k_z auf Zug, k_d auf Druck — für Spannweiten bis 10 m.

(Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines.)

Gewölbgestaltung	Mörtel 1 : 3	k_d	k_z
Gewöhnliche, aber gut gebrannte Ziegel	W	5	—
„ „ „ „ „	R	7·5	—
„ „ „ „ „	P	10	1
Geschlemmte Ziegel „bester“ Art	„	12	1
Beste Klinker	„	20	—
Beton †)			
auf 1 m ³ Zement: Sand + Schot-			
Sand + Schotter ter *) in Vol			
500 kg P 1 : 3	P	18	3
325 „ „ 1 : 5	„	12	2
{ 500 „ „ 1 : 3 }	„	21	8
{ mit Eiseneinlagen }	„	30	1
Quadern	„	30	1

W Weißkalk, R Romanzement, P Portlandzement.

*) Erdfrei, höchstens 4 cm groß.

†) Über Stampfbeton und Eisenbeton siehe die Angaben bei den Eisenbetondecken. (S. 297 u. 298).

II.

Näherungsformeln für Tonnengewölbe. *)

Bezeichnungen:

- l Lichtweite der Widerlager
- l_1 Spannweite der Gewölbachse
- f Pfeilhöhe der Laibung
- f_1 „ „ Gewölbachse
- d_1 Scheitelstärke
- d_2 Kämpfer- „

alles in m (siehe Abb. 981).

- γ Gewicht des Gewölbmauerwerks (kg/m^3)
- g_1 ständige Belastung (Baulast) ausschl. Eigengewicht: Schutt, Bodenbelag u. dgl. (kg/m^2)
- p_1 Nutzlast „ } (siehe S. 200)

$$g = \frac{g_1}{\gamma}$$

$$p = \frac{p_1}{\gamma}$$

*) Über Kuppelgewölbe siehe E. Autenrieth: Die statische Berechnung der Kuppelgewölbe.

g und p werden also ausgedrückt durch auf γ bezogene Höhen (m)
 k_d zulässige Inanspruchnahme auf Druck (kg/cm^2)
 k_z „ „ „ Zug „ „

I. nach Tolkmitt.

1. $d_1 \geq \frac{0.5 p f}{(d_1 + g) + 0.5 p + 0.15 f}$ damit bei der ungünstigsten Belastung die Stützlinie nicht das mittlere Drittel des Gewölbquerschnittes verläßt, damit also $\min \sigma \geq 0$ ist.

2. $d_1 \geq 0.000014 \frac{\gamma l^2}{k_d f} \left\{ (d_1 + g) + 0.5 p + 0.2 f \right\}$ damit bei gleichmäßiger Belastung $\max \sigma_d \leq 2 k_d$

II. nach Müller-Breslau.

σ' größte Druckspannung in der Kämpferfuge der belasteten Gewölbhälfte bei einseitiger Vollbelastung für ein Stützliniengewölbe (kg/cm^2),

φ Neigungswinkel der Tangente an die Stützlinie im Kämpfer gegen den Horizont (siehe Abb. 981). φ ist zu rechnen aus

$$\tan^2 \varphi = \frac{16 f_1^2}{l_1^2} \times \frac{g' + 0.5 f_1}{g' + 0.14 f_1}$$

$$\text{wobei } g' = d_1 + g + 0.5 p (m)$$

Mit diesem so gerechneten φ und angenommenen d_1 und d_2 ist nun σ' zu rechnen aus

$$\sigma' = \frac{\gamma l_1^2}{80000 d_2 f_1} \times \left\{ (d_1 + g + 0.5 p + 0.14 f_2) \left[\frac{1}{\cos \varphi} \mp \frac{4 \frac{f_1}{d_2}}{\left(\frac{f_1}{d_2}\right)^2 + 1} \right] \mp 0.75 p \frac{f_1}{d_2} \right\}$$

Das — [\mp] Vorzeichen gilt für die obere [untere] Kante der Kämpferfuge. Wenn σ' wesentlich $>$ [$<$] als die zulässige Spannung ist, so muß man d_1 vergrößern [verkleinern].

III.

Bezeichnungen:

q_0 Belastung einschl. Eigengewicht im Scheitel (t/m^2)

q_1 „ „ „ „ Kämpfer „

p zufällige Belastung (t/m^2)

r Krümmungsradius der Gewölbeachse im Scheitel (m)

h Überschüttungshöhe im Scheitel (m)

für hartgebrannte Ziegel in Portlandzement $k = 150-200 t/m^2$

„ mittelfeste Bruchsteine „ „ 250-300 „

„ feste Schichtsteine „ „ 300-400 „

„ Granit- u. dgl. Quadern „ „ 500-600 „

„ Stampfbeton (1 : 4 . . 1 : 5) „ „ 350-400 „

„ minderen Beton „ „ 300 „

„ Eisenbeton mit 1 . . . 2% Eiseneinlagen „ „ 400-500 „

Falls die Stützlinie für totale gleichmäßige Belastung mit $\frac{p}{2}$ mit der Gewölbachse zusammenfällt, ist

$$d_1 = \frac{q_0 r}{k_1}$$

wobei

$$k_1 = \frac{k}{1 + \frac{1}{2} \left(\frac{f_0}{d_1} - 1 \right) \frac{p}{q_0}}$$

$$f_0 = \frac{6 q_0}{5 q_0 + q_1} f$$

für Steingewölbe $q_0 = 1.8 h + 2.5 d_1 + p$

$$d_1 = \frac{1.8 h + p}{k_1 - 2.5 r} r$$

„ Ziegel- „ $q_0 = 1.8 (h + d_1) + p$

$$d_1 = \frac{1.8 h + p}{k_1 - 1.8 r} r$$

Setzen wir den Wert für q_0 und den für f_0 in die Formel für k_1 und den sogenannten Wert für k_1 in die Formel für d_1 ein, so ergibt sich die Gleichung für d_1

$$A d_1^3 + B d_1^2 + C d_1 + D = 0$$

wobei

$$A = 10 \frac{r-1}{r} \beta^2$$

$$B = 20 \frac{r-1}{r} \alpha \beta^2 + (2 q_1 - 5 p) \beta$$

$$C = 10 \frac{r-1}{r} \alpha^2 + (2 q_1 - 5 p) \alpha + 6 p f \beta - \left(5 p + \frac{2}{r} \right) q_1$$

$$D = 6 p f \alpha$$

$$\alpha = 1.8 h + p$$

$$\beta = 2.5 \text{ für Steingewölbe}$$

$$= 1.8 \text{ „ Ziegel- „}$$

Bei den nach der Stützlinie geformten Gewölben bleibt die Stützlinie im Drittel des Gewölbquerschnittes, es treten daher keine Zugspannungen auf, falls

$$d_1 \geq 0.245 l \sqrt{\frac{p q_0}{\left(q_0 - \frac{p}{2} \right) k_1}}$$

Diese Bedingung braucht bei Eisenbetongewölben nicht erfüllt zu sein.

für Steingewölbe $q_0 = 1.8 h + 2.5 d_1 + p t/m^2$

„ Ziegel- „ $q_0 = 1.8 (h + d_1) + p$

Man setze die Werte für k_1 und q_0 in die Formel für d_1 und rechne daraus d_1 .

III.

Graphostatische Untersuchung für Tonnengewölbe und Bögen.

I. Voraussetzungen:

1. Beide Kämpfer liegen in gleicher Höhe.
 2. Die Nutzlast verteilt sich gleichmäßig über beide Gewölbhälften.
- Es wird auch nur eine Hälfte des Gewölbes belastet vorausgesetzt.

II. Annahmen:

1. Die Kämpfer- und die Scheitelstützkräfte (K_1 und H) greifen in den Fugemitteln (A_0 und B_0) an.

Es wird auch angenommen, daß K_1 durch das innere [äußere] und H durch das äußere [innere] Drittel geht.

2. Weil eine symmetrische Belastung vorliegt, ist der Scheiteldruck H horizontal.

Abb. 988.

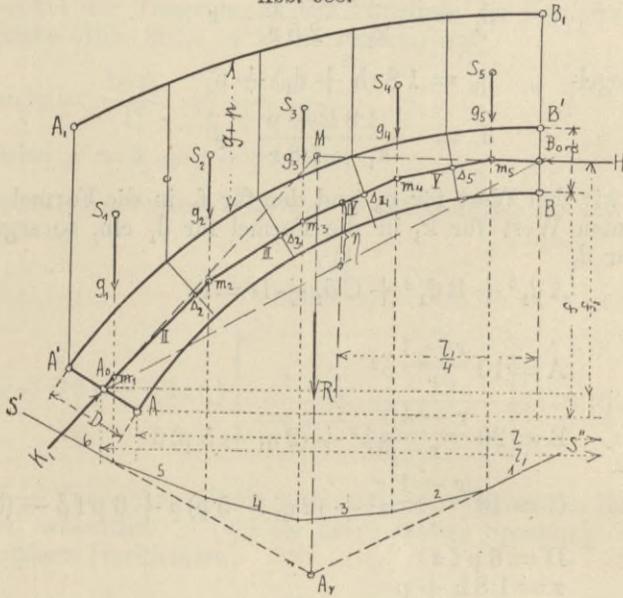
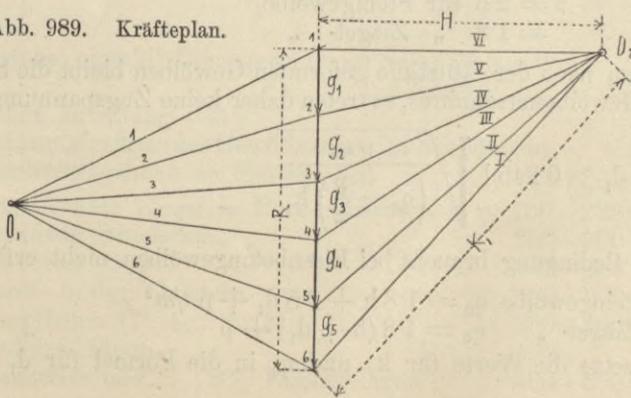


Abb. 989. Kräfteplan.



III. Untersuchung:

1. Wir zeichnen die Kurve AB der Laibung (Abb. 988);
2. berechnen die Scheitelstärke d und die Kämpferstärke D nach den Formeln der Seiten 255 bis 257 oder wählen sie schätzungsweise und tragen sie auf ($d = BB'$ und $D = AA'$);
3. zeichnen die Kurve $A'B'$ des Rückens;
4. bestimmen die Belastungslinie A_1B_1 derart, daß das Volumen vom Querschnitte $A'B'B_1A_1 \times$ dem Einheitsgewichte γ des Gewölbmauerwerks = der auf dem Rücken A_1B_1 des Gewölbes ruhenden Belastung;
5. zerlegen A_1B_1BA durch vertikale Linien in Streifen.
 - a) Bei flachen Gewölben macht man diese Streifen gleich breit;
 - b) bei hohen Gewölben ist $A'B'$ in gleiche Teile zu teilen.
6. Von den unteren Grenzpunkten dieser Streifen sind radial die Fugen zu ziehen.
7. Die Gewichte der Streifen einschl. der von den zugehörigen Fugen begrenzten Gewölbstücke $g_1, g_2 \dots$ greifen in den Schwerpunkten $S_1, S_2 \dots$ an.
8. $R = \Sigma g = g_1 + g_2 + g_3 + \dots$ ist die Resultierende aus $g_1, g_2, g_3 \dots$

$$\left. \begin{array}{l} g_1 = 1, 2 \\ g_2 = 2, 3 \\ g_3 = 3, 4 \\ \dots \dots \end{array} \right\} \text{(Abb. 989).}$$

9. Dann bestimmen wir den Angriffspunkt A_r der R mittels des Seilpolygons $S' 654321 S''$ (Abb. 988), welche für den Pol O_1 (Abb. 989) konstruiert ist,

10. zerlegen R in H und K_1 (Abb. 989).

$1 O_2 = H$ ist horizontal

$6 O_2 = K_1$ ist $\parallel A_0 M$ (Abb. 988).

M wird erhalten, indem man die Horizontale in B_0 mit der Richtung von R zum Schnitt bringt.

11. Nun zeigt sich, ob d und D richtig gewählt worden sind für die zulässige Inanspruchnahme des Gewölbmaterials auf Druck $= k_e$ müssen, wenn die Untersuchung für 1 m Gewöblänge erfolgt

$$d \geq \frac{H}{100 k_d} \quad D \geq \frac{K_1}{100 k_d} \text{ sein.}$$

Erforderlichenfalls sind d und D , wenn sie wesentlich von $\frac{H}{100 k_d}$ u. $\frac{K_1}{100 k_d}$ abweichen, richtig zu stellen und ist für diese Größen die Untersuchung vorzunehmen.

12. Von der Mitte B_0 der Scheitelfuge BB' beginnend, setzen wir H mit dem nächsten g (g_5) zusammen, deren Resultierende ($2 O_2$, Abb. 989) mit dem folgenden g (g_4) usw., wobei der Kräfteplan ($1 O_2$, Abb. 989) benutzt wird.

$$\begin{array}{l} B_0 m_5 \parallel 1 O_2 \\ m_5 m_4 \parallel 2 O_2 \\ \dots \dots \dots \\ m_2 m_1 \parallel 5 O_2 \\ m_2 A_0 \parallel 6 O_2 \end{array}$$

$m_1, m_2 \dots$ liegen in der Richtung von $g_1, g_2 \dots$

Dadurch ergibt sich in Abb. 988 das Mittelkraftpolygon $A_0 m_1 m_2 \dots m_5 B_0$

$m_1, m_2 \dots$ sind demnach die Schnittpunkte der betreffenden Resultanten ($6 O_2, 3 O_2, 4 O_2 \dots$) mit den Richtungen der $g_1, g_2 \dots$.

13. **Stützlinie** ($A_0 s_2 s_3 \dots B_0$) ist die Verbindungslinie der Schnittpunkte des Mittelkraftpolygons mit den Fugen ($s_2, s_3 \dots$).

14. Der Gewölbquerschnitt ist dann am zweckmäßigsten, wenn die Stützlinie mit der Bogenachse (Mittellinie des Gewölbquerschnittes) zusammenfällt: wenn $s_2, s_3 \dots$ in den Fugenmitten liegen.

Ergibt die Untersuchung, daß die Stützlinie nicht durch die Fugenmitten geht, so ist durch Änderung des Gewölbquerschnittes dies zu erreichen.

Wo die Stützlinie außerhalb der Fugenmitte liegt, muß man (analog Seite 146) die Kantenspannungen σ_1 und σ_2 berechnen und es muß

$$\sigma_1 \leq k_d$$

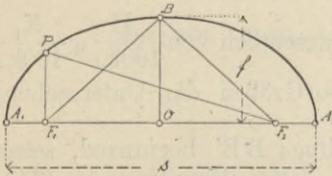
$$\sigma_2, \text{ wenn es } < 0, \leq k_z$$

wobei k_d die zulässige Inanspruchnahme des Gewölbmaterials auf Druck und k_z die des Fugenmörtels, bei Betongewölben des Betons auf Zug bedeuten.

Weil ein Berechnen der Scheitelstärke d und der Kämpferstärke D nach den Formeln auf den Seiten 255 bis 257 sehr umständlich ist, und ein schätzungsweise Wählen sehr fehlerhafte Näherungswerte ergehen kann, so empfiehlt es sich, geeignete Annahmen für d und D folgendermaßen zu ermitteln. Man trage (Abb. 988) die Resultante R aus dem Eigengewichte einschl. Beschüttung usw. sowie Nutzlast auf, wobei es genügt, für d und D ganz rohe Annahmen zu machen; ziehe dann in dem Scheitel der Laibung B eine Horizontale, schneide diese mit der Richtung MA_1 von R und verbinde diesen Schnittpunkt mit dem Anlauf A . Hierauf zerlege man R in 2 Komponenten: in eine horizontale H und in K_1 , welche parallel zur Verbindungslinie von A mit dem Schnittpunkt zwischen R und der Horizontalen in B ist. Er ist dann $d \leq \frac{H}{100 k_d}$ und $D \leq \frac{K_1}{100 k_d}$ zu machen.

§ 13. Konstruktion der Bögen.

Abb. 990.



I. Ellipse.

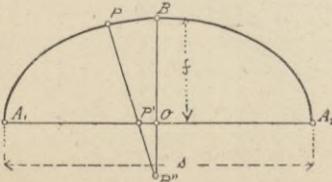
Gegeben: $A_1 A_2 = s$ und $OB = f$.

1. Abb. 990:

Man bestimme die Brennpunkte F_1 und F_2 , so daß $F_1 B = F_2 B = \frac{s}{2}$, befestige eine Schnur $F_1 P F_2$

in F_1 und F_2 so, daß ihre Länge dazwischen $F_1 P + P F_2 = s$, und lasse dann, von der Schnur geführt, den Stift P von A_1 über P und B nach A_2 gleiten, wodurch die Ellipse $A_1 P B A_2$ beschrieben wird.

Abb. 991.



2. Abb. 991:

Man trage auf der Latte $PP'P''$ auf: $PP' = OB = f$ und $PP'' = A_1 O = \frac{s}{2}$, lasse dann P'

längs $A_1 A_2$ und P'' längs OB gleiten. P beschreibt dabei die Ellipse $A_1 P B A_2$.

3. Abb. 992:

Man ziehe aus O die Kreise $A_1' B A_2'$ mit dem Radius f und $A_1 B' A_2$ mit dem Radius $\frac{s}{2}$; ziehe von O den Strahl OP' , bestimme P' und P'' , ziehe in P' eine Vertikale und in P'' eine Horizontale. Der Schnittpunkt P der Vertikalen aus P' und der Horizontalen aus P'' ist ein Punkt.

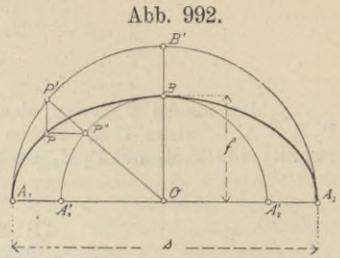


Abb. 992.

II. Korbbogen.

Gegeben: f und s .

1. Mit 2 Mittelpunkten.

1. Abb. 993:

Man wähle C in OB , mache $A_1 M_1 = BC$, ziehe $M_1 C$, mache $M_1 D = DC$ und ziehe $DM_2 \perp M_1 C$.

M_1 ist der Mittelpunkt für $A_1 P$
 M_2 " " " " $P B$.

2. Abb. 994:

Man wähle C in OA_2 , mache $BM_2 = A_1 C$, ziehe $M_2 C$, mache $M_2 D = DC$, ziehe $DM_1 \perp M_2 C$, wodurch sich M_1 ergibt.

M_1 ist der Mittelpunkt für $A_1 P$
 M_2 " " " " $P B$.

Abb. 993.

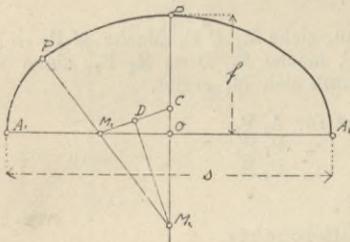


Abb. 994.

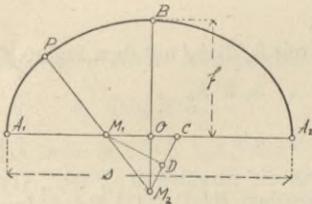


Abb. 995.

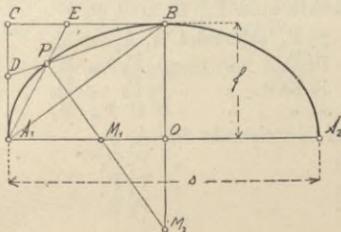
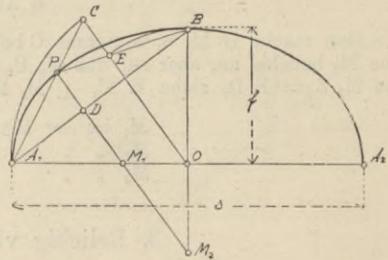


Abb. 996.



3. Abb. 995:

Man ziehe $A_1 B_1$, dann $A_1 E$ so, daß $\sphericalangle CA_1 E = \sphericalangle EA_1 B$ und BD so, daß $\sphericalangle A_1 B D = \sphericalangle D B C$, wodurch sich P als Schnittpunkt von $A_1 E$ mit BD ergibt; ziehe nun $P M_2 \perp A_1 B$, wodurch man M_1 und M_2 erhält.

M_1 ist der Mittelpunkt von $A_1 P$
 M_2 " " " " $P B$.

4. Abb. 996:

Man ziehe $A_1 B$, dann $OC \perp A_1 B$, mache $OC = OA_1$, und $OE = OB$ und ziehe $A_1 C$ und BE , wodurch sich P als Schnittpunkt von $A_1 C$ und BE ergibt, ziehe dann $P M_2 \perp A_1 B$ und erhält M_1 und M_2 .

M_1 ist der Mittelpunkt für $A_1 P$
 M_2 " " " " $P B$.

2. Mit 3 Mittelpunkten.

5. Abb. 997:

Man mache $B M_3 = s$, ziehe $M_3 P_2$, mache $M_3 P_2 = M_3 B$, wähle C in $A_1 O$, mache $P_2 E = A_1 C$, ziehe $C E$, mache $C F = F E$, ziehe $F M_2 \perp C E$, wodurch sich M_2 als Schnitt von $F M_2$ mit $P_2 M_3$ ergibt.

M_1 ist der Mittelpunkt für $A_1 P_1$
 M_2 " " " " $P_1 P_2$
 M_3 " " " " $P_2 B$.

Abb. 997.

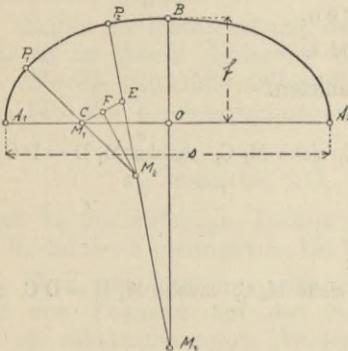
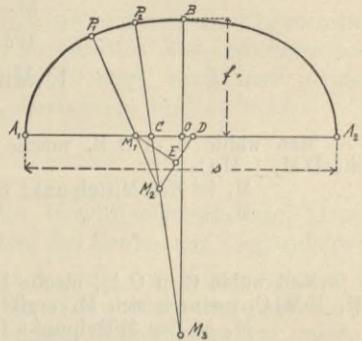


Abb. 998.



6 Abb. 998:

Man mache $B M_3 = s$, nehme C beliebig an, ziehe $M_3 C P_2$. Mache $M_3 P_2 = M_3 B$, nehme M_2 beliebig an, aber so, daß $M_2 P_2 > A_1 C$, mache $A_1 D = M_2 P_2$, ziehe $M_2 D$, mache $M_2 E = E D$, ziehe $E M_1 \perp M_2 D$, wodurch sich M_1 ergibt.

M_1 ist der Mittelpunkt für $A_1 P_1$
 M_2 " " " " $P_1 P_2$
 M_3 " " " " $P_2 B$.

3. Beliebig viele Mittelpunkte.

7. Abb. 999:

Man zeichne

den Kreis $A_1' B A_2'$ mit dem Radius $f = O B$

" " $A_1 B' A_2$ " " " $\frac{s}{2} = A_1 O$

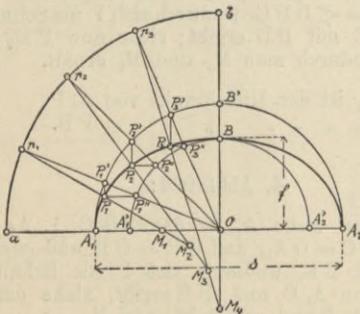
" " $a b$ " " " $f + \frac{s}{2}$;

ziehe dann die Strahlen $O p_1, O p_2, O p_3$, wodurch sich ergeben $P_1', P_1'', P_2', P_2'', P_3'$ und P_3'' ; und zeichne hierauf in P_1', P_2' und P_3' Vertikale und in P_1'', P_2'' und P_3'' Horizontale. Deren Schnittpunkte sind P_1, P_2 und P_3 ;

$p_1 P_1$ schneidet $A_1 A_3$ in M_1
 $p_2 P_2$ " " $p_1 P_1$ " M_2
 $p_3 P_3$ " " $p_2 P_2$ " M_3
 " " " " $B' O$ " M_4

M_1 ist der Mittelpunkt für $A_1 P_1$
 M_2 " " " " $P_1 P_2$
 M_3 " " " " $P_2 P_3$
 M_4 " " " " $P_3 B$.

Abb 999.



III. Schwanenhalsbögen.

I. Gegeben: $A_1 A_2 A_1' A_2'$.

A. Vergatterung.

1. Abb. 1000:

Man ziehe aus O ($A_1 O = O A_2$) den Kreisbogen $A_1 B' A_2$, mache $OB' \perp A_1 A_2$, teile OB' in beliebig viele Teile und ziehe durch die Teilungspunkte a, b, c Parallele zu $A_1 A_2$ und zu $B'B$. Jene ergeben auf dem Kreisbogen $A_1 B' A_2$ die Punkte $a_1, b_1, c_1, a_1', b_1', c_1'$; diese a', b', c' auf OB . Durch $a_1, b_1, c_1, a_1', b_1', c_1'$ ziehe man Parallele zu $B'B$; durch a', b', c' Parallele zu $A_1 A_2$. Deren Schnittpunkte $P_1, P_2, P_3, P_1', P_2', P_3'$ sind Punkte des Bogens.

B. Ellipse.

2. Abb. 1001:

Man ziehe aus O ($A_1 O = O A_2$) $OB \parallel A_1 A_1'$ und aus B, dem Schnittpunkte von OB mit $A_1' A_2'$, $BC \perp A_1' A_2'$, mache $BC = A_1 O$, ziehe $BD \perp OC$, so daß $OD = DC$, ziehe DBE , mache $DE = DO$ und $DF = DB$, ziehe $A_1'' A_2''$ von E durch O, mache $O A_1'' = OF = O A_2''$, ziehe $OB'' \perp A_1'' A_2''$ und mache $OB'' = BE$.

Abb. 1001.

$A_1'' A_2''$ ist die große Achse der Ellipse.
 OB'' " " kleine " " "

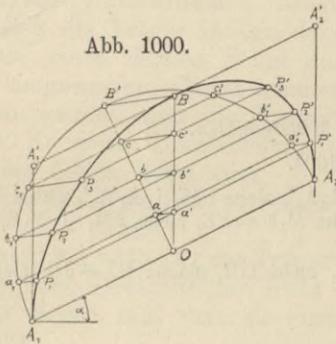


Abb. 1000.

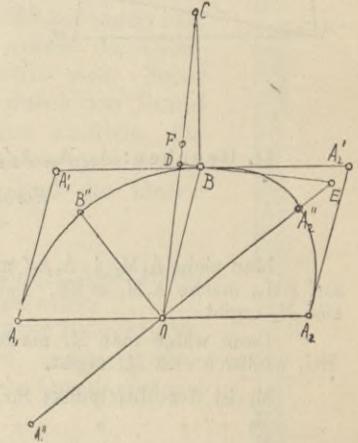


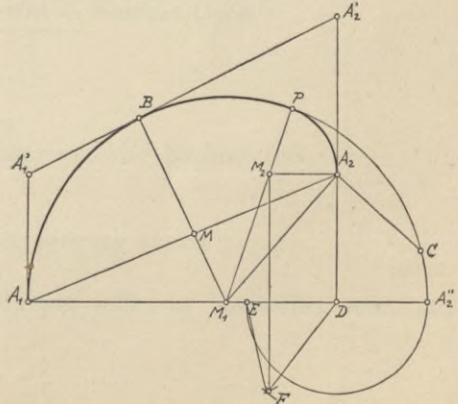
Abb. 1002.

C. Korbbogen mit 2 Mittelpunkten.

3. Abb. 1002.

Man ziehe $A_1 A_2'' \perp A_1 A_1'$ und $DA_2' \perp A_1 A_2''$, mache $A_1' B = A A_1'$, ziehe $BM_1 \perp A_1' A_2'$, wodurch sich M_1 ergibt; mache $M_1 A_2'' = M_1 A_1$ und $ED = DA_2''$, ziehe $A_2 C \perp M_1 A_2$, mache $EF = ED$ und $DF = A_2 C$, ziehe $FM_2 \perp A_1 A_2''$ und $M_2 A_3 \perp DA_2'$, wodurch sich M_2 ergibt.

M_1 ist der Mittelpunkt für $A_1 B P$
 M_2 " " " " $P A_2$



D. Korbbogen mit 3 Mittelpunkten.

4. Abb. 1003.

Man ziehe $A_1M_1 \perp A_1A_1'$, und $A_2M_2 \perp A_2A_2'$, mache $A_1'B = A_1A_1'$, ziehe $BM_1 \perp A_1'A_2'$, wodurch sich M_1 ergibt. Dann wähle man D auf A_2M_2 (oder BM_1), mache $BE = A_2D$, ziehe ED' mache $EF = FD$, ziehe $M_2F \perp ED$, wodurch sich M_2 ergibt.

M_1 ist der Mittelpunkt für A_1B
 M_2 " " " " PA_2
 E " " " " BP .

Abb. 1003.

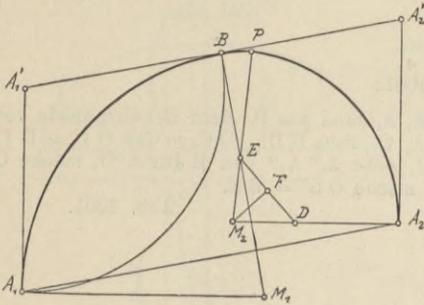
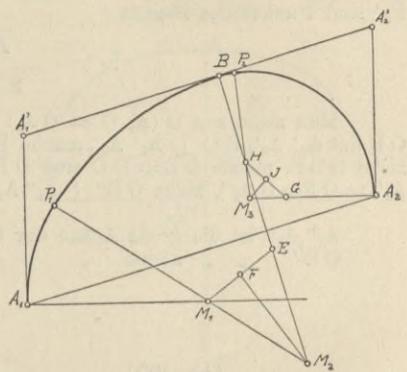


Abb. 1004.



II. Gegeben: A_1, A_2, A_1', A_2' und B.

Korbbogen mit 3 Mittelpunkten.

5. Abb. 1004.

Man ziehe $A_1M_1 \perp A_1A_1'$ und $A_2M_3 \perp A_2A_2'$, ziehe $BM_2 \perp A_1'A_2'$, wähle E beliebig auf BM_2 , mache $A_1M_1 = BE$, ziehe M_1E , mache $M_1F = FE$, ziehe $FM_2 \perp M_1E$, wodurch sich M_2 ergibt.

Dann wähle man H, mache $A_2G = BH$, ziehe GH, mache $HJ = JG$, ziehe $M_3J \perp HG$, wodurch sich M_3 ergibt.

M_1 ist der Mittelpunkt für A_1P_1
 M_2 " " " " P_1B
 M_3 " " " " BA_2 .

III. Kapitel.

Gewölbe zwischen eisernen Trägern.

Zwischen gewalzten I-Trägern liegen

a) in der Regel **flache Tonnen***) (preußische Kappen, gewöhnlich Kappen, in der Praxis meistens Platzel genannt), die aus einzelnen Steinen gewölbt werden oder

b) **Platten**, scheinrechte Wölbungen, aus einzelnen Steinen u. dgl. mit wagrechter Deckenunterfläche. Abb. 1005.

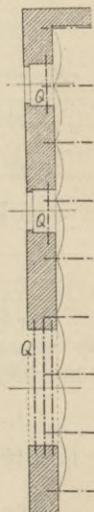
Diese Decken sind sehr tragfähig, dauerhaft, widerstandsfähig und halten auch Stöße und Erschütterungen aus.

Feuersicher sind sie nur dann, wenn sowohl die Ober- als auch die Unterflanschen feuersicher umhüllt sind. Sonst würden sich die Träger infolge der Erhitzung durch den Brand ausdehnen, einen starken Schub auf die Mauern ausüben, die dadurch umgeworfen werden könnten, oder wenn sie stark genug wären, so würden sich die Träger verbiegen und die Decke zerstören. Zu dieser Ummantelung benützt man

1. am besten Beton oder
2. bei den Unterflanschen auch: Flanschenziegel (Abb. 1026)
" " Ober- " " : Ziegelmauerwerk.

Über die Auflager der Träger siehe S. 48, über Träger S. 55.

Wo diese Deckenträger nicht auf Mauern, sondern über Öffnungen liegen, muß man sie durch Querträger Q unterfangen (Abb. 998).



Zweckmäßigste Trägerentfernung.

Bezeichnungen:

- q gesamte Belastung, Eigengewicht + Nutzlast (kg/m^2)
- l Spannweite (m)
- e Entfernung der Träger (m)
- h Höhe der Träger (cm)
- f Durchbiegung der Träger (cm).
- a Abstand der gespanntesten Faser von der Nulllinie (cm)
- M Biegemoment ($kgcm$).
- W Widerstandsmoment (cm^3)
- k zulässige Inanspruchnahme bei Biegung (kg/cm^2)
- E Elastizitätsmodul (kg/cm^2)

Die Belastungsverhältnisse der Träger sollen so beschaffen sein, daß

$$\text{die Durchbiegung } f \leq \frac{l}{600}.$$

*) Siehe S. 227.

Für einen an den Enden frei aufliegenden und durch q (kg/m) gleichmäßig belasteten Träger ist

$$f = 100 \frac{5}{48} \frac{k l^2}{E a}$$

für $f = \frac{l}{600}$ und $a = \frac{h}{2}$ ergibt sich

$$h = 12500 \frac{k}{E} l$$

Aus $M = \frac{100}{8} q e l^2 = W k$ folgt

$$e = \frac{8}{100} \frac{W k}{q l^2}$$

Den Wert von $\frac{1}{l} = \frac{10^5}{8} \frac{k}{E h}$ eingesetzt, erhält man

$$e = \frac{10^8}{8} \frac{W k^3}{E^2 q h^2}$$

Setzen wir

$$\alpha = \frac{10^8}{8} \frac{W k^3}{E^2 h^2}$$

so ist

$$e = \frac{\alpha}{q}$$

Für Schmiedeeisen, also $k = 1000 \text{ kg/cm}^2$ und $E = 2.000.000 \text{ kg/cm}^2$ werden

$$h = \frac{l}{16}$$

$$\alpha = 5^5 \frac{W}{h^2}$$

Für die gewalzten Träger nach den Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines gelten:

Profil-Nr.	$l = 16 h$ (m)	α	Profil-Nr.	$l = 16 h$ (m)	α
8	1.28	1172.8	23	3.68	2081.6
10	1.60	1286.3	24	3.84	2139
12	1.92	1405.6	24a	3.84	2589.4
13	2.08	1475.2	25	4.00	2196.4
14	2.24	1475.8	26	4.16	2254.3
15	2.40	1540.1	28	4.48	2400.0
16	2.56	1433.4	28a	4.48	2902.9
18	2.88	1763.8	30	4.80	2516.2
18a	2.88	2522.4	32	5.12	2633.2
20	3.20	1876.6	35	5.60	2693.2
21	3.36	1933.7	40	6.40	3155.9
22	3.52	1991.1	45	7.20	3475.7
22a	3.52	2531.3	50	8.00	3862.0

Beispiel.

Gegeben sind q und l .

Man wähle $h = \frac{l}{16}$, ermittle das dazu gehörige α und berechne dann

$$e = \frac{\alpha}{p}.$$

Ermittlung der zweckmäßigsten Trägerentfernung vom Standpunkte der Kosten.

I.

Um zu entscheiden, welche Trägerentfernung e die zweckmäßigste ist, muß man für verschiedene Werte von e die Gesamtkosten K der Deckenkonstruktion berechnen. Daraus ergibt sich, zu welchem e $\min K$ gehört, und dieses e ist zu verwenden (Abb. 1006).

II.

Bei großen Trakttiefen und bei schweren Belastungen ist es meistens zweckmäßiger, Hauptträger H in größeren Entfernungen (e_2), gewöhnlich auf den Fensterpfeiler liegend, anzubringen und auf diese, quer zu ihnen, die eigentlichen Deckenträger (Querträger, in den Entfernungen e_1) zu legen (Abb. 1007).

Die zweckmäßigsten e_1 und e_2 sind aus mehreren Varianten so zu ermitteln, daß für sie die Kosten am kleinsten werden.

III.

Sind die Trakttiefen sehr groß und die Belastungen sehr schwer, so legt man zwischen die Hauptmauern zur Unterstützung der Hauptträger eine oder mehrere Reihen von Stützen S (Abb. 1008), u. zw.:

1. Mauerpfeiler aus

- | | | | |
|------------------------------|------|---------------------------|--------|
| a) gewöhnlichen Mauerziegeln | } in | α) Weißkalk- | Mörtel |
| b) geschlemmten Ziegeln | | β) Roman- | " |
| c) Klinkern | | γ) Portlandzement | " |
| d) Quadern, | | | |
| e) Beton, | | | |
| f) Eisenbeton, | | | |

2. schmiedeiserne Ständer oder

3. gußeiserne Säulen.

Auch hier muß man aus verschiedenen Varianten die billigste ableiten. Dabei ist zu untersuchen,

a) welche Art der Stützen,

b) welche Entfernung derselben am zweckmäßigsten ist,

c) ob es günstiger ist, die Hauptträger parallel oder quer zu den Hauptmauern zu legen.

Zuweilen schließen sich manche Stützenarten durch Eigentümlichkeiten des Materials von selbst aus. Die eisernen sind ungemein tragfähig, namentlich die aus Schmiedeisen, aber nur dann feuersicher, wenn sie eine feuerbeständige Ummantelung haben. Die gußeisernen vertragen

Abb. 1006.

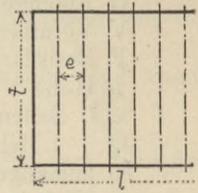


Abb. 1007.

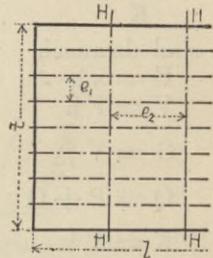
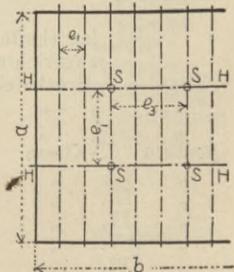


Abb. 1008.



Stöße und exzentrische Belastungen nicht. Feuerbeständig, sehr tragfähig und fest sind Klinker Pfeiler. Eine bedeutende Tragfähigkeit haben die Quader Pfeiler; sie müssen aber aus feuerbeständigen Steinen hergestellt werden. Ständer und Beton sind feuersicher; solche aus Eisenbeton sind auch sehr tragfähig und widerstandsfähig und halten Stöße und Erschütterungen aus. Während die gemauerten Pfeiler große Abmessungen erfordern, gestatten die Stützen aus Eisen oder Eisenbeton schlanke Verhältnisse.

Bezeichnungen:

- P Belastung der Stütze (kg)
- G Eigengewicht " " "
- V Volumen " " (m³)
- F Basisfläche " " (m²)
- h Höhe " " (m)
- a, b Seiten der Basis "
- Q Belastung " " (kg)
- k_d zulässige " " (kg/cm²)
- γ Einheitsgewicht des Stützenmaterials (kg/m³)
- k Kosten der Stütze (K/m³)
- K " " " (K).

Es sind demnach

$$\begin{aligned}
 F &= a b & Q &= 10000 F k^x \\
 V &= F h & Q &= P + \gamma a b h = 10^4 F k_d \\
 G &= V \gamma & a b &= \frac{P}{10^4 k_d - \gamma h} = \text{Funktion } (k_d, \gamma) \\
 Q &= P + G \\
 K &= V k & K &= (a b h) k = \frac{P}{10^4 \frac{k_d}{h} - \gamma} k = \text{Funktion } (k_d, \gamma, k).
 \end{aligned}$$

Beispiel:
 P = 30000 kg
 h = 5.00 m
 a = b

Material der Stütze	Mörtel	k _d	γ	V	a. b	k	K
	aus	(kg/cm ²)	(kg/m ³)	(m ³)	(cm)	(K/m ³)	(K)
gewöhnliche Ziegel	W	5	1600	4.05	90.90	20.—	81.—
" "	R	7.5	1600	2.25	75.60	21.—	47.—
" "	P	10	1700	1.80	60.60	25.—	45.—
geschlemmte " "	P	12	1730	1.35	45.60	31.—	42.—
Klinker	P	20	2000	0.68	45.30	64.—	43.—
Bruchsteine	W	4	2200	5.15	102.101	17.—	88.—
" "	R	5	2200	3.87	88.88	19.—	74.—
" lagerhafte	R	8	2200	2.18	66.66	20.—	44.—
" zugerichtete	R	10	2500	1.71	58.59	22.—	38.—
1/3 Ziegel + 2/3 Bruchsteine	W	4	2000	5.00	100.100	18.—	90.—
" "	R	5	2000	3.74	87.86	20.—	75.—
" "	P	8	2033	5.15	66.65	25.—	129.—
Quadern I. Klasse		100	2700	1.51	55.55	180.—	272.—
" II. "		70	2600	2.18	66.66	170.—	371.—
" III. "		50	2500	3.08	78.79	160.—	493.—
" IV. "		35	2400	4.47	94.95	150.—	671.—
" V. "		15	2106	1.77	59.60	140.—	248.—
" VI. "		8	2000	2.24	67.67	130.—	291.—
Beton 1:3		18	2200	0.88	42.42	45.—	75.—
1:5		12	2200	1.38	52.53	33.—	46.—
1:8		8	2200	2.18	66.66	27.—	59.—
1:10		6	2200	3.08	78.79	25.—	77.—

Berechnung der Träger.

1. Tragen die Deckenträger nur eine gleichmäßig verteilte Belastung, so bestimmt man das erforderliche Profil aus der Trägertabelle (siehe S. 56) für die Belastung q (kg/m) und die Stützweite l (m).

2. Kommen auch Einzellasten vor, so muß man das erforderliche größte Widerstandsmoment W berechnen und einen Träger ermitteln, dessen Widerstandsmoment höchstens um $1 cm^3$ kleiner ist als W .

I. Mauerziegel.

Die Tonnen, aus gewöhnlichen Mauerziegeln gewölbt, liegen auf den Unterflanschen der Träger.

Die Zwickel zwischen den Kämpfern und den Trägern sind auszumauern (Hintermauerung, Nachmauerung).

Trägerentfernung: $e = 1\frac{1}{4} - 2\frac{1}{2} m$.

$e \leq 1.40 m$ am zweckmäßigsten, weil für $e > 1.40 m$, um $70 kg/m^2$ mehr Eigengewicht einzusetzen ist (siehe S. 198).

Pfeilhöhe: $f = \frac{e}{10} \left(\frac{e}{8} \dots \frac{e}{12} \right)$

Kappenstärke: $d = 15 cm$ ($\frac{1}{2}$ Stein).

Schutthöhe über dem Scheitel $s \geq 8 cm$.

Konstruktionsstärke ausschließl. Fußboden:

$$H_c = f + d + s = \frac{e}{10} + 23 cm$$

$$e = 1.0 \dots 3.0 m \quad H_c = 33 \dots 53 cm$$

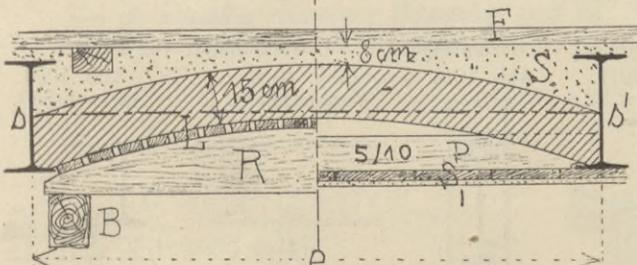
Die Schließen sollen über dem Scheitel der Laibung liegen (ss', Abb. 1009).

Entfernung der Schließen.

Trakttiefe	Schließenanzahl
bis 4 m	1
4-5.5 "	2
5.5-7.5 "	3

Es sind immer die 3 Endfelder mit Schließen zu versehen.

Abb. 1009.

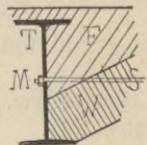


F Fußboden.
S Schutt.
s' Schließe.

L Latten der Schalung.
R Rutschlehrbogen, Ramenat-
bogen.

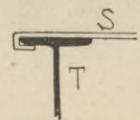
P Pfosten o. „Tragel“.
S₁ Putzschalung, Stukkaturung
und Deckenputz.

Abb. 1010.



T Träger.
W Wölbung.
F Auffällung.
M Mutter.

Abb. 1011.



T Träger.
S Hangelschließe.

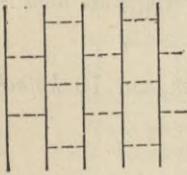
1. Zug- oder Spannschließen (Abb. 1009 u. 1010) aus 15—18 mm starken Rundeisen. Am besten fassen sie den Träger in der Mitte des Steges (Abb. 1010).

2. Hangelschließen (Abb. 1011) aus Agraffeneisen, d. s. hakenförmig umgebogene Flacheisen.

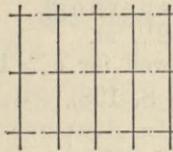
Am besten wäre es, sie in jedem Felde anzuordnen (Abb. 1012 bis 1014). Gewöhnlich aber genügt es, die 3 Endfelder mit Schließen zu versehen.

1. Zugschließen.

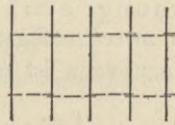
I. Art.
Abb. 1012.



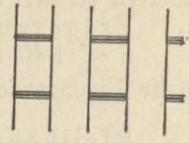
II. Art.
Abb. 1013.



2. Hangelschließen.
Abb. 1014.



3. Stehbolzen.
Abb. 1015.



3. Stehbolzen (Stehhülsen, Stemmhülsen): dem Lichtmaß der Stege entsprechend genauestens abgelängte Gasrohre werden über die Rundeisen-schließen geschoben; diese verhindert ein Auseinandergehen, jene ein Zusammenschieben der Träger.

Es genügt, jedes zweite Feld mit Stehbolzen zu versehen (Abb. 1015).

Mörtel.

a) gewöhnlich: verlängerter Zementmörtel (1 Kalkbrei + 1/2...1 Portlandzement + 3...5 Sand),

b) bei großen Trägerentfernungen und schweren Lasten: reiner Zementmörtel (1:3).

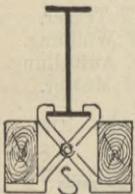
Über den Rücken des Gewölbes ist stets ein Mörtelguß auszubreiten.

Einrüstung.

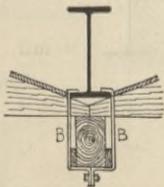
Der Rutsch- oder Ramenatbogen (R, siehe Abb. 1009) liegt auf Balken, die getragen werden von

a) einem Gerüste. Das ist zu vermeiden, weil dessen Herstellung teuer und umständlich wäre.

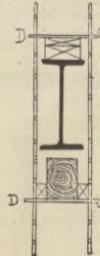
1. Gerüstschere.
Abb. 1016.



2. Gerüstbügel.
Abb. 1017.



3. Gerüstträger.
Abb. 1018.



4. Gerüsthalter von Stieper.
Abb. 1019.
Vorderansicht.

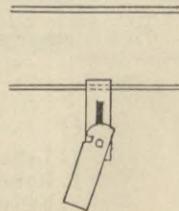
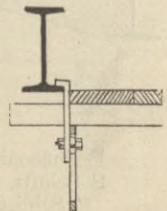


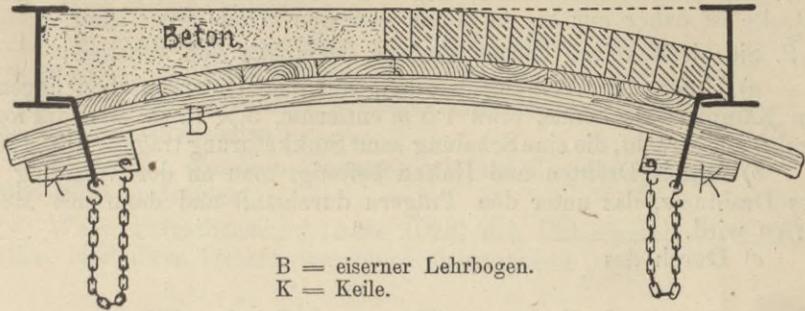
Abb. 1020.
Seitenansicht.



D = eiserne Dorne.

5. Gerüstbogen.

Abb. 1021.



B = eiserner Lehrbogen.
K = Keile.

b) einer Gerüstschere (S, Abb. 1016);

einem Gerüstbügel (Abb. 1017) u. dgl. (Abb. 1017—1020).

Man ersetzt die Ramenatbögen auch durch Lehrbögen auf Flacheisen (B, Abb. 1021).

Tragfähigkeit der Kappen:

$$e = 1.5 \quad 2.0 \quad 2.5 \quad 3.0 \text{ m}$$

$$\text{max } q = 2000, 1500, 1100, 800 \text{ kg/m}^2$$

Für $d = 15 \text{ cm}$ und $f = \frac{s}{10}$ ergab sich bei $q = 2000 \text{ kg/m}^2$ erst eine mäßige Durchbiegung; die Bruchlast betrug etwa 43000 kg/m^2 .

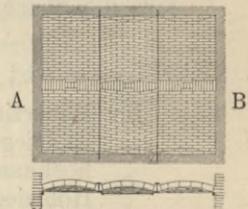
Die Ziegelkappen sind daher für alle im Hochbau vorkommenden Belastungen stark genug.

Einwölbung.

Abb. 1022.
Grundriß.

Sie erfolgt

1. auf den Schwalbenschwanz (Abb. 893, 894).
2. mit Rutschbögen (Ramenatbogen) (Abb. 895, 896, 1022) — besser als 1.

Abb. 1023.
Schnitt A B.

Trägerstärke.

Bei gleichmäßig verteilter Belastung und an den Enden frei aufliegende Trägern ist

$$M = \frac{100}{8} (g + p) e l^2 = W k$$

Daraus folgt

$$W = \frac{100}{8k} (g + p) e l^2$$

Für $k = 1000 \text{ kg/cm}^2$

$$e < 1.40 \text{ m} \quad g = 480 \text{ kg/m}^2 \text{ ist } W = \left(6 + \frac{p}{80}\right) e l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

$$e = 1.40 - 3.00 \text{ m} \quad g = 550 \quad \text{,,} \quad \text{,,} \quad W = \left(6.875 + \frac{p}{80}\right) e l^2 \quad \text{,,}$$

Mängel dieser Deckenkonstruktion:

1. Die Trägerunterflanschen liegen der Einwirkung des Feuers bloß: die Decke ist daher nur bis zu einem gewissen Grade feuersicher.

2. Sie bietet keinen ebenen Plafond. Dem läßt sich abhelfen:

a) Unter der Wölbung werden, auf den Unterflanschen liegende, in den Kämpfern steckende, etwa 1.5 m entfernte, 5 × 10 cm starke Pfosten (Trageln) angebracht, die eine Schalung samt Stukkaturung tragen (Abb. 1009).

b) Mittels Drähten und Haken befestigt man an der Wölbung ein ebenes Drahtnetz, das unter den Trägern durchläuft und dann mit Mörtel beworfen wird.

c) Durch das

Horizontale Zackengewölbe von J. Schober (Wien).

Mittels einer zackenförmig ausgeschnittenen Lehre (Schablone) (L, Abb. 1024) werden die Ziegel so verlegt, daß sie eine zackenförmige Laibung

Abb. 1024.

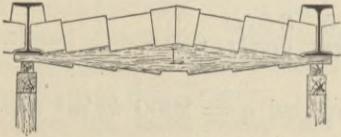
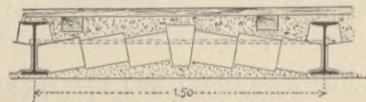


Abb. 1025.



bekommen, deren Ecken auf einer horizontalen Ebene liegen. Die Lehre wird in jeder folgenden Schar umgedreht. Der angeworfene Putzmörtel gibt ohne weiteres einen horizontalen Plafond (Abb. 1025).

Trägerentfernung:

falls die Steine hochkantig liegen: $e = 2 \dots 2.5 \text{ m}$

„ „ „ flachkantig „ : $e = 1.5 \dots 2 \text{ „}$

Eigengewicht einschl. Putz:

für Mauerziegel 250 kg/m^2

„ flachliegende Gewölbziegel 300 „

„ hochkantige „ 400 „

„ Hohlziegel: um 30% weniger.

Tragfähigkeit: etwa 2000 kg/m^2 .

Wegen des starken Seitenschubes, darf man keine großen Trägerentfernungen machen und muß man reichlich Schließen anbringen.

II. Formziegel.*)

Das Bestreben, eine wagrechte (schiefe) Deckenunterfläche ohne besondere Vorkehrungen zu gewinnen, führte zu Formziegeln, bei denen die Steine mit Vorsprüngen (Nasen, Wulsten, Falzen u. dgl.) in Vertiefungen

*) In den letzten Jahren ist eine Unzahl von Formziegeln ersonnen worden. In den folgenden Besprechungen wird selbstverständlich nicht ein Verzeichnis derselben geboten; es werden nur so viele erwähnt, als erforderlich sind, um ein Bild dieser Konstruktionsart zu schaffen.

(Nuten usw.) der Nachbarsteine eingreifen. Dadurch ergibt sich eine zusammenhängende Platte.

Vorzüge dieser Decken:

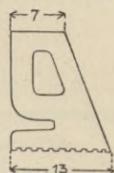
a) Die Belastungen verteilen sich auf größere Flächen als bei stumpfen Aneinanderstoßen der Steine.

b) Die geringe Pfeilhöhe gestattet ohne weiteres einen ebenen Plafond herzustellen.

c) Sonst sind dieselben Vorzüge wie bei Ziegelkappen (S. 269—272) vorhanden.

d) Wenn Flanschenziegel (Abb. 1018) den Unterflansch umhüllen, sind diese Decken wesentlich feuersicherer.

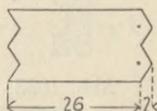
Flanschen-
ziegel.
Abb. 1026.



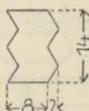
1. Doppel-Falz- und Zackenziegel von F. Ludwig (Wien).

Um die Träger zu entlasten, werden die Steine, statt nach der Form einer flachen Tonne, nach der eines solchen Muldengewölbes gelegt. Dadurch überträgt sich ein Teil der Belastung auf die Mauern.

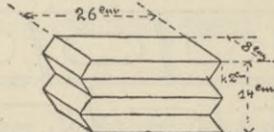
Längsschnitt.
Abb. 1027.



Querschnitt.
Abb. 1028.



Ansicht.
Abb. 1029.



Bei geringen Spannweiten genügen 10 cm hohe oder poröse Ziegel; bei sehr großen sind Eiseneinlagen anzubringen.

Trägerentfernung: $e \leq 3.0 \text{ m}$

$= 1.75 \dots 2.5 \text{ m}$ am günstigsten.

e	f
bis 1.0 m	bis 1.0 cm
1.0—1.5 "	1.0—1.5 "
1.5—2.0 "	1.5—2.5 "
2.0—2.5 "	2.5—3.8 "
2.5—3.0 "	3.8—5.5 "

Vorzüge:

a) Infolge der geringen Pfeilhöhe kann man ohne besondere Vorkehrungen durch bloßes Auftragen des Deckenputzes eine wagrechte Deckenunterfläche gewinnen.

b) Geringes Eigengewicht der Wölbung.

c) Geringe Konstruktionsstärke.

Konstruktionshöhe: 30 cm.

Eigengewicht einschließlich Verputz, aber ohne Schutt und Fußboden

für Vollziegel 250 kg/m²

„ Hohlziegel 190 „

Tragfähigkeit: 6260 kg/m^2 bei 2 m Spannweite und unsymmetrischer Belastung.

Nutzlast (kg/m^2)	Trägerentfernung (m)	Pfeilhöhe (cm)
bis 310	1.80	3
310—450	1.65	3.5
450—550	1.50	3.5

2. Falzziegel von E. Schneider (Wien).

Abb. 1030.
Querschnitt.

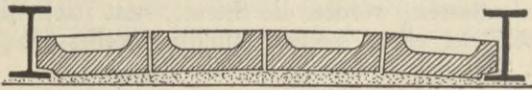
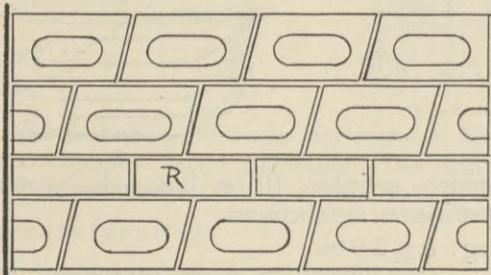


Abb. 1031.
Grundriß.

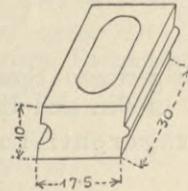


R = Rippe.



Abb. 1032.
Längsschnitt.

Abb. 1033.



Trägerentfernung	Pfeilhöhe
bis 1.5 m	bis 2 cm
1.5—2.0 "	2—5 "

Eigengewicht der Wölbung: 623 kg/m^2 .

Konstruktionsstärke: 30 cm.

Der Seitenschub ist sehr groß, deswegen sind die Träger gut durch Schließen zu verhängen.

Gewölbstärke	Größte Spannweite
9 cm	2.00 m
15 "	2.90 "

Bei 2 m Spannweite sind zur horizontalen Ausgleichung dreieckige Holzleisten an Haken zu befestigen, die schon beim Wölben eingemauert werden.

Mörtel: hydraulischer Kalk + Sand.

Tragfähigkeit:

Ein 15 cm starkes Gewölbe mit $f=0$ zeigte die ersten Risse bei $q = 9000 \text{ kg/m}^2$; bei 17000 kg/m^2 waren Ziegel zertrümmert, das Gewölbe nach unten durchgebogen, aber noch nicht eingestürzt.

3. Geradlinige massive Decke von Förster

(Langenweddingen-Magdeburg).

Höhe der Steine	Eigengewicht der Wölbung	Schlackenauffüllung	Gewicht der Träger	Gesamtes Eigengewicht	Empfehlenswerte Trägerentfernung	
					Wohnräume	Fabriken
10 cm	90	60	25	175	1.7 m	1.5 m
13 "	105	72	"	202	3.0 "	2.0 "
kg/m^2						

Mörtel: 1 Zement + 1 gelöschter Kalk + 4 Sand.

Abb. 1034.

Tragfähigkeit: bei 2225 kg/m^2 trat noch keine Durchbiegung auf.



4. Omega- (Ω -) Formsteine von Heyer (Bocksberg-Hannover).

Mörtel: verlängerter Zementmörtel 1:2.

Konstruktionshöhe ausschließl. Fußboden: 17 cm.

Eigengewicht für 10 cm hohe Steine einschließl. 1 cm Deckenputz und 6 cm Betonauffüllung: 240 kg/m^2 .

Tragfähigkeit: $> 2000 \text{ kg/m}^2$.

5. Exzelsiordecke von Thiemicke (Halberstadt).

Trägerentfernung: 1.5...1.75 m.

Höhe der Steine	Eigengewicht (kg/m^2)	
	Vollsteine	poröse Steine
10 cm	130	110
12 "	156	132

Tragfähigkeit: $> 2000 \text{ kg/m}^2$.

6. Eggerts Wölbsteine.

Trägerentfernung: höchstens 1.75 m.

Eigengewicht einschließl. Fußboden und Putz: 190 kg/m^2 .

Tragfähigkeit bei 3000 kg/m^2 erfolgte noch keine Beschädigung.

7. Securadecke von Schleuning.

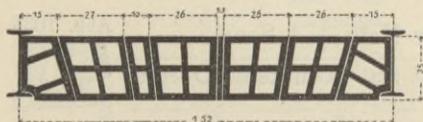
Höhe der Steine (cm)	Eigengewicht (kg/m ²)	Trägerentfernung (m)	Bruchlast (kg/m ²)
22	220	1.93	6700
17	179	1.74	6400
12.5*	142	1.50	6800

*) Die 22 und 17 cm hohen Steine sind dabei liegend verlegt.

Vorzüge:

- fast kein Schutt;
- geringes Eigengewicht;
- schalldämpfend.

Abb. 1035.



9. Amerikanische Hohlziegel aus Terrakotta.

Früher verwendete man gepreßte Terrakotta und legte die Hohlräume parallel zu den Trägern (Abb. 1035).

Heute benützt man poröse Terrakotta, Terrakotta Lumber, indem man dem Ton Holzstaub beimengt (3:1 oder 2:1). Nach dem

Abb. 1036.
Schnitt | Träger.

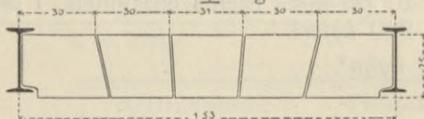


Abb. 1037.
Schnitt || Träger.



Brennen kann man sie sägen, nageln, schrauben wie Holz. Die Hohlräume legt man normal zu den Trägern (Abb. 1036 u. 1037).

System	Eigengewicht (kg/m ²)		Bruchlast (kg/m ²)
	trocken	mit Mörtel	
Pioneer fire proof construction Cy	160	200	2733
Thomas A. Lee	170	215	7844
Wight fire proofing Cy	206	220	4333

10. Hourdis.

Ähnliche Hohlsteine, Tonkästen, häufig Hourdis genannt, wurden auch in Deutschland, England und Frankreich geschaffen.

Verzeichnis und Literatur

über Formziegel.

Albrecht			
Bilgner	Schwerin		Z. d. B. 1895
Blunck	Wiemersdorf	Hohlsteine	B. Z. 1897
Borne	Berneuchen	"	" " "
Breunig	Stuttgart	Hourdis	
Dressel	Gera		
Eggert	Bleckendorf bei Magdeburg	Wölbsteine	
Fischer		Bavariadecke	
Förster	Langenweddingen b. Magdeburg	Massivdecke	Z. d. B. 1897 Z. I. 1897 Z. Bh. 1897 Z. I. 1897 E. N. 1898 Z. d. B. 1899
Froelich	Berlin	Hohlstücke	B. Z. 1897 D. B. 1895
Frohnecke			
Heister			
Heyer	Boksberg bei Hannover	Omega-Form- steine	
Höhnel			
Kaempffer	Webel, Görlitz		
Kapferer	Biebrich a. Rh.	Keilsteine	Z. Bh. 1897, 1898. M. B. 1896
Kopp			
Kumpf & Reth- wisch	Stuttgart	Universalhohl- steine	
Lauterbach		Triumphdecke	
Ligoeki	Bromberg	Falzhohlsteine	B. Z. 1899
Ludwig Franz	Wien	Doppel-Falz- und Zackenziegel	Z. Bt. 1903
Münch	Bern	Wölbsteine	
Pulda	Dresden		B. Z. 1899
Otte			
Rethwisch siehe Kumpf			
Schleuning		Securadecke	
Schneider E.	Wien	Falzziegel	{ Bt. 1884 D. B. 1889
Schuhmacher	"	Hohlkasten	
Sponagel	Zürich		
Thiemicke	Halberstadt		
Wehler	Wien	Wellenfalzziegel	ü. I.-u. A.-V. 1897
Wingen		Hohlkasten	{ D. B. 1894 Z. d. B. 1897 T. 1895
Drake	Chicago	Fawcet lintels	E. N. 1896, 1901. { Z. d. B. 1899 E. N. 1898
Hansom's fire- proof syndicate	London		

Johnson und Kreischer	New-York		M. B. 1896
Lee		Tonkasten	ö. I. A.-V. 1896
Merrick fire- proofing Cy	New-York	Hohlkasten	E. N. 1895
Pioneer fireproof construction Cy		"	ö. I. A.-V. 1896
Wight fireproof- ing Cy		"	"
Laporte Perrière		Tonkasten	D. B. 1886
		"	S. B. Bd. 5
Ambrosius Böcklen Bruckner Katz Kröger		Zementdielen	D. R.-G.-M. 61.437
"		"	
Mack		Gipshohltafeln	
Roeßler	Chemnitz	Spreutafeln	Z. B. 1890
		Asbestzement- platten	
		Kunststeinplatten	
		Gipsdielen	
		Zementdielen	
Stolte		Stegzementdielen	(M. B. 1896 Z. I. 1897 S. B. 1897 Z. d. B. 1897
Weyler	Heilbronn	Horizontaldecke	
Wygash	Beuthen	Zementdielen	Z. Bh. 1897

Siehe auch Handbuch der Architektur, III. Teil, 2. Band, Heft 3.

Abkürzungen.

- ö. I. A.-V. Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.
M. B. Österreichische Monatsschrift für den öffentlichen Baudienst.
D. B. Deutsche Bauzeitung.
W. B. Wiener Bauindustriezeitung.
Bt. Der Bautechniker.
Z. Bt. Zeitschrift der österreichischen Bautechniker.
Z. d. B. Zentralblatt der Bauverwaltung.
Z. I. Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
Z. f. B. Zeitschrift für Bauwesen.
A. I. Zeitschrift für Architektur- und Ingenieurwesen.
B. Z. Baugewerks-Zeitung.
B. H. M. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Maschinenindustrie.
Z. Bh. Zeitschrift für Bauhandwerker.
S. B. Schweizerische Bauzeitung.
G. C. Le Génie civil.
N. A. Nouvelles annales de la construction.
E. N. Engineering news.
T. Transactions of the American Society of Civil Engineers.

IV. Kapitel.

Decken aus Beton und aus Eisenbeton.

I. Gruppe.

Betondecken.

Beton zwischen eisernen Trägern.

Über Beton siehe S. 137, 285, 288.

§ 1. Bauarten.

I. Betonkappen.

Zwischen die Träger gibt man flache segmentförmige Tonnengewölbe, gewöhnlich Kappen genannt.

Trägerentfernung: $e = 1\frac{1}{4} \dots 2\frac{1}{2} \text{ m.}$

Sind große Flächen derart einzudecken, so ist die zweckmäßigste Trägerentfernung nach den S. 265 angegebenen Grundsätzen festzustellen.

Der Scheitel des Rückens soll gleich hoch sein mit den Oberflanschen der Träger. Danach stellt sich die Pfeilhöhe.

Pfeilhöhe:

$$f = \frac{e}{10} \text{ gewöhnlich}$$
$$= \frac{e}{8} - \frac{e}{12} \text{ Grenzwerte.}$$

Eigengewicht: siehe S. 198.

1. Die Wölbung (W, Abb. 1038)

stellt man her aus

1 Portlandzement + 2 Sand + 3—4 Kies — bei großer Konstruktionsstärke
1 " + 5 " " geringer "

Der Beton ist von den Trägern gegen die Mitte zu schütten und dann gleich zu stampfen.

Die Unter- und Oberflanschen müssen vom Beton umhüllt werden, um den Träger der Einwirkung des Feuers bei einem Brande zu entziehen.

Bei heißem Wetter ist der Beton gegen zu rasches Austrocknen durch Bespritzen mit Wasser zu schützen.

Vor zwei Wochen darf man nicht ausschalen.

Die Endfelder soll man nicht auf Mauern legen, sondern auch auf Träger, damit sie nicht durch das Setzen der Mauern leiden.

2. Die Auffüllung (A, Abb. 1038), an Stelle des Schuttes, macht man aus 1 Kalkbrei + 8...10 Schlacke (oder Ziegelstücken).

Abb. 1038.
Schnitt \perp Träger.



W Wölbung.
N Nachmauerung.
A Auffüllung.

Die Schlacke muß aber schwefelfrei sein, sonst greift sie die eisernen Träger an.

Am besten ist es, wenn man bis zum Scheitel nachbetoniert.

Vorzüge: Kappen sind zweckmäßiger als Platten. Da sie wesentlich tragfähiger sind, und weniger Schutt erforderlich ist, so kann man sie schwächer machen als Platten. Man braucht daher weniger Beton, und es genügen schwächere Träger. Dadurch läßt sich ein Ersparnis an Baukosten erzielen.

Mangel: Sie geben keinen horizontalen Plafond. Ist ein solcher unbedingt herzustellen, so geschieht dies auf eine der S. 269 angegebenen Arten.

II. Betonplatten.

Trägerentfernung: $e = \frac{3}{4} \dots 1 \text{ m}$

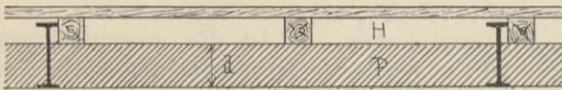
Eigengewicht: siehe S. 198.

Vorzug: ebener Plafond, wenn die Platte auf den Unterflanschen liegt (Abb. 1040 u. 1041).

Abb. 1039.

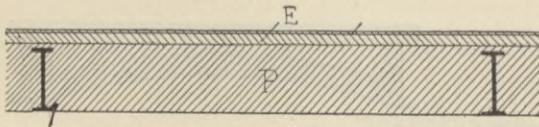


Abb. 1040.



P Betonplatte. H Hohlraum.

Abb. 1041.



P Betonplatte. E Estrich.

Mängel: Weil Platten minder tragfähig sind als Kappen von derselben Stärke und mehr Schutt oder Auffüllung brauchen, falls sie auf den Unterflanschen liegen, so müssen sie stärker sein. Man braucht daher mehr Beton, u. das größere Eigengewicht bedingt stärkere Träger. Dadurch werden die Platten teurer und sind demnach unzweckmäßiger als Kappen.

Am besten sind Betonplatten, bei denen die Träger ganz in den Beton eingebettet sind (Abb. 1041). Diese Platten wirken wie Eisenbetonkonstruktionen.

Würde man die Platten auf die Träger

legen (Abb. 1039), so wären diese der Einwirkung des Feuers bloßgelegt, was zu vermeiden ist. Man müßte daher die Träger noch feuersicher ummanteln.

§ 2. Statische Berechnung.

Über die Bedeutung der gebrauchten Bezeichnungen siehe S. 300.

Die zulässige Inanspruchnahme des Betons auf Zug:

$k_z = 4.2 - 5.0 \text{ kg/cm}^2$	falls 500 kg	} Portlandzement auf 1 m ³ Sand + Kies gegeben werden.
$= 3.3 - 4.0 \text{ "}$	" 450 "	
$= 2.4 - 3.0 \text{ "}$	" 400 "	

Die zulässige Inanspruchnahme des Betons auf Druck:

$k_d = 18 \text{ kg/cm}^2$	falls 500 kg	} Portlandzement auf 1 m ³ Sand + Kies gegeben werden.
12 "	" 325 "	
8 "	" 225 "	
6 "	" 175 "	

I. Platten und Balken.

Bei Platten ist $b = 100 \text{ cm}$ zu setzen.

Fall I.

Gegeben $\max \sigma_{bd} = k_{bd}$, $\max \sigma_{bz} = k_{bz}$, p , b .

Gesucht: h .

$$x = \frac{h}{1 - n_1 \frac{k_{bz}}{k_{bd}}}$$

$$h = \sqrt{\frac{3}{\sqrt{n_1} + 1} \frac{M}{b k_{bd}}} = 0.67 \sqrt{\frac{M}{b k_{bd}}}$$

Zur Berechnung des größten Moments M (kgcm) ist h schätzungsweise anzunehmen.

Bei gleichmäßig verteilter Belastung und frei aufliegenden Rändern ist

$$h = \alpha \pm \sqrt{\alpha^2 + \beta}$$

$$\alpha = \frac{3}{16} (\sqrt{n_1} + 1) \frac{\gamma_b l^2}{b k_{bd}} = 0.483964 \frac{\gamma_b l^2}{b k_{bd}}$$

$$\beta = \frac{300}{8} (\sqrt{n_1} + 1) \frac{p l^2}{b k_{bd}} = \alpha \frac{p}{\gamma_b}$$

Falls $\max \sigma_{bz} = 0$

ist
$$h = \sqrt{\frac{3M}{b k_{bd}}}$$

Bei gleichmäßig verteilter Belastung und frei aufliegenden Rändern ist

$$h = \alpha \pm \sqrt{\alpha^2 + \beta}$$

$$\alpha = \frac{3}{16} \frac{\gamma_b l^2}{b k_{bd}}$$

$$\beta = \frac{300}{8} \frac{p l^2}{b k_{bd}}$$

Fall II.

Gegeben: h , p .

Gesucht: $\max \sigma_{bd}$, $\max \sigma_{bz}$.

$$x = \frac{h}{\sqrt{n_1} + 1} = 0.38743 h$$

$$\max \sigma_{bd} = \frac{3M}{b h x} = 3 (\sqrt{n_1} + 1) \frac{M}{b h^2} = 7.74342 \frac{M}{b h^2}$$

$$\max \sigma_{bz} = \frac{\max \sigma_{bd}}{\sqrt{n_1}} = 0.632456 \max \sigma_{bd}$$

II. Kappen.

Nachdem man für jede Gewölbhälfte die Resultante aus Nutzlast, Eigengewicht, Gewicht der Auffüllung, Nachmauerung, des Fußbodens usw.

bestimmt hat, ermittelt man graphisch (nach S. 258) den Scheiteldruck H und den Kämpferdruck K für 100 cm Breite.

Die Scheitelstärke $d_1 = \frac{H}{100 k_d}$
 „ Kämpfer- „ $d_2 = \frac{K}{100 k_d}$

Bei großen oder sehr schwer belasteten Wölbungen ist dann noch eine graphostatische Untersuchung nach S. 258 vorzunehmen. Bei gewöhnlichen gegüt es, d_1 allmählich auf d_2 anwachsen zu lassen.

II. Gruppe.

Eisenbetondecken.

§ 1. Eisenbeton.

1. Vorschriften über Eisenbetonbauwerke.

Vorschrift über die Herstellung von Tragwerken aus Stampfbeton oder Betoneisen bei Hochbauten. Erlaß des k. k. österr. Ministeriums des Innern vom 15. November 1907, Z. 37295.

Vorschrift über die Herstellung von Tragwerken aus Stampfbeton oder Betoneisen bei Straßenbrücken. Erlaß des k. k. österr. Ministeriums des Innern vom 15. November 1907, Z. 37295.

Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten. Erlaß des preußischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten. 1907.

2. Eigenschaften des Eisenbetons.

Das Hooke'sche Gesetz

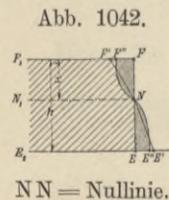
$$\epsilon = \frac{\sigma}{E}$$

gilt nur für Materialien mit konstantem Elastizitätskoeffizienten, z. B. Schmiedeeisen. Durch Versuche ist aber nachgewiesen worden, daß für Beton der Elastizitätskoeffizient für Druck verschieden von dem für Zug und keiner konstant, sondern jeder abhängig von der Spannung ist.

Für Beton gilt deshalb nicht mehr das Hooke'sche Gesetz, sondern das Bach'sche Potenzgesetz

$$\epsilon = \frac{\sigma^m}{E}$$

wobei $m = 1.1 \dots 1.2$.



Dieser Spannungsverteilung, welche durch die Kurve $F'' N E''$ [1042] dargestellt ist, entsprechend rechnen, wäre aber sehr umständlich. Man macht deswegen, um praktisch

verwertbare Formeln zu bekommen, folgende Annahmen:

1. der Elastizitätskoeffizient des Betons für Druck sei konstant: $E_{bd} = 140000 \text{ kg/cm}^2$
2. der Elastizitätskoeffizient des Betons für Zug sei konstant aber verschieden von dem für Druck: $E_{bz} = 12000 \dots 14000 \text{ kg/cm}^2$

Die Spannungsverteilung wird daher dargestellt durch $F' N E'$ [1042]

$$F F' = \max \sigma_d \quad N F F' = \Sigma \sigma_d = \frac{1}{2} x \cdot \max \sigma_d$$

$$E E' = \max \sigma_z \quad N E E' = \Sigma \sigma_z = \frac{1}{2} (h - x) \max \sigma_z.$$

Die Rechnungsergebnisse, zu denen man auf Grund dieser Annahmen gelangt, sind einfacher und haben einen größeren Sicherheitsgrad.

Wird der Stampfbeton durch Eiseneinlagen verstärkt, so heißt er Eisenbeton. *)

Diese Verstärkung erfolgt dadurch, daß die Eiseneinlagen

- a) die Zugspannungen aufnehmen und
- b) die Scherfestigkeit erhöhen.

Versuche ergaben, daß sich der Beton in Verbindung mit Eiseneinlagen anders verhält, als reiner Beton. Der durch Eiseneinlagen verstärkte Beton, der „Eisenbeton“, wird deswegen geradezu als ein besonderer Baustoff bezeichnet. Weil aber die tatsächlichen Verhältnisse der Spannungsverteilung usw. viel zu kompliziert sind, als daß man aus ihnen einfache Formeln ableiten könnte, so hat man der Theorie des Eisenbetonbaues Annahmen zu Grunde gelegt, welche eine einfache Berechnung ermöglichen, ohne deren Genauigkeit herabzusetzen. Diese Annahmen sind:

1. Der Zug werde ganz von den Eiseneinlagen aufgenommen; der Beton erleide keinen Zug.

2. Der Elastizitätskoeffizient E_{bd} des Betons für Druck sei konstant.

Die Wärmeschwankungen sind, sofern nicht besondere Verhältnisse, wie z. B. bei Trockenkammern, die Berücksichtigung höherer Temperaturen erheischen, für Temperaturgrenzen von -20 bis $+30^\circ \text{C}$ unter Annahme eines linearen Ausdehnungskoeffizienten für Beton gleich 0.0000135 für 1°C zu berücksichtigen.

Auch dann, wenn eine Eisenbetonkonstruktion unbelastet ist, und selbst wenn man von den Spannungen absieht, die durch das Eigengewicht und die sonstigen bleibenden Belastungen erzeugt werden, sind Spannungen vorhanden, sogenannte „Anfangsspannungen“. Diese kommen davon, daß der Beton beim Abbinden an der Luft sich zusammenzieht, um so stärker, je fetter er ist, während er unter Wasser sich ausdehnt.

Material	Zusammenziehung beim Abbinden an der Luft	Ausdehnung beim Abbinden unter Wasser
Beton	0.0015—0.002	0.001—0.002
Reiner Zement	0.0003—0.0003	0.0002—0.0005

Wenn daher Eisenbetonteile an der Luft (unter Wasser) abbinden so erzeugt das Bestreben des Betons, sich zusammenzuziehen (auszudehnen), weil die Adhäsion am Eisen dem Zusammenziehen (der Ausdehnung) entgegenwirkt

im Eisen Druck-(Zug-)Spannungen

„ Beton Zug-(Druck-)Spannungen,

welche als „Anfangsspannungen“ bezeichnet werden.

*) Französisch: béton armé (armierter Beton); englisch: concrete steel (sprich: konkrit stül). — Die Frage, ob man sagen soll: Eisenbeton oder Betoneisen, ist zu Gunsten der Bezeichnung Eisenbeton zu beantworten, weil doch eine Betonkonstruktion vorliegt und die Eiseneinlagen nur eine Zugabe bilden. — Die Eisenbetonkonstruktionen heißen auch Eisenzementkonstruktionen.

Diese Anfangsspannungen haben oft Risse zur Folge.

Um Anfangsspannungen möglichst unschädlich zu machen, soll man magere Mischungen verwenden und nur einen Sand benützen, der wenig Hohlräume hat, und den Beton genügend feucht halten.

Die Temperatur-Ausdehnungskoeffizienten für 1° C betragen für Flußeisen $\alpha_e = 0.0000118$
 „ Portlandzement-Beton . . . $\alpha_b = 0.0000118$
 „ Portlandzementmörtel 1:2 $\alpha = 0.0000137$.

α_b ist kleiner, wenn mehr Sand und Schotter beigemischt wurden
 $\alpha_b - \alpha_e = 0.0000019$.

Da sich also der Beton stärker ausdehnt (zusammenzieht) als das Eisen, das Eisen also der Ausdehnung (Zusammenziehung) entgegenwirkt, so erzeugt eine Temperaturerhöhung (Temperaturerniedrigung) im Eisen Zug-(Druck-) und im Beton Druck-(Zug-)Spannungen.

Wenn wir nun das bei den Anfangsspannungen Gesagte betrachten, so ergibt sich, daß eine Temperaturerhöhung das Abbinden an der Luft (unter Wasser) günstig (ungünstig) beeinflusst.

Es kann sonach beim Abbinden an der Luft vorkommen, daß die Temperaturspannungen die Anfangsspannungen aufheben.

Die Erfahrung lehrt, daß gut bereiteter Beton schon einen guten, dauernden Rostschutz bietet. Je mehr Sand verwendet wird, desto geringer ist der Rostschutz. Plastischer Beton ist in bezug auf Rostschutz besser als erdfeuchter. Die Eiseneinlagen sollte man vor dem Einbringen mit Zementmilch anstreichen.

Die geringe Wärmeleitung des Betons und die fast gleich großen Ausdehnungskoeffizienten des Betons und des Eisens kommen seiner Widerstandsfähigkeit gegen Feuer sehr zu gute.

Beton ist nicht vollkommen wasserdicht, da sich seine Poren erst im Laufe der Zeit schließen. Dies geschieht um so eher und besser, je mehr Zement genommen wurde. Man soll daher die Oberfläche gleich nach Beseitigung der Schalung mit einem 5—10 mm starken Verputz aus sehr fettem (1:2—1:1.5) Portlandzementmörtel versehen und mit Portlandzement glatt verreiben.

Über den Wert eines Bestreichens der Oberfläche mit Keßlerschen Fluaten sind die Meinungen noch geteilt.

Einen guten Schutz der Betonkonstruktionen gegen Wasser gibt ein Überzug mit Gußasphalt oder ein Abdecken mit Asphaltfilzplatten. Da heißer Asphalt nur schwer auf trockenem Beton haftet, so soll man diesen vorher mit Steinöl bestreichen.

Es wird auch empfohlen, die Betonoberfläche mit gekochtem Leinöl zu tränken.

Eine Erhöhung der Wasserdichtheit soll sich auch ergeben, wenn man dem Zement und Sand, wie man beide trocken mengt, 1—5% Alaun zusetzt.

Ausblühungen treten namentlich dort auf, wo die Arbeit unterbrochen werden mußte, weil dort mehr Zement verwendet wurde. Um Ausblühungen hintanzuhalten, sollte man bloß solche Zemente benützen, welche nur wenig lösliche Salze enthalten.

Die Ausblühungen, welche die schwefelige Säure erzeugt, die aus den Schornsteingasen stammt, sind mechanisch zu entfernen.

Die Kohlensäure der Luft greift Beton an, mageren stärker als fetten, rauhen mehr als glatten. Es sind daher die Betonoberflächen aus fetteren Mischungen herzustellen und gut zu glätten.

Muß man den Beton färben, so geschieht dies mittels Metallfarben, oder man mengt das Mehl eines farbigen Natur- oder Kunststeines dem Zement oder dem Sand bei. Er ist immer dunkler zu färben, weil die gefärbten Flächen nach dem Austrocknen heller werden.

3. Beschaffenheit und Prüfung des Zements (§ 6).*)

Zur Herstellung von Tragwerken aus Stampfbeton oder Betoneisen darf nur Portlandzement verwendet werden, das ist ein Zement, der aus natürlichen Kalkmergeln oder künstlichen Mischungen ton- und kalkhaltiger Stoffe durch Brennen bis zur Sinterung und darauf folgende Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit gewonnen wird und auf einen Gewichtsteil hydraulischer Bestandteile mindestens 1·7 Gewichtsteile Kalkerde (Ca O) enthält. Die Verwendung anderer Zemente unterliegt einer fallweisen besonderen Genehmigung (1).

Der Gehalt des Zements an Magnesia (Mg O) darf nicht mehr als 5% betragen (2).

Der Zement muß sowohl an der Luft als auch unter Wasser raumbeständig und langsam bindend sein. Als langsam bindend gilt ein Zement, wenn ein aus demselben mit 25 bis 30% Wasserzusatz hergestellter Zementbrei nicht vor 30 Minuten nach dem Anmachen zu erhärten beginnt und mindestens 3½ Stunden zur Abbindung benötigt (3).

Der Zement muß so fein gemahlen sein, daß die Rückstände beim Sieben durch ein Sieb von 4900 Maschen auf 1 cm² und 0·05 mm Drahtstärke 30% und von 900 Maschen auf 1 cm² und 0·10 mm Drahtstärke 5% nicht überschreiten (4).

Es ist nie ein schnell bindender Zement zu verwenden, weil ja immer größere Mengen Beton angemacht werden, die man nicht sofort verarbeiten kann, so daß bei schnell bindendem Zement das Erhärten zu früh beginnen würde. Er hätte auch Ausführungsschwierigkeiten zur Folge und würde Risse veranlassen.

Die Bindekraft des Zements ist durch Prüfung der Festigkeitsverhältnisse an einer Mischung mit Sand zu ermitteln. Als normale Mischung gilt das Gemenge von 1 Gewichtsteil Zement mit 3 Gewichtsteilen Normalsand (5).

Als Normalsand gilt ein in der Natur vorkommender, gewaschener, reiner Quarzsand, dessen Korngröße dadurch bestimmt ist, daß das kleinste Korn nicht mehr durch ein Sieb von 144 Maschen auf 1 cm² und 0·3 mm Drahtstärke und dessen größtes Korn noch durch ein Sieb von 64 Maschen auf 1 cm² und 0·4 mm Drahtstärke durchgeht (6).

In dieser Mörtelmischung muß der Zement nach einer Erhärtungsdauer von sieben Tagen mindestens 12 kg Zugfestigkeit und nach einer solchen von 28 Tagen mindestens 180 kg Druckfestigkeit und 18 kg Zugfestigkeit auf 1 cm² aufweisen (7).

*) Die auf den Seiten 285 bis 300 angegebenen §-Ziffern [eingeklammerten Zahlen] geben die Nummern der §§ [der Absätze] des österr. Ministerialerlasses (siehe S. 282), wobei der vor der eingeklammerten Ziffer stehende Absatz den Wortlaut des betreffenden Absatzes im Erlasse gibt.

Die Proben auf Zugfestigkeit sind an Probekörpern von 5 cm^2 Querschnitt, jene auf Druckfestigkeit an Würfeln von 50 cm^2 Querschnitt vorzunehmen; sämtliche Probekörper sind während der ersten 24 Stunden nach ihrer Anfertigung an der Luft, geschützt vor rascher Austrocknung, und hierauf bis zur Vornahme der Probe unter Wasser von $+15$ bis 18° C aufzubewahren (8).

Den kompetenten Kontrollorganen bleibt das Recht gewahrt, jederzeit bei der Erzeugung, Verpackung und Absendung des Zements sowie bei dessen Verarbeitung zu den Proben und der Durchführung der letzteren gegenwärtig zu sein und in beliebiger Weise die erforderlichen Mengen Zements behufs Erprobung zu entnehmen (9).

Die Prüfung des Zements ist in der Regel am Erzeugungsorte durchzuführen; sie kann jedoch ganz oder teilweise auch in einer amtlichen Prüfungsanstalt vorgenommen werden (10).

In der Regel ist von je 100 und bis 100 g Zement mindestens eine Erprobung auf Raumbeständigkeit, Mahlfeinheit, Erhärtungsbeginn und Abbindezeit, ferner von je 200 und bis 200 g Zement mindestens eine Erprobung auf Zug- und Druckfestigkeit anzustellen (11).

Der Zement ist in der entsprechend zu kennzeichnenden Ursprungsverpackung an die Baustelle zu liefern (12).

4. Beschaffenheit des Sandes und Steinmaterials (§ 7).

Der zur Betonbereitung dienende Sand muß rein, scharfkörnig, von ungleicher Korngröße und frei von lehmigen, tonigen oder erdigen Bestandteilen oder sonstigen Verunreinigungen*), ferner so beschaffen sein, daß er durch ein Sieb von 7 mm lichter Maschenweite durchgeht und auf einem Siebe von 900 Maschen auf 1 cm^2 und 0.1 mm Drahtstärke wenigstens 95% Rückstand ergibt (1).

Das Steinmaterial (Kies, Rundschotter oder Steinschlag) muß von ungleicher Korngröße, rein, wetterbeständig und von solcher Beschaffenheit sein, daß die Druckfestigkeit desselben mindestens 300 kg auf 1 cm^2 und die Wasseraufnahme nicht mehr als 10% des Gewichtes beträgt; die letztgenannten Eigenschaften sind erforderlichenfalls durch entsprechende Proben festzustellen (2).

Die Korngröße des Steinmaterials ist für Tragwerke aus Stampfbeton so zu bemessen, daß die größten Stücke in jeder Lage durch eine quadratische Öffnung von 6 cm Weite durchgehen und die kleinsten auf einem Siebe von 7 mm lichter Maschenweite liegen bleiben (3).

Für Tragwerke aus Betoneisen muß die Korngröße des Steinmaterials kleiner als der Raum zwischen den Eiseneinlagen unter sich oder zwischen diesen und der nächstliegenden Außenfläche der Tragwerke sein; in jedem Falle müssen die größten Stücke in jeder Lage durch ein Gitter von 30 mm lichter Maschenweite durchgehen und die kleinsten auf einem Siebe von 7 mm lichter Maschenweite liegen bleiben (4).

Die Korngrößen des Sandes und Steinmaterials sind mittels einzelner Sieb- und Wurfproben zu ermitteln (5).

*) Ob der Sand rein ist, stellt man fest, indem man ihn in ein mit Wasser gefülltes Glas schüttet. Falls er verunreinigt ist, wird das Wasser getrübt. Bei reinem Sand steht über dem auf den Boden des Glases gesunkenen Sand klares Wasser.

Man reibt auch den Sand zwischen den Handflächen oder zwischen Daumen und Zeigefinger. Wenn verunreinigter Sand vorliegt, so wird die Haut schmutzig.

Das bei Tragwerken aus Stampfbeton anzuwendende Mischungsverhältnis zwischen Sand- und Steinmaterial ist in Hinsicht auf die Erzielung eines möglichst gleichförmig dichten Gemenges jeweils durch Betonproben zu bestimmen (6).

Der im Beton enthaltene Mörtel muß bei Tragwerken aus Betoneisen mindestens das Raummischungsverhältnis 1 : 3 zwischen Zement und Sand aufweisen (7).

Die Zulässigkeit eines vorhandenen natürlichen Gemenges von Sand- und Steinmaterial zur Betonbereitung ist im Sinne der Absätze 1 bis 7 zu prüfen (8).

Bei Bauwerksteilen aus Stampfbeton mit verhältnismäßig großen Querschnittsabmessungen (Widerlager, Fundamente etc.) können bis zu 20% des Steinmaterials aus Steinen von größeren als den im Absatz 3 bestimmten Abmessungen, und zwar bis 20 cm Kantenlänge oder Durchmesser bestehen. Die Verwendung solcher Steineinlagen bedarf jedoch einer fallweisen besonderen Genehmigung (9).

Bei schwachen Bauteilen verwendet man Kies, bei starken Schotter.

Man soll nie feinsten Sand mit grobem Schotter mengen, sondern es sollen immer alle Abstufungen zwischen dem feinsten und dem größten Korn vorhanden sein.

Der Sandzusatz muß um so größer sein, je mehr Hohlräume die Steine haben.

Sehr fein gemahlener Zement gestattet einen größeren Sandzusatz.

Bei Eisenbeton ist etwas mehr Sand zu benützen als bei Stampfbeton.

Es ist zu beachten, daß schwefelhaltige Schlacke das Eisen angreift.

Hat der Sand $\alpha\%$ Hohlräume, so erfordert 1 m^3 Sand zirka $0\cdot0115 \alpha m^3$ Zementmörtel, und betragen die Hohlräume des Kieses $\beta\%$, so braucht man für 1 m^3 Kies zirka $0\cdot0115 \beta m^3$ Zementmörtel.

5. Beschaffenheit, Erprobung und Bearbeitung des Eisens und Stahls (§ 8).

Die in der „Vorschrift über die Herstellung der Straßenbrücken mit eisernen oder hölzernen Tragwerken“ (Erlaß des Ministeriums des Innern vom 16. März 1906, Z. 49.898 ex 1905) enthaltenen Bestimmungen über die Beschaffenheit und Erprobung des Eisens und Stahls haben vollinhaltlich, jene über die Bearbeitung, Zusammensetzung und Aufstellung von Eisentragwerken sinngemäß auf die Eisenbestandteile von Tragwerken aus Betoneisen Anwendung zu finden (1).

Eisenteile, welche nach dem Entwurf aus einem Stücke bestehen sollen, dürfen weder durch Zusammenschweißen noch durch Zusammennieten oder durch anderweitige Verbindung mehrerer Stücke gebildet werden (2).

Sind Stöße einzelner Teile wegen großer Länge der Stücke unvermeidlich, dann sind die zu stoßenden Teile in geeigneter Weise derart miteinander zu verbinden, daß die Eisenspannung an der Stoßstelle die in § 5 festgesetzten Werte nicht übersteigt. Schweißungen müssen mit aller Sorgfalt, ohne Überhitzung, ausgeführt und dürfen in der Regel nur an solchen Stellen angeordnet werden, an welchen das betreffende Stück im Tragwerke nicht voll beansprucht wird (3).

Eisenteile, welche ganz in Beton gehüllt werden sollen, sind mit der Walzhaut zu belassen und müssen vor der Einbetonierung mit geeigneten

Mitteln sorgfältig von Schmutz, Fett, Anstrich und grobem oder losem Rost befreit werden (4).

Blättriger Rost ist unbedingt zu entfernen: durch Putzen mit scharfem Sand. Schwach angerostet, ist das Eisen ohne Bedenken verwendbar. Vollkommen blank darf es nie sein; man müßte es dann ein bis zwei Tage im Freien liegen lassen oder mit feuchtem Sand abreiben.

Genietetete oder verschraubte Tragwerksteile aus Eisen oder Stahl sind nach der Fertigstellung in der Werkstätte und nach der im Sinne des Absatzes 4 erfolgten Reinigung mit dünnflüssigem Zementmörtel anzustreichen (5).

Teile aus Eisen oder Stahl, welche im Bauwerke nicht durchgehends von Beton eingehüllt werden, sind an den freibleibenden Stellen mit Anstrichen gemäß der in Absatz 1 genannten Vorschrift zu versehen (6).

Die auf Zug beanspruchten Teile des Eisens soll man an den freien Enden um 180° umbiegen oder doch so gestalten, daß sie nicht gleiten können.

6. Bereitung, Beschaffenheit und Prüfung des Betons (§ 9).

Der Zement ist bei der Bereitung des Betons in der Regel nach Gewichtseinheiten zu mischen. Die Zumessung kann auch mit Hohlmaßen erfolgen, wobei der Zement lose, ohne Fall einzuschütten ist, die Gefäße vollzufüllen und glatt abzustreichen sind und zur Umrechnung von Gewichtsmengen auf Raummengen das Gewicht des Kubikmeters Portlandzement mit 1400 kg anzunehmen ist; für andere Zemente ist das entsprechende Einheitsgewicht durch Abwägen zu ermitteln (1).

Das zur Betonbereitung zu benützte Wasser muß rein sein und darf keine die Erhärtung des Betons beeinträchtigenden Bestandteile enthalten. Moorwasser darf nicht verwendet werden (2).

Zu Tragwerken aus Stampfbeton ist sogenannter erdfeuchter oder auch weicher (plastischer), zu Tragwerken aus Betoneisen nur weicher (plastischer) Beton zu verwenden (3).

Der Wasserzusatz ist bei erdfeuchtem Beton so zu bemessen, daß sich die Masse mit der Hand gerade noch ballen läßt und dabei auf der Haut Feuchtigkeit zurückläßt. Bei der Herstellung von weichem (plastischem) Beton ist so viel Wasser zu verwenden, daß der Beton noch gestampft werden kann, dabei aber weich wird; unter der Wirkung der Schwere darf sich der Mörtel vom Steinmaterial nicht loslösen (4).

Wenn man den weichen Beton mit der Hand herausfaßt und die Hand öffnet, so sollen an allen Fingern Klümpchen kleben.

Da der Zement an sich Wasser benötigt, um erhärten zu können, so muß man um so mehr Wasser zusetzen, je mehr Zement verwendet wird, und weil das Holz der Schalung Wasser absaugen würde, so muß man die Schalung, bevor der Beton eingebracht wird, nassen, bis sie vollgesogen ist, sonst würde außen, wo der beste Beton sein soll, der schlechteste sein, weil ihm von der Schalung Wasser entzogen worden wäre.

Je größer der Wasserzusatz ist, desto geringer wird die Haftfestigkeit.

Zu Stampfbeton ist erdfeuchter Beton zu verwenden. Er erfordert 4% Wasser.

Bei Eisenbeton verwendet man fettere Mischungen; es ist daher mehr Wasser — 6—7% — zuzusetzen.

Die Mischung der Bestandteile soll in der Regel maschinell erfolgen; Handmischung kann ausnahmsweise zugelassen werden, jedoch ist alsdann die Zementmenge um 5% zu vergrößern (5).

Die Mischung ist zunächst in trockenem Zustande vorzunehmen und dann unter allmählicher Wasserbeigabe so lange fortzusetzen, bis alles im Beton enthaltene Steinmaterial gleichmäßig in der Masse verteilt und an allen Stellen von Zementmörtel umhüllt ist (6).

Die Betonbereitung erfolgt entweder so, daß Sand und Kies in getrennten Haufen liegen, oder beide ungetrennt, schon gemengt, als „Kies-sand“ bereit sind.

Im ersten Falle sind Zement und Sand im verlangten Verhältnisse dreimal trocken durchzuarbeiten. Dann wird der Kies zugesetzt, und die Masse ist wieder dreimal durchzuarbeiten, wobei aber allmählich Wasser zugeführt wird.

Im zweiten Falle muß man sich vor allem überzeugen, ob Sand und Kies im gewünschten Verhältnisse vorhanden sind, was mittels Durchwerfens geschieht. Erforderlichenfalls ist das verlangte Verhältnis zwischen Sand und Kies durch Zusatz von Sand oder Kies herzustellen. Dann wird die Masse dreimal trocken durchgearbeitet und hierauf abermals dreimal, aber unter allmählichem Wasserzusatz.

Der Beton darf nur in solchen Mengen bereit werden, als für die unmittelbar darauffolgende Verwendung erforderlich ist (7).

Der Beton muß nach sechswöchentlicher Erhärtung an der Luft mindestens folgende Werte der Druckfestigkeit, und zwar senkrecht zur Stampfrichtung, aufweisen (8):

Gattung des Stampfbetons		Geforderte Druckfestigkeit in kg auf 1 cm ²
Bei einem Mischungsverhältnisse: Auf 1 m ³ Gemenge von Sand und Steinmaterial	Raummischungs- Verhältnis	
a) 470 kg Portlandzement	1: 3 . .	170
b) 350 " " "	1: 4 . .	150
c) 280 " " "	1: 5 . .	130
d) 230 " " "	1: 6 . .	110
e) 160 " " "	1: 9 . .	75
f) 120 " " "	1: 12 . .	50

Bei Anwendung anderer als der im Absatze 8 angegebenen Mischungsverhältnisse ist die geforderte Druckfestigkeit durch geradlinige Einschaltung nach der betreffenden, auf 1 m³ Gemenge von Sand und Steinmaterial entfallenden Gewichtsmenge von Portlandzement zwischen die bezüglichen, im Absatze 8 genannten Werte zu bestimmen (9).

Behufs Prüfung des Betons hinsichtlich der geforderten Druckfestigkeit sind bei den Raummischungsverhältnissen von 1:3 bis 1:5 in der Regel, bei anderen Mischungsverhältnissen über Verlangen Probekörper in Würzelform von 20 cm Seitenlänge anzufertigen und einer amtlichen Prüfungsstelle zur Erprobung zu überweisen oder an der Baustelle mittels einer geeigneten Presse zu prüfen (10).

Die Anfertigung der Probekörper hat mit den gleichen Baustoffen, demselben Mischungsverhältnisse und unter genau gleicher Art der Stampfung

wie jene des Betons für das Tragwerk in zerlegbaren, eisernen Formen zu erfolgen (11).

Die Probekörper sind mit der Benennung des Bauwerkes, der Angabe des Mischungsverhältnisses, der Anfertigungszeit und der Stampfrichtung sowie mit einer entsprechenden Bezeichnung zu versehen und bis zur Erprobung in einem vor Frost, Hitze und Wind geschützten Raume unter erdfeuchtem Sande aufzubewahren (12).

Von je 100 und bis 100 m^3 Betonmasse eines Mischungsverhältnisses sind in der Regel sechs Probekörper zu prüfen und gilt als Druckfestigkeit das arithmetische Mittel der bezüglichen Werte, wobei jedoch keiner der letzteren den in Absatz 8 vorgeschriebenen Wert um mehr als 20% unterschreiten darf (13).

7. Ausführung der Tragwerke. (§ 10.)

Die Ausführung von Tragwerken aus Stampfbeton oder Betoneisen darf nur durch geschulte Arbeiter und unter beständiger Aufsicht von Personen geschehen, die nachweisbar mit dieser Bauweise gründlich vertraut sind (1).

Der Beton soll sofort, nachdem er gemischt worden ist, verarbeitet werden. Die Verarbeitung (das Schütten und Stampfen) muß beendet sein, bevor das Abbinden des Zementes beginnt. Kann man den zubereiteten Beton nicht sofort verarbeiten, so darf er, bei warmer und trockener Witterung, aber nicht länger als eine halbe Stunde liegen bleiben. Währendem ist er gegen Sonnenhitze und Wind sowie gegen Regen zu schützen. Bevor er dann geschüttet wird, muß man ihn gut umschaufeln. Beton, welcher längere Zeit gelegen wäre, ist zu beseitigen.

Der geschüttete Beton wird gestampft, bis Wasser an der Oberfläche austritt.

Die Schalungen und Rüstungen müssen so angeordnet und so stark sein, daß sie die schichtenweise Einbringung und Stampfung des Betons gestatten, hinreichenden Widerstand gegen Durchbiegungen beim Stampfen leisten und ohne Erschütterungen entfernt werden können (2).

Bei der Herstellung der Schalungen und Rüstungen ist auf eine entsprechende Überhöhung derselben zum Ausgleich der unter der Betonlast eintretenden Einsenkungen Bedacht zu nehmen (3).

Erdfeuchter Beton ist in Schichten von höchstens 15 cm Dicke, weicher Beton in Schichten von höchstens 20 cm Dicke einzubringen, welche je für sich in einem, dem jeweiligen Wasserzusatz entsprechenden Maße zu stampfen sind. Der Beton darf zum Verwendungsorte nur bis zu einer Tiefe von 2 m geworfen und muß bei größeren Tiefen mittels Rinnen oder Gefäße eingebracht werden (4).

Die 15 [20] cm starken Schichten sind auf 10 [15] cm zu stampfen.

Bei Eisenbeton sind nur 7 bis höchstens 10 cm starke Schichten zu schütten.

Wände und Pfeiler aus Beton oder Eisenbeton eines Geschosses darf man erst dann beginnen, wenn die darunterliegenden genügend erhärtet sind.

Bei Tragwerken aus Betoneisen sind die Eisenteile in der plangemäßen Lage einzubringen und in dieser so zu befestigen, daß sie beim Stampfen ihren Ort und ihre Form nicht verändern können; alle Eisenteile müssen dicht mit dem Mörtel des Betons umkleidet werden (5).

Tragwerke oder selbständige Tragwerksteile sind im allgemeinen in einem Zuge, daß heißt ohne Unterbrechung zu betonieren; in Ausnahmefällen darf mit der Betonierung nur an solchen Stellen ausgesetzt werden, an welchen der Beton nicht die volle zulässige Spannung erfährt (6).

Beim Aufbringen neuer Betonschichten auf frühere, noch nicht erhärtete sind letztere anzunässen; beim Weiterbetonieren auf bereits abgegebundene Lagen sind diese aufzurauen, abzukehren und mit dünnflüssigem Zementmörtel im Raummischungsverhältnisse von 1:1 oder mit Zementmilch anzunässen (7).

Bei Plattenbalken darf eine Unterbrechung der Arbeit nicht derart erfolgen, das sich eine horizontale Fuge im Balken bildet (Abb. 1042),

Abb. 1042.

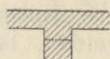
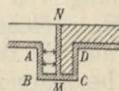


Abb. 1042 a.



weil dann die Schubspannungen nicht aufgenommen werden könnten, sondern man macht eine vertikale Fuge, indem in die Schalung des Balkens (*A B C D*, Abb. 1042 a) vertikale Schalbretter (*M N*) eingelegt werden, die man gegen die Balkenschalung absteift. Vor diese Schalbretter gibt man Dachpappe oder Blech, welches zu sandeln ist, und bringt dann den Beton ein. Es entsteht dadurch eine bleibende Fuge.

Im Sommer ist der Beton gut gegen Hitze zu schützen, weil er sonst (um so mehr, je fetter er ist) Risse bekäme: man deckt ihn ab mit nassen Zementsäcken, Brettern, nasser Erde oder nassem Sand. Schon abgebundener Beton ist täglich mehrmals zu begießen.

In gleicher Weise ist der Beton vor Zugluft zu bewahren.

Auch schon abgebundener Beton muß wenigstens acht Stunden gegen Frost geschützt werden. Nie darf man gefrorenen Kies oder solchen Sand verwenden; beim Auftauen fiel er auseinander. Gefrorenes Material ist vorher aufzutauen. Bei Frost soll man warmes Wasser verwenden. Auch wenn der Beton schon abgebunden ist, muß man ihn im Winter gegen Vollaugen mit Wasser schützen, weil er sonst zerfrieren könnte.

Verputz darf nie unter 0° hergestellt werden.

Bei Temperaturen unter 0° C darf nur dann betoniert werden, wenn durch entsprechende Vorkehrungen eine schädliche Einwirkung des Frostes ausgeschlossen ist; gefrorener Beton darf keinesfalls verwendet werden (8).

Die Tragwerke sind nach vollendeter Betonierung bis zur genügenden Erhärtung entsprechend feucht zu halten und vor Erschütterungen, Beschädigungen und vor der Einwirkung des Frostes zu schützen (9).

Die unterstützenden Gerüste dürfen erst nach einer, genügende Tragfähigkeit verbürgenden Erhärtung des Betons, in der Regel nicht früher als 4 Wochen nach Beendigung des Einstampfens, seitliche Schalungen, denen keine statische Wirkung zukommt, können in 4 Tagen nach demselben Zeitpunkte entfernt werden (10).

Das Ausschalen ist im untersten Geschosse zu beginnen und nach oben fortzusetzen.

Die Stützen der Balken und Decken eines Geschosses dürfen erst dann weggenommen werden, wenn die Balken und Decken des dar-

überliegenden schon so weit erhärtet sind, daß sie sich selbst tragen können.

Beim Wegnehmen von Schalungen und Rüstungen sind Erschütterungen der Tragwerke zu vermeiden (11).

Ist während der Erhärtungsdauer des Betons Frost eingetreten, so sind die im Absatz 10 genannten Fristen mindestens um die Dauer der Frostzeiten zu verlängern (12).

Vor Ablauf von 4 Wochen nach Beendigung des Einstampfens bezw. der nach Absatz 12 zu bemessenden Frist dürfen die Tragwerke nicht durch irgend welche nennenswerte Belastungen beansprucht werden (13).

Die fertigen Tragwerke sind in ihren wesentlichen Teilen in geeigneter Weise vor dem Eindringen von Niederschlagwasser zu schützen (14).

Die Verwendung von Tragwerksteilen aus Betoneisen, wie Balken, Platten, Säulen usw., welche auf gesonderten Werkplätzen erzeugt und in fertigem Zustande auf die Baustelle gebracht werden, bedarf in jedem einzelnen Falle einer besonderen Genehmigung (15).

Dilatationsfugen sind derart anzubringen, daß die einzelnen Stücke von Mauern über der Erdoberfläche höchstens 15 m lang sind. Fundamentmauern, welche geringere Temperaturschwankungen erleiden, können längere Teilstücke haben. Dachflächen sollen aus höchstens 12 m langen Stücken zusammengesetzt sein; der Stoß ist mittels Dachpappestreifen zu decken, und gegen die Stoßfuge soll man die Oberfläche ansteigen lassen.

8. Belastungs- und Bruchproben (§ 11).

Außer der Prüfung des Betons (§ 9) sind über Verlangen auch Belastungsproben des ganzen Tragwerkes sowie Belastungs- und stichprobenweise Bruchproben einzelner Tragwerksteile vorzunehmen (1).

Belastungs- und Bruchproben dürfen nicht vor Ablauf von 6 Wochen nach Beendigung des Einstampfens bezw. einer gemäß § 10, Absatz 12, zu bemessenden längeren Frist als sechs Wochen vorgenommen werden (2).

Die bei der Belastungsprobe aufzubringende Last ist so zu bemessen, daß die Tragwerke oder Tragwerksteile der Einwirkung der bleibenden Last, das ist des Eigengewichtes des Tragwerkes mehr der sonstigen ständigen Belastung mehr der $1\frac{1}{2}$ fachen Nutzlast ausgesetzt werden. Unter der Einwirkung dieser Belastung dürfen keine Rissebildungen oder bleibenden Formänderungen eintreten (3).

Bei Bruchproben sind die zu prüfenden Tragwerksteile mit allmählich gesteigerter Last bis zum Bruche zu belasten. Die auf den Tragwerksteil aufgebrachte, den Bruch erzeugende Last (Bruchlast) muß mindestens die $3\frac{1}{2}$ fache Summe der in der statischen Berechnung angegebenen bleibenden Last und Nutzlast weniger dem betreffenden einfachen Eigengewichte des Tragwerksteiles betragen (4).

Vor der Verwendung von Tragwerksteilen aus Betoneisen, wie Balken, Platten, Säulen usw., welche auf gesonderten Werkplätzen erzeugt und in fertigem Zustande auf die Baustelle gebracht werden, sind über Verlangen von je 100 dieser Teile 3 Stück auszuwählen und gemäß den Bestimmungen der Absätze 3 und 4 zu erproben (5).

9. Material- und Arbeiterfordernis.

1. Bedarf an Zement, Sand Steinen und Wasser.

Bezeichnen

- $\gamma_z = 3.130 \text{ kg/l}$ das Einheitsgewicht des Zements
- $\gamma_{sa} = 2.640$ " " " " " Sandes
- $\gamma_{st} = 2.640$ " " " " " der Steine
- $\gamma = 1.000$ " " " " " des Wassers
- $g_z = 1.400 \text{ kg}$ das Gewicht von 1 l Zement, lose eingeschüttet
- $g_{sa} = 1.400$ " " " " " 1 " Sand " "
- $g_{st} = 1.800$ " " " " " 1 " Steinen " "

1 : n das Mischungsverhältnis: 1 Zement + n (Sand + Steine)
 w das Erfordernis an Wasser (l/1 m³)

A die Ausbeute an Beton für 1 Zement + n₁ Sand + n₂ Steine

so ist

$$A = \frac{g_z}{\gamma_z} + n_1 \frac{g_{sa}}{\gamma_{sa}} + n_2 \frac{g_{st}}{\gamma_{st}} + w = 0.44728 + 0.530 n_1 + 0.681 n_2 + w$$

Über w siehe S. 288.

Man soll machen

$$\begin{aligned} n_1 : n_2 &= 1 : 2 \text{ bei Kies} \\ &= 1 : 1.5 \text{ „ Schotter} \end{aligned}$$

Mischungsverhältnis Zement : (Sand + Steinen) 1 : n	Erfordernis		
	an Portlandzement		an Sand + Steinen
	in kg	in m ³	in m ³
1 : 3	470	0.3357	1.0071
1 : 4	350	0.2500	1.0000
1 : 5	280	0.2000	1.0000
1 : 6	230	0.1643	0.9858
1 : 9	160	0.1143	1.0287
1 : 12	120	0.0857	1.02857

2. Erfordernis an Eisen.

Zu dem rechnungsmäßigen Erfordernis an Eisen sind folgende Zuschläge einzustellen:

- 10% für eine Zugabe an Bügeln
- 10—15% „ Abhub
- 20—25% zusammen.

3. Schalung.

Das Holzerfordernis für die Schalung ist nach der abgewickelten verschalteten Fläche zu berechnen.

Für Unterstützungen und Abspreizungen der Schalung ist ein ebenso großes Erfordernis einzustellen.

Man kann die Schalung bei großen Bauten zwei-, höchstens dreimal, bei kleinen Bauten aber nur einmal verwenden; der Verschnitt beträgt daher bei großen Bauten 50%, mindestens 33%, bei kleinen Bauten 100%.

4. Arbeitserfordernis.

1. Das Arbeitserfordernis zum Herstellen und Wegnehmen der Schalung einschließlich aller erforderlichen Unterstützungen, Abspreizungen, Absteifungen u. dgl. aber ausschließlich Holzwert, beträgt

bei Platten	1—1·30	Kronen/1 m ²	} abgewickelte Fläche.
„ Balken	2—2·60	„ „	
„ Säulen	3—3·90	„ „	

2. Das Arbeitserfordernis beim Betonieren, umfassend die Zufuhr der Materialien, das Mischen, Einbringen, Stampfen nebst Abziehen der Oberflächen ist

bei großen Fundamenten	4—6	Kronen/1 m ³
„ Mauern	6—8	„ „
Der Stockwerkszuschlag beträgt	0·8	„ „

10. Kosten.

I. Bezeichnen

1 : n das Mischungsverhältnis : Zement : (Sand + Steinen)
 1 : n' „ „ Sand : Steinen
 n' = 2 bei Kies } siehe S. 293
 n' = 1·5 „ Schotter }

G das Erfordernis an Zement (kg/m³) . . .
 V_z „ „ „ „ (m³/m³) . . .
 V_{sa} „ „ „ Sand „ „ } je nach dem Mischungsverhältnisse
 V_{st} „ „ „ Steinen „ „ }
 V_w „ „ „ Wasser „ „ }

V_w = 0·04 m³ bei Stampfbeton }
 = 0·06—0·07 „ bei Eisenbeton } siehe S. 288

γ_z = 1400 kg das Gewicht von 1 l Zement
 K_z den Einheitspreis des Zements (Kronen/100 kg)
 K_{sa} „ „ „ Sandes (Kronen/m³)
 K_{at} „ „ „ der Steine „
 K_w „ „ „ des Wassers „
 K_b „ „ „ Betons „

so sind für die Mischungsverhältnisse

$$\begin{aligned} \text{Zement : (Sand + Steinen)} &= V_z : (V_{sa} + V_{st}) = 1 : n \\ \text{Sand : Steinen} &= V_{sa} : V_{st} = 1 : n' \\ V_{sa} + V_{st} &= n' V_z \\ V_{st} &= n' V_{sa} \end{aligned}$$

Ferner ist

$$V_z = \frac{G}{\gamma_z} = \frac{G}{1400}$$

Daraus folgen

$$\begin{aligned} V_{sa} &= \frac{n}{1 + n'} \frac{G}{\gamma_z} = \frac{n G}{1400 (1 + n')} \\ V_{st} &= \frac{n n'}{1 + n'} \frac{G}{\gamma_z} = \frac{n n' G}{1400 (1 + n')} \end{aligned}$$

Da die Kosten

des Zements	$G \frac{K_z}{100}$	(Kronen/m ³)		
„ Sandes	$V_{sa} K_{sa}$		„	„
der Steine	$V_{st} K_{st}$		„	„
des Wassers	$V_w K_w$		„	„

betragen, so sind die Kosten des Betons

$$K_b = G \frac{K_z}{100} + V_{sa} K_{sa} + V_{st} K_{st} + V_w K_w =$$

$$= G \left[0.01 K_z + n \frac{K_{sa} + n' K_{st}}{(1 + n') \gamma_z} \right] + V_w K_w \text{ (Kronen/m}^3\text{)}$$

II.

Bezeichnungen:

- V_e das rechnungsmäßige Volumen der Eiseneinlagen ($m^3/1 m^3$ Eisenbeton)
- αV_e das auszuführende Volumen
- $\alpha = 1.20 - 1.25$ (siehe § 6, Punkt 2, Seite 293)
- $\gamma_e = 7800 \text{ kg/m}^3$ das spezifische Gewicht des Eisens
- F die abgewinkelte Fläche der Schalung (m^2)
- K_b der Einheitspreis des Betons (Kronen/m³) an Material
- K_b' „ „ „ „ „ „ Arbeit
- K_e „ „ „ Eisens (Kronen/1000 kg)
- K_{sch} „ „ der Schalung (Kronen/m³) an Material
- K_{sch}' „ „ „ „ „ „ Arbeit
- K_{eb} „ „ des Eisenbetons (Kronen/m³)
- 1 m³ Eisenbeton besteht aus
- $\alpha V_e m^3$ Eisen und
- $1 - \alpha V_e$ „ Beton
- Die Eiseneinlagen haben

ein Volumen	αV_e	(m^3)
„ Gewicht	$\alpha V_e \gamma_e$	(kg)

Da die Kosten

des Betons an Material	$(1 - \alpha V_e) K_b$	(Kronen/m ³)
„ „ „ Arbeit	$(1 - \alpha V_e) K_b'$	„
„ Eisens	$\alpha V_e \gamma_e \frac{K_e}{1000}$	„
„ der Schalung an Material	$\beta F K_{sch}$	„
„ „ „ „ Arbeit	$\beta F K_{sch}'$	„

betragen, so sind die Kosten des Eisenbetons

$$K_{eb} = (1 - \alpha V_e) (K_b + K_b') + \alpha V_e \gamma_e \frac{K_e}{1000} + \beta F (K_{sch} + K_{sch}') =$$

$$= (1 - \alpha V_e) (K_b + K_b') + 7.8 \alpha V_e K_e + \beta F (K_{sch} + K_{sch}') \text{ (Kronen/m}^3\text{)}$$

über K_b siehe S. 295, Zeile 8.

„ K_b' „	§ 6, Punkt 4, Abs. 2, S. 294, Pkt. 4.
„ K_{sch} „	§ 6, „ 3, „ 293, Pkt. 3.
„ K_{sch}' „	§ 6, „ 4, „ 1, „ 294, Pkt. 4.

§ 2. Statische Berechnung (§ 4).*)

I. Allgemeines.

Als rechnungsmäßige Stützweite ist bei freiaufliegenden Tragwerken die Entfernung von Mitte zu Mitte der Auflagerlängen, bei durchlaufenden Tragwerken die Entfernung von Mitte zu Mitte der Stützen bezw. von Mitte der Stütze bis Mitte der Auflagerlänge anzunehmen (1).

Bei der Ermittlung der äußeren Kräfte und Angriffsmomente darf an einer Stütze nur jenes Maß der Einspannung angenommen werden, welches durch geeignete Anordnungen tatsächlich und ohne Überschreitung der festgesetzten zulässigen Spannungen in Betracht kommenden Bauteile erzielt wird (2).

Tragwerke, welche über mehrere Felder durchgehen, sind nach den Regeln für durchlaufende Träger unter Berücksichtigung der jeweils ungünstigsten Laststellung zu berechnen, wobei die rechnerische Annahme des Zusammenhanges nicht über mehr als drei Felder ausgedehnt werden darf (3).

Bei durchlaufenden Tragwerken, welche auf elastisch nachgiebigen, mit dem Tragwerke fest verbundenen Stützen aufruhcn, ist die Formänderung der letzteren infolge der Wirkung der äußeren Kräfte zu berücksichtigen (4).

Ringsum aufliegende, mit sich kreuzenden, gleich starken Eiseneinlagen versehene Platten rechteckiger Form mit den Seitenlängen a und b dürfen, wenn die eine Seitenlänge b nicht mehr als das Einundeinhalbfache der anderen Seitenlänge a beträgt, nach den bei der gleichen Belastung und freier Auflagerung für die Stützweite a geltenden Momenten, vermindert im Verhältnisse von $b^4 : (a^4 + b^4)$ berechnet werden (5).

Die statische Untersuchung hat sich auch auf die Pfeiler, Widerlager und Fundamente unter Berücksichtigung eines allfällig wirkenden hydrostatischen Auftriebes sowie auf den Nachweis der Bodenpressungen zu erstrecken (6).

Die statische Berechnung der inneren Spannungen in Tragwerken aus Betoneisen ist nach folgenden Annahmen und Regeln durchzuführen:

a) Ursprünglich ebene Querschnitte bleiben bei einer Formänderung des Körpers eben;

b) die Formänderungszahl (Elastizitätsmodul) des Betons für Druck¹⁾ ist mit 140.000 kg auf 1 cm² gleich dem 15. Teile von jener des Eisens für Zug und Druck²⁾ (2,100.000 kg auf 1 cm²) anzunehmen³⁾;

c) die größten Spannungen des Betons auf Druck und des Eisens auf Zug sind unter der Voraussetzung zu ermitteln, daß der Beton keine Normalzugspannungen aufnehme;

d) bei den auf Biegung beanspruchten Tragwerken sind auch die größten Spannungen des Betons auf Zug, u. zw. unter der Annahme einer Formänderungszahl des Betons für Zug⁴⁾ von 56.000 kg auf 1 cm², gleich dem 0,4fachen Betrage derjenigen des Betons für Druck (Absatz 2 b), nachzuweisen;

e) bei der Berechnung elastischer Formänderungen und der äußeren Kräfte statisch unbestimmter Tragwerke ist die aus dem vollen Betonquerschnitte und aus der 15fachen Fläche der Längsseiten gebildete ideelle Querschnittsfläche sowie eine für Druck und Zug im Beton gleich große Formänderungszahl gemäß Absatz 7b in Rechnung zu stellen;

*) Über die Bedeutung der eingeklammerten Zahlen siehe die Fußnote auf S. 285.

1) E_b — 2) E_e — 3) Es ist daher $\frac{E_e}{E_b} = n = 15$ — 4) $E_{bz} = 0,4 E_{bd}$

f) die Größtwerte der Schub- und Haft- sowie der Hauptzugspannungen sind unter der im Absatz 7c bestimmten Annahme zu ermitteln (7).

Die statische Berechnung der inneren Spannungen in Tragwerken aus Stampfbeton hat wie für homogene Körper unter Annahme einer Formänderungszahl des Betons für Druck und Zug gemäß Absatz 7e zu erfolgen (8).

Bei Druckgliedern muß auf den erforderlichen Widerstand gegen Knickung Bedacht genommen werden, wenn das Verhältnis der freien Knicklänge L zum betreffenden Tragheitshalbmesser i der nach Absatz 7e zu bestimmenden Querschnittsfläche den Wert $\frac{L}{i} = 20$ überschreitet (9).

Als freie Knicklänge L ist die Länge des Druckgliedes zwischen zwei gegen Ausweichen gesicherten Punkten der Längsachse anzunehmen (10).

In Druckgliedern aus Betoneisen sind die Eiseneinlagen auch für sich allein hinsichtlich ihres Widerstandes gegen Knickung zu untersuchen; in allen Fällen sind Querverbände zwischen diesen Eiseneinlagen in Abständen höchstens gleich dem kleinsten durch den Schwerpunkt des Querschnittes gezogenen Durchmesser des Druckgliedes anzuordnen (11).

Bei Druckgliedern sind allfällig exzentrische Lastangriffe zu berücksichtigen (12).

Der geringste Abstand der Eisenoberfläche von der Oberfläche des Betons sowie die Entfernungen der einzelnen Eiseneinlagen voneinander sind nach statischen Rücksichten zu bemessen; ersterer muß mindestens 1 cm betragen (13).

Bügel- oder Querverbindungen sind in ausreichender Zahl anzuordnen; ferner sind zur Sicherung des Verbundes zwischen Beton und Eisen die Enden der Eiseneinlagen entsprechend auszubilden, falls nicht schon deren Oberflächengestaltung einer Verschiebung im Beton entgegenwirkt (14).

Bei Tragwerken aus Betoneisen ist dem allfällig möglichen Auftreten von Einspannungsmomenten über den Stützen durch entsprechende Anordnung von Eiseneinlagen Rechnung zu tragen (15).

II. Zulässige Spannungen (§ 5).

Unter Zugrundelegung der im § 3 bestimmten Lastwirkungen und Einflüsse dürfen die größten rechnungsmäßigen Spannungen des Betons und Eisens die in der nachstehenden Tabelle angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten (1).

Materialgattung und Art der Beanspruchung	Zulässige Spannung in Kilogramm auf 1 cm ²				
	im Falle der Biegung und bei exzentrischem Druck		bei zentrisc- hem Druck	Schub-, Scher- und Haupt- zug- span- nung	Haft- span- nung
	Druck- span- nung	Zug- span- nung	Druck- span- nung		
I. Beton.					
A. In Tragwerken aus Betoneisen					
bei einem Mischungsverhältnisse:					
auf 1 m ³ Gemenge von Sand und Steinmaterial					
a) 470 kg Portlandzement (Raummischungsverhältnis 1:3)	40	24	28	4·5	5·5
b) 350 kg Portlandzement (Raummischungsverhältnis 1:4)	36	23	25	4·5	5·5
c) 280 kg Portlandzement (Raummischungsverhältnis 1:5)	32	21·5	22	3·5	4·5

Materialgattung und Art der Beanspruchung	Zulässige Spannung in Kilogramm auf 1 cm ²				
	im Falle der Biegung und bei exzentrischem Druck		bei zentri- schem Druck	Schub-, Scher- und Haupt- zug- span- nung	Haft- span- nung
	Druck- span- nung	Zug- span- nung	Druck- span- nung	Zug- span- nung	
B. In Tragwerken aus Stampfbeton.					
bei einem Mischungsverhältnisse:					
auf 1 m ³ Gemenge von Sand und Steinmaterial					
a) 470 kg Portlandzement (Raummischungsverhältnis 1:3)	40	2·5	22	3·5	—
b) 350 kg Portlandzement (Raummischungsverhältnis 1:4)	36	2·5	20	3·5	—
c) 280 kg Portlandzement (Raummischungsverhältnis 1:5)	32	2·0	17	2·5	—
d) 230 kg Portlandzement (Raummischungsverhältnis 1:6)	26	2·0	14	2·0	—
e) 160 kg Portlandzement (Raummischungsverhältnis 1:9)	14	—	10	—	—
f) 120 kg Portlandzement (Raummischungsverhältnis 1:12)	9	—	6	—	—
II. Eisen.					
1. Beanspruchung auf Zug oder Druck			Schweißisen	Flußisen	
2. " " Abscherung, ausgenommen die der Niete			850	950	
3. " " " auf Abscherung			500	600	
4. Druck auf die Nietlochlaibung (Nietdurchmesser mal Blechstärke)			600	700	
			1400	1600	
5. Beanspruchung der Teile aus Roheisenguß, aus welchem Ma- terial jedoch kein Glied der freitragenden Konstruktion bestehen darf:			Roheisenguß		
a) auf Druck			700		
b) " reinem Zug			200		
c) " Zug im Falle der Biegung			250		
6. Beanspruchung der Teile aus Flußstahl im Falle der Biegung auf Zug oder Druck			Flußstahl		
			1000		

Anmerkung. Ist der Beton billig und soll an Eisen gespart werden, so ist die zulässige Inanspruchnahme des Betons auf Druck k_{bd} niedriger und die zulässige Inanspruchnahme des Eisens auf Zug k_{ez} möglichst hoch zu setzen.

Soll aber an Beton, also an Konstruktionshöhe gespart werden, so ist k_{bd} möglichst hoch und k_{ez} niedriger zu nehmen.

Bei Anwendung anderer als der im Absatze 1 angegebenen Mischungsverhältnisse sind die zulässigen Betonspannungen durch geradlinige Einschaltung nach der betreffenden, auf 1 m³ Gemenge von Sand- und Steinmaterial entfallenden Gewichtsmenge von Portlandzement zwischen die bezüglichen, im Absatze 1 genannten Werte zu bestimmen (2).

Mischungsverhältnisse entsprechend einer geringeren Menge von Portlandzement als 280 kg auf 1 m³ Gemenge von Sand- und Steinmaterial dürfen für Tragwerke aus Betoneisen nicht angewendet werden (3).

Ist auf Knickung gemäß § 4, Absatz 9 Rücksicht zu nehmen, so gelten als zulässige Spannungen:

a) bei zentrisch belasteten Druckgliedern, die laut Absatz 1 für zentrischen Druck zulässigen Betonspannungen, multipliziert mit der Ab-

$$\text{minderungszahl } \alpha = \left(1.12 - 0.006 \frac{L}{i} \right);$$

b) bei exzentrisch belasteten Druckgliedern die laut Absatz 1 für exzentrischen Druck zulässigen Betondruckspannungen vermindert um die $\frac{1-\alpha}{\alpha}$ fache, einer gedachten zentrischen Belastung entsprechende Druckspannung (4).

Kommt bei Eiseneinlagen Knickung in Betracht, so sind die laut Tabelle in Absatz 1 zulässigen Druckspannungen (s_e) auf den Wert s_k nach folgenden Formeln abzumindern:

a) für Längenverhältnisse $\frac{L}{i} = 10$ bis 105 :

$$s_k = 0.816 - 0.003 \frac{L}{i} s_e;$$

b) für Längenverhältnisse $\frac{L}{i} > 105$:

$$s_k = 5580 \left(\frac{i}{L} \right)^2 s_e \quad (4)$$

Bei allen Druckgliedern aus Betoneisen muß die Fläche der Längseisen in jedem Querschnitte mindestens 0.8% der ganzen Querschnittsfläche betragen; macht die genannte Eisenfläche mehr als 2% dieser ganzen Querschnittsfläche aus, so darf der Mehrbetrag an Fläche der Längseisen über 2% nur mit dem vierten Teile in Rechnung gebracht werden (5).

Bei Druckgliedern aus Betoneisen, in welchen außer Längseinlagen auch schraubenförmig gewundene, durchlaufende Quereinlagen angeordnet sind („umschnürter Beton“), ist zur Bestimmung der Druckspannung infolge zentrischen Druckes eine ideelle Querschnittsfläche $F_i = F_b + 15 F_e + 30 F_s$ einzuführen, wobei F_b den vollen Betonquerschnitt, F_e die Querschnittsfläche der Längseisen unter Berücksichtigung des vorstehenden Absatzes 5 und F_s die Querschnittsfläche eines gedachten Längseisens bedeutet, dessen Gewicht gleich jenem der schraubenförmigen Quereinlage ist, beide Gewichte auf die Längeneinheit des Druckgliedes bezogen. Macht hierbei die so gebildete ideelle Fläche F_i mehr als $1.4 (F_b + 15 F_e)$ oder mehr als $1.9 F_b$ aus, so darf für F_i nur der kleinere dieser beiden Grenzwerte in Rechnung gestellt werden. Bei exzentrischem Lastangriffe sind die schraubenförmigen Quereinlagen zur Ermittlung der vom Biegemomente herrührenden Spannungen nicht zu berücksichtigen. Die Ganghöhe der Schraubenwindungen darf höchstens ein Fünftel des kleinsten durch den Schwerpunkt des Querschnittes gezogenen Durchmessers betragen (6).

Die Belastung exzentrisch beanspruchter Druckglieder darf nicht größer angenommen werden als die bei gedachter zentrischer Kraftwirkung mit der zulässigen Betonspannung für zentrischen Druck gemäß Absatz 1 und 4 sich ergebende Tragkraft desselben Druckgliedes (7).

Bei Anwendung solcher Längseisen, welche schon durch ihre Oberflächengestaltung einer Verschiebung im Beton entgegenwirken, darf die Haftspannung die bezüglichlichen, in Absatz 1 festgelegten Werte um 10% überschreiten (8).

Die Spannungen von Stampfbeton oder Betoneisen außergewöhnlicher Beschaffenheit oder Herstellungsweise, welche die in der Tabelle zu Absatz 1 festgesetzten Werte überschreiten, bedürfen einer besonderen Genehmigung und sind fallweise bei Vorlage des betreffenden Entwurfes zu begründen (9).

III. Bezeichnungen.

A	Auflagerdruck und Auflagerwiderstand im Auflager A (<i>kg</i>)
a	Entfernung der Schwerachse der Eiseneinlagen vom Zugrande (<i>cm</i>)
a'	Zwischenraum zwischen den Eiseneinlagen und dem " "
b	Breite der Balken und Platten (<i>cm</i>)
b ₁	" " " bei Plattenbalken (<i>cm</i>)
E _{bd}	Elastizitätskoeffizient des Betons für Druck (<i>kg/cm²</i>)
E _{bz}	" " " " Zug "
E _e	" " " Eisens "
F _e	Querschnittsfläche d. Eiseneinlagen, welche innerh. b od. b ₁ liegen (<i>cm²</i>)
γ _b	Einheitsgewicht des Betons (<i>kg/m²</i>)
h	Höhe der Platten und Balken (<i>cm</i>)
k _{bd}	zulässige Inanspruchnahme des Betons auf Druck (<i>kg/cm²</i>)
k _{bz}	" " " " " Zug "
k _{bs}	" " " " " Abscherung "
k _{ez}	" " " Eisens " Zug "
k _{ed}	" " " " " Druck "
k _{es}	" " " " " Abscherung "
k _h	" Haftspannung des Betons am Eisen "
l	Stützweite (<i>m</i>)
M	Biegemoment (<i>kgcm</i>)

$$n = \frac{E_e}{E_{bd}} = 15$$

$$n_1 = \frac{E_{bd}}{E_{bz}} = 2.5$$

p Nutzlast (*kg/m²*)

σ_{bd} Druckspannung im Beton (*kg/cm²*)

σ_{bz} Zug- " " " "

σ_{ez} " " " Eisens "

σ_{ed} Druck- " " " "

τ Schub- " " " "

τ₁ Haft " " " "

U Umfang der Eiseneinlagen, deren Querschnittsfläche = F_e (*cm*)

x Abstand der Nulllinie zum Druckrande (*cm*).

Die Eisenbetondecken, welche heute verwendet werden, sind, vom Standpunkte der Baumechanik betrachtet,

a) ebene Platten (S. 301)

b) Plattenbalken (S. 303)

c) Kappen (segmentförmige Tonnengewölbe)

Es reichen daher die folgenden Formeln für die gewöhnlichen statischen Berechnungen vollkommen aus.

IV. Formeln.*)

I. Platten und Balken.

Bei Platten ist die Breite $b = 100 \text{ cm}$ zu setzen.

1. Mit einer Eiseneinlage beim Zugrande.

I. Fall.

Gegeben: $\max \sigma_{ez} = k_{ez}$, $\max \sigma_{bd} = k_{bd}$.

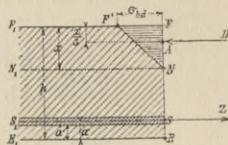
Gesucht: h , F_e .

Für eine gegebene Nutzlast $p \text{ (kg/m}^2\text{)}$ sind die Plattenstärke $h \text{ (cm)}$ und die Querschnittsfläche $F_e \text{ (cm}^2\text{)}$ der Eiseneinlagen festzustellen.

Man berechne vor allem das größte Moment $M \text{ (kgcm)}$. Dabei ist h schätzungsweise anzunehmen.

Sollte das gerechnete h von diesem angenommenen wesentlich verschieden sein, so ist für jenes abermals M zu ermitteln und h neuerdings zu berechnen.

Abb. 1043.



$$h - a = \frac{n k_{bd} + k_{ez}}{k_{bd}} \sqrt{\frac{6 M}{b n (2 n k_{bd} + 3 k_{ez})}} = \alpha_1 \sqrt{\frac{M}{b}} \dagger)$$

$$x = \frac{h - a}{1 + \frac{k_{ez}}{n k_{bd}}} = \alpha_2 (h - a)$$

$$F_e = \frac{k_{bd}}{k_{ez}} \sqrt{\frac{3 b n M}{2 (2 n k_{bd} + 3 k_{ez})}} = \alpha_3 \sqrt{b M}$$

$$F_e = \frac{b n k_{bd}^2}{2 k_{ez}} \frac{h - a}{n k_{bd} + k_{ez}} = \alpha_4 b (h - a)$$

Bei gleichmäßig verteilter Belastung und zwei frei aufliegenden Rändern ist

$$M = \left(3 h + \frac{p}{8} \right) b l^2 \text{ (kgcm)}$$

$$h = \alpha + \sqrt{\alpha^2 + \beta}$$

wobei

$$\alpha = \frac{1,5 l^2}{\varphi} + a$$

$$\beta = \frac{p l^2}{8 \varphi} - a^2$$

$$\varphi = \frac{6 (n k_{bd} + k_{ez})^2}{n (2 n k_{bd} + k_{ez})^2 k_{bd}^2}$$

*) Die Ableitungen zu diesen Formeln finden sich in: Daub, Statische Berechnung der Eisenbetonwerke.

**) Abb. 1043—1045 sind Schnitte || Längsachse.

†) Zahlenwerte von $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \varphi$ usw. gibt die Tabelle auf S. 306.

II. Fall.

Gegeben: h, a, F_e, p .Gesucht: $\max \sigma_{bd}, \max \sigma_{ez}$.

Es ist zu untersuchen, ob eine gegebene Eisenbetonplatte eine bestimmte Nutzlast p (kg/m^2) tragen kann.

Man berechne vor allem das größte Moment M ($kgcm$).

Bei gleichmäßig verteilter Belastung ist

$$M = \left(3h + \frac{p}{8} \right) b l^2$$

$$x = \frac{n F_e}{b} \left(\sqrt{\frac{2 b (h - a)}{n F_e} + 1} - 1 \right)$$

$$\max \sigma_{bd} = \frac{2 M}{b x \left(h - a - \frac{x}{3} \right)}$$

$$\max \sigma_{ez} = \frac{M}{F_e \left(h - a - \frac{x}{3} \right)}$$

III. Fall.

Gegeben: $h, a, F_e, \sigma_{bd} = k_{bd}, \sigma_{ez} = k_{ez}$.Gesucht: p .

Man soll berechnen, welche Nutzlast p (kg/m^2) eine gegebene Eisenbetonplatte tragen kann.

$$M = \frac{b n (2 n k_{bd} + 3 k_{ez}) k_{bd}^2}{6 (n k_{bd} + k_{ez})^2} (h - a)^2 = \alpha_5 h (h - a)^2 \dagger$$

Aus M ist dann p abzuleiten.

Bei gleichmäßig verteilter Belastung und zwei frei aufliegenden Rändern ist

$$p = 8 \left(\frac{M}{b l^2} - 3h \right)$$

2. Mit doppelten Eiseneinlagen.

Die einen Eiseneinlagen liegen beim Zugrande, die anderen beim Druckrande.

F_z [F_d] ist die Querschnittsfläche der Eiseneinlagen beim Zug-[Druck]-rande (cm^2);

a_z [a_d] der Abstand ihrer Schwerachsen von diesem (cm).

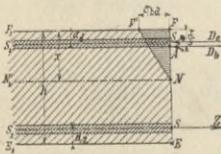
I. Fall.

Gegeben: $\max \sigma_{bd} = k_{bd}, p$.Gesucht: h, a_z, a_d, F_z, F_d .

Vor allem ist das größte Moment M ($kgcm$) zu berechnen. Hiefür ist h schätzungsweise anzunehmen (siehe den I. Fall bei Punkt 1).

†) Zahlenwerte von α_5 gibt die Tabelle auf S. 306.

Abb. 1044.



Falls

$$F_z = F_d = F_e$$

$$a_z = a_d = a$$

sind

$$x = \frac{h - a}{1 + \frac{k_{ez}}{n k_{bd}}} = \alpha_2 (h - a) \dagger$$

$$F_e = \frac{b x^2}{2 n (h - 2 x)}$$

$$b (h - a - x) x^3 + 2 n F_e (x - a) (h - 2 a) = \frac{2 M x}{k_{bd}}$$

Man setze den Wert für x aus den ersten in die beiden letzten Gleichungen ein und rechne aus diesen h und F_e .

II. Fall.

Gegeben: h, a_z, a_d, F_z, F_d, p .

Gesucht: $\max \sigma_{bd}, \sigma_{ez}, \sigma_{ed}$.

Man berechne das größte Moment M ($kgcm$).

$$x = \sqrt{\alpha^2 + \beta} - \alpha$$

$$\alpha = \frac{n}{b} (F_z + F_d)$$

$$\beta = \frac{2 n}{b} [F_z (h - a_z) + F_d a_d]$$

$$\max \sigma_{bd} = \frac{2 M x}{b (h - a_z - x) x^2 + 2 n F_d (x - a_d) (h - a_z - a_d)}$$

$$\sigma_{ez} = n \frac{h - a_z - x}{x} \sigma_{bd}$$

$$\sigma_{ed} = n \frac{x - a_d}{x} \sigma_{bd}$$

3. Zugspannung im Beton.

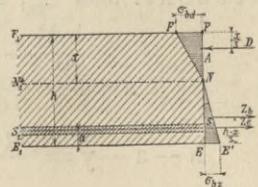
$$\max \sigma_{bz} = \frac{3 M (h - x)}{b [n_1 x^3 + (h - x)^3] + 3 n n_1 F_e (h - a - x)^3}$$

$$x = \sqrt{\alpha^2 + \beta} - \alpha$$

$$\alpha = \frac{b h + n n_1 F_e}{b (n_1 - 1)}$$

$$\beta = \frac{b h^2 + 2 n n_1 F_e (h - a)}{b (n_1 - 1)}$$

Abb. 1045.



II. Plattenbalken.

Gegeben sind auf alle Fälle: n , p , b .

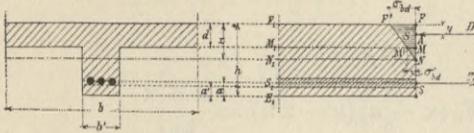
b ist hier die Entfernung der Balkenachsen (cm),

b_1 die Balkenbreite (cm).

a ist so zu wählen, daß der Zwischenraum zwischen dem Zugrande und den Eiseneinlagen mindestens 1 cm beträgt.

Abb. 1046.
Querschnitt.

Abb. 1047.
Längsschnitt.



d ist zu berechnen wie die Stärke einer kontinuierlich durchlaufenden Platte, wobei die Balken als Stützen aufzufassen sind. Man ermittelt also die größten (positiven und negativen) Momente. Die Plattenstärke d ist aus dem absolut größten Moment abzuleiten; die

Eisenquerschnitte sind nach Größe und Lage dem jeweiligen Moment anzupassen.

I. Fall.

Gegeben: $\max \sigma_{ez} = k_{ez}$, $\max \sigma_{bd} = k_{bd}$.

Gesucht: h , F_e .

$$h - a = \alpha + \sqrt{\alpha^2 - \beta}$$

$$\alpha = \frac{n M + \frac{b d^2}{2} (k_{ez} + 2n k_{bd})}{2 n b d k_{bd}} = \varphi_1 \frac{M}{b d} + \varphi_2 d \dagger$$

$$\beta = \frac{d^3}{3} \frac{k_{ez} + n k_{bd}}{n k_{bd}} = \varphi_3 d^2$$

$$x = \frac{h - a}{1 + \frac{k_{ez}}{n k_{zd}}} = \alpha_2 (h - a)$$

$$F_e = \frac{b d k_{bd}}{2 k_{ez}} \frac{2x - d}{x} = \varphi_4 b d \frac{2x - d}{x}$$

Zur Ermittlung des größten Biegemoments M ($kgcm$), das im Balken auftritt, ist das Eigengewicht schätzungsweise anzunehmen mit

$$g = 0.384 b d \dots 0.432 b d \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

wobei b und d in cm eingesetzt werden.

Dann rechnet man α und β und bestimmt mit diesen Werten h . Damit kann man x und sodann F_e ermitteln.

II. Fall.

Gegeben: h , a , F_e .

Gesucht: $\max \sigma_{ez}$, $\max \sigma_{bd}$.

$$x = \frac{\frac{b d^2}{2} + (h - a) n F_e}{b d + n F_e} \qquad y = \frac{d}{3} \frac{3x - 2d}{2x - d}$$

$$h - a - y = \frac{[2(h - a) - d] x - (h - a - \frac{2}{3} d) d}{2x - d}$$

†) Zahlenwerte von α_2 , φ_1 , φ_2 , φ_3 , φ_4 gibt die Tabelle auf S. 306.

$$\max \sigma_{ez} = \frac{M}{(h - a - y) F_e}$$

$$\max \sigma_{bd} = \frac{2 M x}{b d (2 x - d) (h - a - y)}$$

III. Schub- und Haftspannungen.

Es muß $\tau_1 \leq k_z$ sein.

Wenn $\tau_0 > k_{bs}$ ist, so ist $\tau_0 - k_{bs}$ von Bügeln aufzunehmen.

Bezeichnet F die parallel zur Nulllinie gemessene Querschnittsfläche (cm^2) aller Bügel, die in einem normal zur Nulllinie liegenden Querschnitt sich befinden, so ist die Anzahl der Bügel vom Auflager bis zur Mitte

$$z = \frac{b_1 l}{4 F} \frac{\tau_0 - k_{bs}}{k_{es}}$$

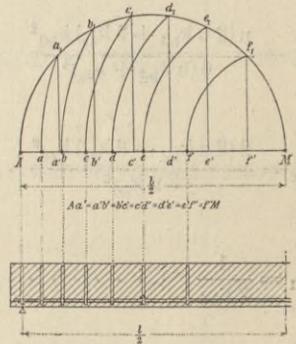
I. Platten	$\left. \begin{aligned} \tau_0 &= \frac{A}{b \left(h - a - \frac{x}{3} \right)} \\ \tau_0 &= \frac{A}{b_1 \left(h - a - \frac{x}{3} \right)} \end{aligned} \right\} \tau_1 = \frac{A}{U \left(b - a - \frac{x}{3} \right)}$	$\tau_1 = \frac{A}{U \left(b - a - \frac{x}{3} \right)}$
II. Plattenbalken		
1. $x < d$		
2. $x = d$	$\tau_0 = \frac{A}{b_1 \left(h - a - \frac{x}{3} \right)}$	$\tau_1 = \frac{A}{U \left(h - a - y \right)}$
3. $x > d$	$\tau_0 = \frac{A}{b_1 \left(h - a - y \right)}$	

Verteilung der Bügel.

Man teile $AM = \frac{l}{2}$ (Abb. 1048) in $(z + 1)$

gleiche Teile. Dadurch ergeben sich die Punkte $a', b', c' \dots$. Die Vertikalen in diesen Punkten $a'_1, b'_1, c'_1 \dots$ schneiden den Halbkreis über AM in $a_1, b_1, c_1 \dots$. Dann ziehe man für den Mittelpunkt M durch $a_1, b_1, c_1 \dots$ Kreisbögen. Diese schneiden AM in a, b, c, \dots . In diesen Querschnitten sind Bügel anzubringen (Abb. 1049).

Abb. 1048 u. 1049.



Stabaufbiegungen.

Das Aufbiegen erfolgt (Abb. 1050) unter 45° und wird vorgenommen, falls $\tau_0 > k_{bs}$. Bezeichnen:

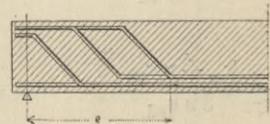
- e die Entfernung vom Auflager, in welcher des Aufbiegen zu beginnen hat (cm),
- F_1 den Querschnitt eines aufgebogenen Eisens (cm^2),
- z_1 die Zahl der Eisen, die innerhalb e aufzubiegen sind,

so sind

$$e = \left(1 - \frac{k_{bs}}{\tau_0} \right) \frac{l}{2}$$

$$z_1 = \frac{(\tau_0 - k_{bs}) b_1 e \sin 45^\circ}{F_1 k_{ez}}$$

Abb. 1050.



Koeffizienten	$k_{ez} = 850 \text{ kg/cm}^2$			
	$k_{bd} =$			
	40	36	32	30
$\alpha_1 = \frac{n k_{bd} + k_{ez}}{k_{bd}} \sqrt{\frac{6}{n(2n k_{bd} + 3k_{ez})}}$	0.3744	0.0453	0.4437	0.4666
$\alpha_2 = \frac{n k_{bd}}{k_{ez} + n k_{bd}}$	0.4138	0.3885	0.3609	0.3462
$\alpha_3 = \frac{k_{bd}}{k_{ez}} \sqrt{\frac{3n}{2(2n k_{bd} + 3k_{ez})}}$	0.0036	0.0033	0.0030	0.0029
$\alpha_4 = \frac{n k_{bd}^2}{2 k_{ez} (n k_{bd} + k_{ez})}$	0.0097	0.0082	0.0068	0.0061
$\alpha_5 = \frac{n(2n k_{bd} + 3k_{ez}) k_{bd}^2}{6(n k_{bd} + k_{ez})^2}$	7.1344	6.0873	5.0798	4.5932
$\alpha_6 = \frac{2(2n k_{bd} + 3k_{ez}) k_{ez}^2}{3n k_{bd}^2}$	75260.4167	89940.8436	110068.3594	123092.5926
$\varphi_1 = \frac{1}{2 k_{bd}}$	0.0125	0.0133	0.0156	0.0167
$\varphi_2 = \frac{k_{ez} + 2n k_{bd}}{4n k_{bd}}$	0.8541	0.8936	0.9427	0.9756
$\varphi_3 = \frac{k_{ez} + n k_{bd}}{3n k_{bd}}$	0.8056	0.8580	0.9206	0.9630
$\varphi_4 = \frac{k_{bd}}{2 k_{ez}}$	0.0235	0.0212	0.0188	0.0175

Koeffizienten	$k_{ez} = 950 \text{ kg/cm}^2$				$k_{ez} = 1000 \text{ kg/cm}^2$			
	$k_{bd} =$				$k_{bd} =$			
	40	36	32	30	40	36	32	30
$\alpha_1 = \frac{n k_{bd} + k_{ez}}{k_{bd}} \sqrt{\frac{6}{n(2n k_{bd} + 3k_{ez})}}$	0.3851	0.4176	0.4579	0.4820	0.3904	0.4236	0.4648	0.4895
$\alpha_2 = \frac{n k_{bd}}{k_{ez} + n k_{bd}}$	0.3871	0.3624	0.3357	0.3214	0.3750	0.3506	0.3243	0.3103
$\alpha_3 = \frac{k_{bd}}{k_{ez}} \sqrt{\frac{3n}{2(2n k_{bd} + 3k_{ez})}}$	0.0031	0.0029	0.0026	0.0024	0.0029	0.0027	0.0024	0.0023
$\alpha_4 = \frac{n k_{bd}^2}{2 k_{ez} (n k_{bd} + k_{ez})}$	0.0081	0.0069	0.0057	0.0051	0.0075	0.0063	0.0052	0.0047
$\alpha_5 = \frac{n(2n k_{bd} + 3k_{ez}) k_{bd}^2}{6(n k_{bd} + k_{ez})^2}$	6.7430	5.7354	4.7697	4.3048	6.5625	5.5740	4.6282	4.1736
$\alpha_6 = \frac{2(2n k_{bd} + 3k_{ez}) k_{ez}^2}{3n k_{bd}^2}$	101531.2500	121633.2305	149241.5365	167129.6296	116666.6667	139917.6955	171875.0000	192592.5926
$\varphi_1 = \frac{1}{2 k_{bd}}$	—	—	—	—	—	—	—	—
$\varphi_2 = \frac{k_{ez} + 2n k_{bd}}{4n k_{bd}}$	0.8958	0.9398	0.9948	10.2778	9.1667	0.9556	1.0208	10.5556
$\varphi_3 = \frac{k_{ez} + n k_{bd}}{3n k_{bd}}$	0.8600	0.9198	0.9681	1.0070	0.8889	0.9406	1.027	0.0711
$\varphi_4 = \frac{k_{bd}}{2 k_{ez}}$	0.0210	0.0190	0.0168	0.0158	0.0020 0,02	0.0018	0.0016	0.0015

Reichen die Einlageisen nicht aus, um z_1 zu geben, so sind als noch erforderliche Stäbe Eisen einzulegen, welche mit dem Widerlager fest verankert werden müssen.

Die Entfernungen der aufgebogenen Stäbe nehmen gegen das Widerlager zu ab.

§ 3. Eisenbetonbauweisen.

A. Eisenbetondecken mit eisernen Deckenträgern.

Die eigentliche, aus Eisenbeton hergestellte Deckenkonstruktion wird getragen von eisernen, in der Regel gewalzten **I**-Trägern.

Diese liegen gewöhnlich von der Hauptmauer zur Mittelmauer, am besten auf den Mitten der Fensterpfeiler, wo sich über der Decke Scheidemauern befinden, unter diesen.

Im übrigen ist das S. 267 Gesagte zu beachten.

1. System Monier.

Im Beton liegt in der Nähe des auf Zug beanspruchten Randes ein Stabgeflecht, auch Drahtnetz genannt, aus Rundeisenstäben, die an den Kreuzungsstellen mit dünnen Drähten verbunden werden.

Die Tragstäbe liegen quer zu den Trägern. Ihre Stärke und Entfernungen sind nach Seite 301 zu berechnen.

Die Querstäbe liegen parallel zu den Trägern. Sie sind 3...5 mm dick und 20...30 cm entfernt. Sie haben nur den Zweck, die Abstände der Tragstäbe festzuhalten.

Wölbung:	1 Portlandzement	+ 3 Sand
Nachmauerung:	1 Zement	+ 8 "
Auffüllung:	1 "	+ 12 "

Die Unter- und die Oberflanschen der Träger sind mit Beton zu umhüllen.

Josef Monier, ein französischer Gärtner (1823 in St. Quentin geboren, 1906 in Paris gestorben), erfand diese Bauweise (1861) durch Zufall. Um große Pflanzentöpfe zu erhalten, die dauerhafter wären als hölzerne und leichter als solche aus Zementmörtel, verfiel er auf den Gedanken, sie aus einem Drahtnetze herzustellen, das mit Zementmörtel umhüllt wurde. Als er die ungemein große Festigkeit dieser Konstruktion erkannte, ging er daran, sie für das Bauwesen zu verwerten, und 1867 nahm er sein erstes Patent. Von der Pariser Weltausstellung 1868, wo die neue Bauweise die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hatte, begann sie, das Bauwesen der ganzen Welt im Sturmesfluge zu erobern.

Monier wird daher als Vater der Eisenbetonkonstruktionen bezeichnet. Vor ihm hat aber schon Coignet (1861) solche ausgeführt; er zeigte auf der Pariser Weltausstellung (1868) Träger, Gewölbe, Röhren usw. aus Eisenbeton.

Die älteste Eisenbetonkonstruktion ist wohl ein Boot, das Lambot (1850) gebaut und auf der Pariser Weltausstellung (1855) ausgestellt hat.

I. Monierkappen.

(Segmentförmige Tonnen.)

Sie sind zweckmäßiger, weil tragfähiger, leichter und billiger als die Platten; sie gestatten weniger Schutt und erfordern eine geringere Stärke, haben demnach weniger Masse und ermöglichen schwächere Träger.

Man verwendet daher in der Regel Kappen, nur selten Platten.
Die Trägerentfernung e soll $> 2.5\text{ m}$ sein.

Die Scheitelstärke d ist stets zu berechnen; sie muß $\geq 3\text{ cm}$ sein.

Großen und schwer belasteten Kappen soll man zwei Netze geben: das eine oben, das andere unten.

Dem Mangel der Kappen, daß sie nicht ohne weiteres einen ebenen Plafond geben, ist nach S. 272 abzuhelpfen.

II. Monierplatten.

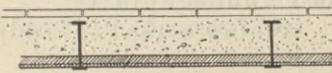
Trägerentfernung: $e \leq 2.5\text{ m}$.

I. Art.

Die Platten ruhen auf den Unterflanschen [1051—1052].

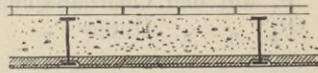
a) *Bloßliegende Unterflanschen.*

Abb. 1051.



b) *Umhüllte Unterflanschen.*

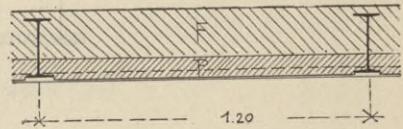
Abb. 1052.



Vorzug: horizontaler Plafond.
Mängel: viel Auffüllung, sehr schwer, schwere Träger, sehr teuer — daher nicht zu empfehlen.

a) ist minder feuersicher als b).

Abb. 1053.



P Monierplatte.
F Auffüllung aus Beton.

II. Art.

Die Platten liegen auf den Oberflanschen [1054—1058].

Vorzüge: kein Schutt, der Fußboden liegt unmittelbar auf der Platte; leichter, leichtere Träger, billiger als I.

Mängel:

- a) kein ebener Plafond. Dem kann man abhelfen nach S. 272;
- b) die Träger liegen bei einem Brande dem Feuer frei [1054] Abhilfe: Man umhülle die Träger mit Beton oder mit einem mit Zementmörtel beworfenen Drahtnetze [1055—1058]. Das macht aber die Konstruktion sehr schwer und verteuert sie.
- c) unschönes Aussehen.

Abb. 1055.

Abb. 1054.

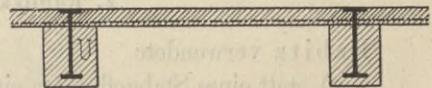
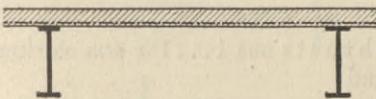
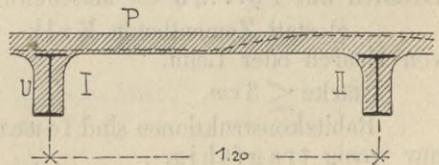


Abb. 1056.



P Platte.
U Ummantelung.
I und II sind Varianten.

Wenn die Platten in einem hergestellt werden, so soll man über den Trägern, weil dort negative Momente auftreten, das Drahtnetz zum oberen Rande aufziehen. [1056 rechts]

Voutenplatten.

Der die Träger umhüllende Beton ist voutenförmig (mit Hohlkehlen) gestaltet.

Abb. 1057.

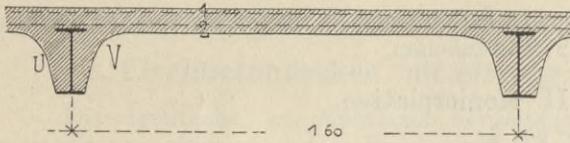


Abb. 1058.



U Ummantelung.
V Vouten.

Abb. 1057 hat 2 Drahtnetze (Stabgeflechte): 1 und 2.

III. Art.

P_1 auf den Oberflanschen liegende Fußbodenplatte
 P_2 „ „ Unter- „ „ etwa 5 cm starke Plafondplatte

Doppeldecke. Hohldecke.

Abb. 1059.



Die Monierplatten werden

a) auf der Baustelle als zusammenhängende Platte hergestellt, geschüttet und gestampft, oder

b) auf dem Werkplatze in einzelnen Stücken angefertigt, zugeführt und mittels Zementmörtel versetzt. Dabei erspart man die Schalung und deren Unterstützung und erhält gleich eine fertige Decke.

Ähnlich dem System Monier sind

das „ Schlüter
„ „ Cottancin.

2. Rabetzkonstruktion.

Rabetz verwendete

a) statt eines Stabgeflechtes ein Drahtnetz aus 1...1.5 mm starken Drähten mit 1.5...2.5 cm Maschenweite und

b) statt Zementbeton Kalk- oder Gipsmörtel mit einem Zusatz von Haaren oder Leim.

Stärke ≤ 3 cm.

Rabetzkonstruktionen sind feuersicher, aber nicht wetterfest und nur wenig tragfähig.

Man verwendet sie für dünne Wände, Plafonds und zur Nachahmung von Wölbungen (siehe S. 219).

3. System Melan.

Auf $\bar{\text{I}}$ -Hauptträgern liegen als Querträger segmentbogenförmig gekrümmte $\bar{\text{I}}$ - oder I -Eisen (Nr. 8 oder 10), die Bogenrippen, zwischen die Beton eingestampft wird.

Abb. 1060.



M Melanbogen. — E Eisenrippe. — F Auffüllung. — K Kämpferhintermauerung.

Entfernung der Hauptträger: $e \leq 4 \text{ m}$

„ „ Querträger: $a \sim 1 \text{ m}$ (0.80...1.20 m)

$$\text{Pfeilhöhe } f = \frac{e}{12} \cdots \frac{e}{14}$$

Statische Berechnung

nach Melan.

Bezeichnungen:

g Eigengewicht (kg/m^2)
 p Nutzlast „
 $q = g + p$ „
 l Stützweite der Hauptträger (m)
 e Entfernung „ „ „
 a „ „ Querträger „
 f Pfeilhöhe „ „
 d Bogenstärke „ „
 über E_b, E_e, J_b, J_e, F_e siehe S. 300.

$$\mu = \frac{E_b J_b}{E_e J_e}$$

$$f_1 = f + \frac{5}{16} \frac{a d^3 + 12 J_e}{(a d + F_e) f}$$

$$\frac{a}{d} \leq 200 \sqrt{2 \frac{1 + \mu}{q}}$$

$$a = \frac{500 d^2}{3 q J_e} \left[1 \pm \sqrt{1 + 2.88 \frac{q J_e^2}{d^8}} \right]$$

$$d \leq \sqrt{\frac{2}{3} M} \text{ (cm)}$$

d ist für $M_s, M_k, -M_k$ und $-M$ zu berechnen.

I. Fall. Beide Hälften sind belastet:

$$H = \frac{q l^2}{8 f_1}$$

$$\text{Moment im Scheitel: } M_s = \frac{H}{3} (f_1 - f)$$

$$\text{„ „ Kämpfer: } M_k = -2 M_s$$

II. Fall. Einseitige Belastung:

$$H_1 = \left(g + \frac{p}{2} \right) \frac{l^2}{8 f_1}$$

a) wenn der gefährliche Querschnitt im Kämpfer der belasteten Seite liegt, ist

$$-M_k = \frac{p l^2}{64} + \frac{2}{3} H_1 (f_1 - f)$$

b) wenn er in der unbelasteten Seite, im Abstand $\frac{3}{16}l$ vom Scheitel liegt, falls der Kämpfer genügend verstärkt ist oder Zwickelausmauerung vorliegt, ist

$$-M = \frac{9}{1024} p l^2 + \frac{2}{3} H_1 (f_1 - f)$$

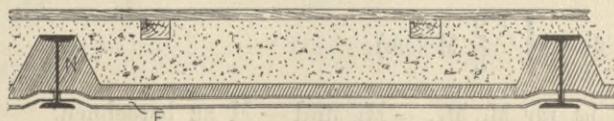
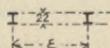
Entfernung der Hauptträger	e	2·5	3·0	3·5	4·0	5·0	m
Pfeilhöhe	f	20	25	30	33	40	cm
Gewölbstärke	d	8	8	8	8	10	„
Bogenrippen I-Eisen Nr.		8	8	8	8	10	„
Entfernung der Bogenrippen	a	1·2	1·0	1·0	1·0	1·1	m
Zulässige einseitige Belastung bei 5—6facher Sicherheit		1500	1200	1000	800	1200	kg/m ²

4. System Holzer.

Auf höchstens 2·5 m entfernten I-Hauptträgern liegen, in Beton gebettet, 20...22 mm hohe, $\varepsilon = 10\text{—}15$ cm entfernte —-Quereisen.

Abb. 1062.

Abb. 1061.
Querschnitt.



E I-Eisen Nr. 2½ — N Nachmauerung.

Statt einer Schalung genügt ein Rohrgewebe, das an den Querträgern befestigt wird.

5. Decke von Müller und Marx.

Abb. 1063.
Schnitt \perp Träger.

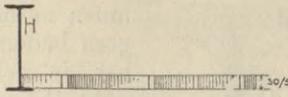
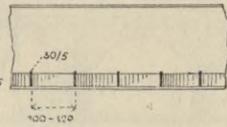
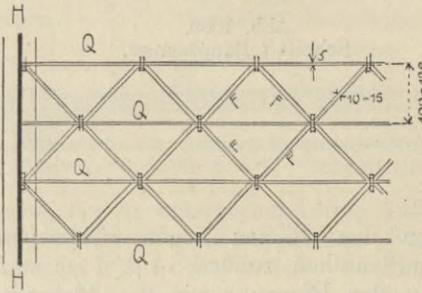


Abb. 1064.
Schnitt \parallel Träger.



Auf den 2...4 m entfernten $\bar{\text{I}}$ -Hauptträgern (H) liegen 10-12 cm entfernte $\bar{\text{I}}$ - oder I -Querträger (Q), welche 1...1,5 cm dicke, zickzackförmige Flacheisen (F) tragen, die mit ihnen mittels Klammern verbunden sind. Darunter befestigt man ein Drahtnetz, das als Schalung dient.

Abb. 1065.
Grundriß.



H Hauptträger. Q Querträger. F Flacheisen.

6. Eingespannte Voutenplatte von Koenen.

Die Eiseneinlagen, Rundeisenstangen, liegen in der Mitte der Platte unten, an den Enden oben [1066]. Die Platte wirkt daher nicht frei aufliegend, sondern eingespannt. Das Biegemoment in der Platte ist demnach sowohl an den Enden als auch in der Mitte für eine gleichmäßig verteilte Belastung $M = \frac{q l^2}{12}$.

Abb. 1066.
Schnitt \parallel Hauptmauer.

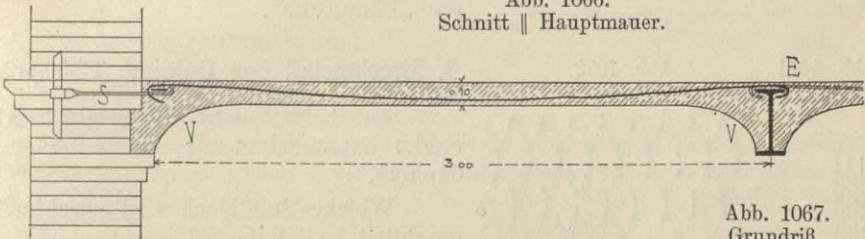
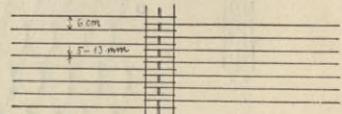


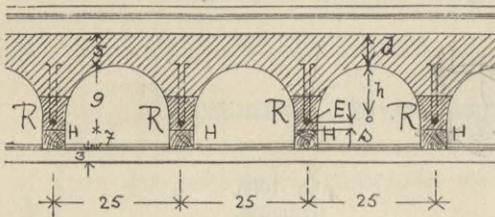
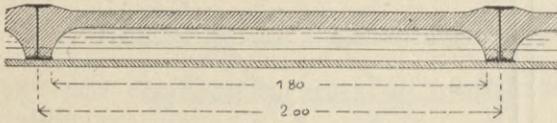
Abb. 1067.
Grundriß.



Wo die Platte von einem eisernen Träger (E) getragen wird, hängt man die Hakenenden der Eisenstangen um den Oberflansch; wo sie auf einer Mauer ruht, um Schließeneisen (S).

An den Auflagern sind die Platten zu Vouten (V) ausgestaltet (daher der Name „Voutenplatte“).

7. Plandecke von Koenen.

Abb. 1068.
Schnitt || Träger.Abb. 1069.
Schnitt || Hauptmauer.

Unter den Rippen liegen, freitragend oder aufgehängt, auf den Trägerunterflanschen ruhend, 4×7 cm starke Holzlatten (H), die zur Herstellung der Rippen sowie des Plafonds dienen.

Die Berohrung kann ohne Schalung an den Holzlatten H befestigt werden.

Der Plafond läuft unter den Trägern durch [1069].

Zwischen \bar{I} -Hauptträgern wird eine Betonplatte eingestampft, die unten normal zu den Trägern laufende Rippen (R) hat, in welche Rundeisenstäbe (E) eingebettet sind. Der Übergang von einer Rippe zur nächsten erfolgt zylindrisch [1068].

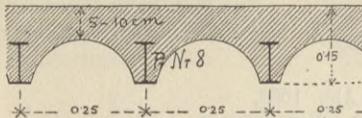
Zur Aufnahme der Schubspannungen sind um die Rundeisen „Bügel“ geschlungen.

Die Platte kann aus milderem Beton hergestellt werden als die Rippen.

8. Rippenplatte von Koenen.

Die Platte hat zylindrische Vertiefungen, welche normal zu den Hauptträgern laufen. In die Rippen sind kleine \bar{I} -Träger eingebettet.

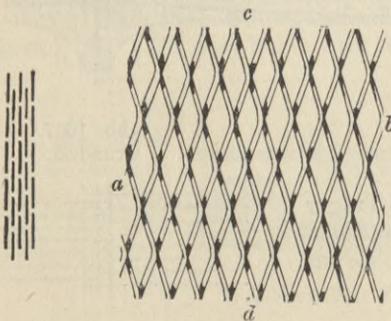
Abb. 1070.



Gewöhnlich sind aber so starke Eiseneinlagen nicht erforderlich, sondern es genügen Rundeisen. Dann hat man die „Plandecke“.

Abb. 1071.

Abb. 1072.



9. Streckmetall von Golding (Chicago).

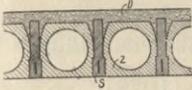
Es heißt auch: Tragnetzblech; engl.: expanded metall; franz.: métal déployé. *)

Weiches Stahlblech wird maschinell geschlitzt, so daß die Schlitzlinien bilden, welche in den benachbarten Reihen versetzt sind (Abb. 1071), sodann gestreckt. Dadurch ergibt sich ein rautenförmiges Netz (Abb. 1072), das an Stelle eines Drahtnetzes u. dgl. in den Beton gebettet wird.

*) Siehe das VI. Kapitel des I. Teiles dieses Werkes.

10. Zylinderstegdecke von Herbst.

Abb. 1073.

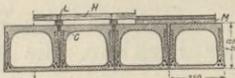


Von zylindrischen Kanälen ausgehöhlte Betonbalken, die Zylinder (Z), werden von den Stegen (S), d. s. durch Flacheisen verstärkte Betonträger, getragen, die auf den **I**-Hauptträgern ruhen. F sind hochkantige, wellenförmig gerippte Flacheisen.

11. Zementhohlbalken von Siegart.

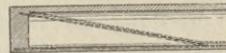
Unmittelbar nebeneinander, „Mann an Mann“, liegen auf **I**-Hauptträgern hohle Eisenbetonbalken von rechteckigem Querschnitte.

Abb. 1074.
Schnitt \parallel Hauptträger.



L = Polsterholz.
H = Holzfußboden.

Abb. 1075.
Schnitt \perp Hauptträger.



M = Zementschichte, darüber Zementestrich, Gipsestrich. Terrazzo, Xyolith u. dgl., Klinkerplatten usw.

Die Eiseneinlagen, Rundeisen, liegen, entsprechend dem Auftreten der Zug- und Druckspannungen, in den vertikalen Wänden, den „Stegen“.

Die statische Berechnung erfolgt nach den Formeln für Plattenbalken (siehe S. 304). Die unteren horizontalen Böden kommen rechnerisch nicht in Betracht; sie haben nur eine konstruktive Bedeutung, sie schaffen den Plafond. Die beiden Stege eines Siegartbalkens spielen dieselbe Rolle wie der Balken den Plattenbalken.

Die Siegartbalken werden auf dem Werkplatze hergestellt, erhärten gelassen und in fertigem Zustand in Zementmörtel versetzt.

12. System Mátrai.

Wenn ein an den Enden frei aufliegender Träger von der Stützweite l (m) eine gleichmäßig verteilte Belastung q (kg/m) zu tragen hat [1076], so stellt sich das erforderliche Widerstandsmoment W_e durch eine Parabel dar, deren Ordinaten [1077] an den Auflagern = 0

$$\text{in der Trägermitte} = \max W_e = \frac{\max M}{k} = \frac{100 q l^2}{8 k} \text{ (cm}^3\text{) sind,}$$

wobei k die zulässige Inanspruchnahme des Trägers (kg/cm^2) und M das statische Moment ($kgcm$) bedeuten.

Weil aber das vorhandene Widerstandsmoment W_v eines gewalzten Trägers durchwegs gleich groß und mindestens =, meistens aber $> \max W_e$ ist, so bleibt die durch die Fläche ($W_v - \frac{2}{3} \max W_e$) l dargestellte Trägermasse [1077], welche mindestens =, gewöhnlich aber $> \frac{1}{3}$ der ganzen Trägermasse ist, ungenützt.

Es müssen demnach mehr als 33% des Geldes, das für solche gewalzte Träger aufzuwenden ist, bloß deswegen ausgegeben werden, weil man nur Träger mit konstantem Querschnitt erzeugen kann.

Diese Summen zu ersparen, ist das Ziel des Systems Mátrai.

Abb. 1076.

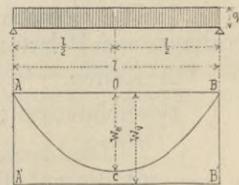


Abb. 1077.

Um dies zu erreichen, wird angestrebt, die in der Mitte wirkenden Belastungen nicht auf die Trägermitte, wie dies sonst geschieht, sondern auf die Trägerenden zu übertragen.

Wenn es gelingt, die Belastung so zu verteilen, daß jede Hälfte derselben das den Auflagern zunächst liegende $\frac{1}{4}$ belastet [1078], so stellt sich dann das erforderliche Widerstandsmoment dar durch eine Art Trapez, dessen Höhe $W_e = \frac{q l^2}{16 k}$ [1079].

Das Widerstandsmoment des Trägers
 nur $\geq \frac{q l^2}{16}$ gegen $\frac{q l^2}{8}$ unter sonstigen Umständen sein.

Abb. 1078.

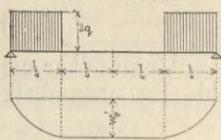


Abb. 1079.

Diese Verteilung der Belastung wird zu erreichen gesucht durch eine große Zahl zwischen den Trägern liegender Drähte, die alle in ihren Mitten nach unten durchhängen [1080].

1. An den Ankern P [1081], die über die oberen Ecken der Trägerenden geschoben werden, befestigt man

a) die Hauptdiagonaldrähte δ und δ_1 ,

b) die Träger- oder Parallelketten, das sind neben den Trägern liegende Drahtbündel, von denen jedes so viele Drähte enthält, daß es die halbe Tragfähigkeit des Trägers hat (m, m_1, m_2, m_3).

2. An den Trägern und Ketten werden Quer- oder Diagonaldrähte befestigt, welche die gewünschte Lastverteilung bewirken [1087].

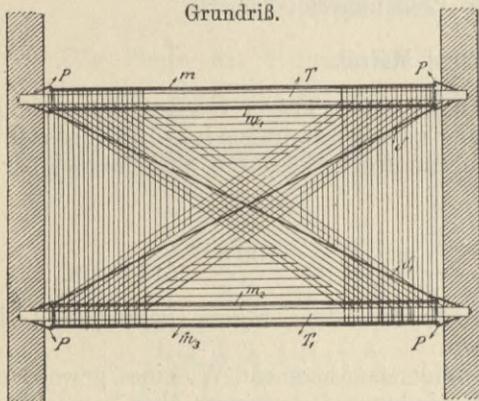
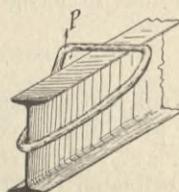
Abb. 1080.
Grundriß.

Abb. 1081.



Alle diese Drähte usw. umhüllt man mit Schlackenbeton von 8 cm Stärke, der genügt, da er nur die Zwischenräume der Drähte auszufüllen hat, aber nicht tragend wirkt.

Statische Berechnung.

1. Die eisernen Träger tragen nur $\frac{1}{4}$ der in den benachbarten Feldern vorhandenen Belastung.

2. Ketten.

Bezeichnungen:

F Drahtquerschnitt beider Ketten (cm^2)

Q die auf die Ketten entfallende Gesamtlast (kg)

l_1 Aufhängeweite der Ketten, nahezu = l (m)

Die eine Rundeisenstange (S_u) ist horizontal und liegt nahe dem unteren Rande. Die zweite (S_o) liegt in der Mitte über S_u , steigt dann schräg empor und befindet sich an den Auflagern nahe dem oberen Rande. Die Enden der Stangen bekommen Gaisfüße (G), besser aber werden sie um 180° zu Haken umgebogen.

Um beide Stangen (S_o und S_u) schiebt man Flacheisenbügel (B), deren Entfernungen gegen die Mitte zunehmen.

S_u und S_o , soweit diese Stange beim unteren Rande liegt, nehmen die Zugspannungen auf, das schräg ansteigende Stück von S_o und die Bügel nehmen die Schubspannungen auf und der Beton die Druckspannungen.

II. Platte.

Die Tragbalken (T) tragen ebene Platten (P) aus Eisenbeton (armiertem Beton).

Platte und Balken werden aus einem gestampft, wirken daher wie ein Stück.

Bei statischen Berechnungen ist daher nie das Widerstandsmoment des Tragbalkens für sich, sondern das des Balkens samt den zugehörigen Plattenhälften einzusetzen.

Die Armierung der Platte besteht aus $1...1,5$ cm starken Rundeisenstangen, von denen die einen horizontal in der Nähe des unteren Plattenrandes liegen (S_1), während die anderen, zwischen jenen befindlichen, in der Mitte ebenfalls nahe dem unteren Rande liegen, gegen die Tragbalken zu aber zum oberen Rande emporsteigen (S_2) [1082].

Diese Stangen greifen etwa 10 cm über die Balken hinaus [1084].

In der Nähe der Balken gibt man ihnen auch (etwa 2) Bügel (B_1).

Decken, nach Hennebique, haben sich als höchst tragfähig, auch Erschütterungen und Stößen widerstehend und feuersicher erwiesen. Dabei sind ihre Kosten recht vorteilhaft.

Anschluß eines Deckenträgers System Hennebique an eine Säule.

Abb. 1085.
Schnitt O P.

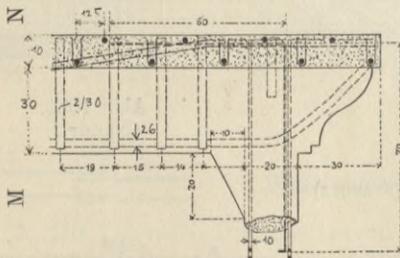
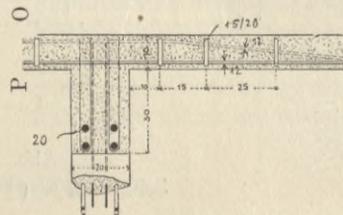


Abb. 1086.
Schnitt M N.



Ähnliche Decken sind u. a.:

die **Rippendecke** von G. A. Wayß (Wien),

ferner die Decken von Ast (Wien), Pulfer u. Bidal (Berlin), Cottancin, Boussiron, Pavin de Lafarge, Coignet usw.

C.

14. System Visintini.

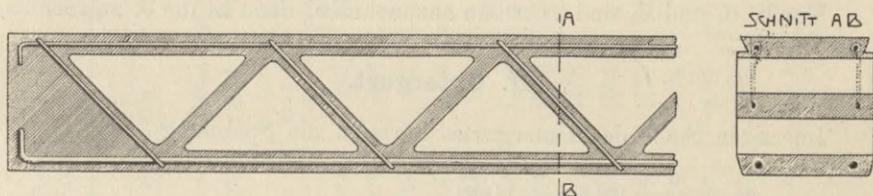
Diese Deckenkonstruktion wird gebildet aus „Mann an Mann“ liegenden Trägern, welche quer zur Längsachse dreieckige Hohlräume haben und so die Gestalt von Gitterträgern bekommen. In den Obergurt, den Untergurt und die auf Zug beanspruchten Stäbe (Rippen) werden Rundeisenstangen eingebettet [1087].

Diese Eisenbetonbalken können auf dem Werkplatze hergestellt und fertig auf den Bau geliefert werden, sind daher besser als bei einer Anfertigung auf der Baustelle.

Außer geraden werden auch Bogenträger verwendet.

Abb. 1087.
Längsschnitt.

Abb. 1088.



Statische Berechnung

nach Visintini.

Bezeichnungen:

- l Trakttiefe (m)
 - h Trägerhöhe (cm)
 - h_1 Entfernung der Gurtschwerachsen (m)
 - b Trägerbreite (cm)
 - z Anzahl der Stäbe eines Gurtes
 - $e = \frac{l}{z}$, Entfernung der Knotenpunkte eines Gurtes (m)
 - d_0 Dicke des Obergurtes (cm)
 - d_u " " Unter " "
 - d_r " der Rippen "
 - F_0 Querschnitt der Eiseneinlage des Obergurtes (cm²)
 - F_u " " " " Unter " "
 - F_z " " " " der Zugrippen "
 - g Eigengewicht (kg/m)
 - p Nutzlast (kg/m²)
 - q Gesamtlast (kg/m)
- $$q = g + \frac{100 p}{b}$$

φ Neigungswinkel der Diagonalen gegen die Gurten.

Sonstige Bezeichnungen haben die auf S. 300 angegebene Bedeutung.

I. Obergurt.

Im m -ten Stabe des Obergurtes herrscht die Spannung

$$\sigma_{om} = -\frac{q e^2}{2 h_1} [(z + 1) (m - \frac{1}{2}) - m^2] (kg)$$

Der Obergurt ist zu berechnen nach dem Stabe, in welchem $\max \sigma_o$ auftritt: nach dem mittleren, für den $m = \frac{z}{2}$ zu setzen ist.

$$\max \sigma_o = \sigma_{o \frac{z}{2}} = -\frac{q e^2}{8 h_1} (z^2 - 2) (kg)$$

$$F_o = b d_o + n F_e = \frac{\max \sigma_o}{k_{bd}}$$

Von b , d_o und F_o sind 2 Größen anzunehmen, dann ist die 3. zu rechnen.

II. Untergurt.

Im m -ten Stabe des Untergurtes herrscht die Spannung

$$\sigma_{um} = \frac{q e^2}{2 h_1} m (z - m) (kg)$$

$$\max \sigma_u = \sigma_{u \frac{z}{2}} = \frac{q e^2 z^2}{8 h_1}$$

$$F_u = \frac{\max \sigma_u}{k_{ez}}$$

III. Rippen (Diagonalen).

In der m -ten Rippe (Diagonale) herrscht die Spannung

$$\sigma_m = \frac{q e}{2 \cos \varphi} (z - 2m + 1)$$

1. Zugrippen.

$\max \sigma_z$ herrscht in dem 1. Stabe neben dem Auflager, der gegen die Mitte fällt

$$\max \sigma_z = \frac{q e}{2 \cos \varphi}$$

$$F_z = \frac{\max \sigma_z}{k_{ez}}$$

2. Druckrippen.

$\max \sigma_d$ herrscht in dem 1. Stabe neben dem Auflager, der gegen die Mitte steigt

a) Haben die Druckrippen keine Eiseneinlagen, so werden sie nach S. 85 berechnet.

b) Sind aber auch die Druckrippen mit Eiseneinlagen versehen, so sind sie nach S. 83 zu berechnen.

Nutzlast = 250 kg/m²
 10fache Sicherheit für Beton
 4 " " " " " Eisen

b = 20 cm

h	d ₀	d _u	d _r	l	h ₁	e	z	g	q	Maximal-				F ₀ *)	d _u	Spannungen in der				b d _r		
										Moment		Spannung				1.	2	3.	4.		Zugrippe	1. Druckrippe
										max M ₀	Unter-gurt	max M _u	Ober-gurt										Unter-gurt	max σ_{u}
15	2.5	2.5	1.5	2.00	12.5	25	8	33	83	3875	4150	321	332	7	102	73	44	14	102	30		
"	"	"	"	2.50	"	"	10	"	"	6354	6484	508	518	8	132	102	73	44	132	"		
"	"	"	"	3.00	"	"	12	"	"	9208	9337	736	747	9	161	132	102	73	161	"		
"	"	"	"	3.50	"	"	14	"	"	12579	12709	1006	1016	10	190	161	132	102	190	"		
18	"	"	"	3.72	15.5	31	12	34	84	14328	14530	924	937	"	202	165	128	92	202	"		
"	"	"	"	4.03	"	"	13	"	"	16952	16952	1093	1093	11	220	184	149	110	220	"		
"	"	"	"	4.34	"	"	14	"	"	19575	19777	1263	1276	12	239	202	165	128	239	"		
"	"	"	"	4.65	"	"	15	"	"	22602	22802	1458	1458	13	257	220	184	149	257	"		
"	"	"	"	4.96	"	"	16	"	"	25629	25831	1653	1666	14	276	239	202	165	276	"		
21	3.0	3.0	2.0	5.04	18	36	14	39	89	27970	28260	1554	1570	"	293	248	203	158	293	40		
"	"	"	"	5.40	"	"	15	"	"	32296	32296	1794	1794	15	316	271	226	203	316	"		
"	"	"	"	5.68	17.75	35.5	16	41	91	36411	36698	2051	2067	16	342	296	250	205	342	"		
"	"	"	"	6.035	"	"	17	"	"	41285	41285	2325	2325	17	364	319	273	228	364	"		

*) Falls die Eiseneinlagen 4 mm dick sind.

Verzeichnis und Literatur der Eisenbetondecken.

Ast	Wien	System Ast	
Bidal & Pulfer	Berlin		
Boog			
Bonna			B. H. M. 1899
Bordenave			
Bramigk	Dessau	Röhrendecke	Z. d. B. 1900
			A. J. 1900
			B. E. 1902
			B. Z. 1897
Broner & Sequin	Breslau		
Chrometzka	Köslin i. Pr.	Hänge- und	
Deumling		Gitterdecke	S. B. 1897
			D. B. 1895, 1900
			Z. d. B. 1897
Dietrichkeit		Ankerdecke	Z. J. 1897
			S. B. 1897
Donath	Berlin		
Düsing			D. B. 1897
Eggert	Berlin	Eggertdecke	B. E. 1903
Franke			
Gießhammer			
Habrich-Thomas			
und Steinhoff			
Helm	Berlin	Horizontaldecke	Bi. 1898
Henkel			B. E. 1904
Herbst		Zylindersteg-	B. E. 1903
		decke	D. B. 1895
			D. B. 1895
Holzer	Wien		
Janesch	Duisburg	Tramdecke	Z. Bh. 1897
Jansen			B. E. 1905
Kalweit	Berlin		
Kemnitz	Heidelberg	Betonkeildecke	
Kiefer			D. B. 1894
	Nürnberg	Wellblech-	Z. d. B. 1893, 1894,
		schienen	1898
Klett & Stapf	Berlin	Zementeisen-	
		konsoldecke	
Knauer	"	Drahtputz-	
		gewölbe	Z. d. B. 1897
			D. B. 1898
Koenen	"	Voutenplatte	Z. d. B. 1897
	"	Plandecke	
	"	Rippenplatte	
Kohlmetz	Berlin		
Leschinsky	Gr.-Lichterfelde	Terrastdecke	D. B. 1900
Lilienthal	Berlin	Ankerdecke	
Lolat	Stuttgart	System Luipold	
Luipold			
Lund			B. E. 1905

Macchiachini			B. E. 1903
Matrai	Budapest		B. E. 1903
Melan	Prag		
Möbers & Wirtz	Düsseldorf	Rippendecke	E. N. 1898 Z. f. B. 1897
Möller	Braunschweig	Hängegurtecke	Z. J. 1897 S. B. 1897 E. N. 1899
Mueller	Berlin	Viktoriadecke	D. B. 1897
Müller & Marx			D. R. G. M. 47230
Münch	Bern	Skelett- konstruktion	
Odorico			Z. d. B. 1888
Pinkemeyer	Recklinghausen i. W.	Mörteldecke	D. R. G. M. 113744
Pohlmann		Bulbeisendecke	B. E. 1904
Pulfer, s. Bidal			
Rabitz	Berlin		
Rella	Wien		B. E. 1903
Rueff & Stauf	Kottbus	Drahtziegeldecke	
Sanders			
Schlüter		Spiraleisendecke	
Schnell		Gewölbballen- decke	
"			
Sequin, s. Broner		Siegdecke	
Siegler		Zementhohl- balken	S. B. XXXVII. 24 u. 25
Sieglwart	Luzern		
Stapf & Klett			
Stauf, s. Rueff			
Steinhoff und Thomas	Mühlheim a. R.	Spiraleisendecke	
Szekely		Herkulesdecke	B. E. 1904
Tesseraux	Mannheim		
Thomas, s. Stein- hoff			
Thrul	Wien	Bogenbalken	B. E. 1904
Visintini			B. E. 1905
Waysz	"	Zellendecke	
"	"	Juniorendecke	D. B. 1895
Weyhe	Bremen	Hansadecke	Z. d. B. 1896
Wilkens			Z. Bh. 1897
Wirtz, s. Möbers			B. Z. 1897
Wolle		Konsoldecke	B. E. 1903
Wünsch	Budapest		
Zöllner	Berlin	Spanneisen- Voutenplatte	D. B. 1899
"	"	Zellendecke	B. Z. 1898
Zublin			B. E. 1903

Boussiron Coignet Cottancin Dumas & Perran			B. E. 1903 ö. I.-u. A.-V. 1898
Hennebique	Paris	System Hennebique	{ B. Z. 1896 B. M. H. 1897 S. B. 1897 G. C. 1898 N. A. 1899 ö. I. u. A.-V. 1900 1901 B. E. 1905
Lefort Monier Pavin de Lafarge Perran s. Dumas Columbian fire- proofing Cy	Paris		
Golding Habrich Hyatt	Chicago	Streckmetall	{ E. N. 1897 E. N. 1895
Manhattan con- struction Cy	New-York		B. H. M. 1898 E. N. 1897, 1900
Roebling Ransome Wilson	Trenton		E. N. 1896 E. N. 1898

Siehe auch: Handbuch der Architektur, III. Teil, 2. Band, Heft 3.
Zahlreiche und ausführliche Beschreibungen von Eisenbetonbauweisen
finden sich in: Saliger, Der Eisenbeton.

Es bedeuten:

Z. B. H. M. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Maschinenindustrie.

Bi Bauindustrie.

B. E. Beton und Eisen.

Über die Bedeutung der anderen Abkürzungen siehe Seite 278.

Durch Eiseneinlagen verstärkte Mauerwerksplatten.

Das an den Eisenbetonkonstruktionen (siehe IV. Kapitel) beobachtete Zusammenwirken des Eisens mit dem Beton führte zur Schaffung von Konstruktionen, bei denen der Beton durch Mauerwerkskörper ersetzt ist, die durch Eiseneinlagen verstärkt sind.

Decke von Kleine.

Auf den Unterflanschen der **T**-förmigen Hauptträger liegen hochkantig gelegte Flacheisen, parallel zueinander und normal zu den Hauptträgern. Zwischen ihnen werden auf einer Schalung hoch- oder flachkantig gelegte Mauerziegel, besser aber wegen des geringeren Gewichtes poröse 10 o. 12 cm starke Lochziegel u. dgl. versetzt und sowohl untereinander als auch mit den Flacheisen mittels verlängertem Zementmörtel (1 Zement + 1 Kalk + 5—6 Sand) oder mittels Portlandzementmörtel verbunden. Zwischen je zwei Flacheisen gibt man eine Steinschar.

Abb. 1089.
Schnitt \perp Hauptträger.

Abb. 1090.
Schnitt \parallel Hauptträge.



verlängertem Zementmörtel (1 Zement + 1 Kalk + 5—6 Sand) oder mittels Portlandzementmörtel verbunden. Zwischen je zwei Flacheisen gibt man eine Steinschar.

Trägerentfernung: bis 5 m
 „ 2.85 „ bei Wohnhäusern.
 „ 1.50 „ „ großen Belastungen.

Vorzüge:

- a) große Tragfähigkeit,
- b) ebene Unterfläche,
- c) geringe Konstruktionsstärke.

Statische Berechnung

(nach Kleine).

Bezeichnungen:

e Trägerentfernung (m)
 b Breite der Ziegel }
 h Höhe „ „ } (cm)
 δ Dicke der Fugen }
 F Eisenquerschnitt (cm²)

$$M = \frac{b + \delta}{8} q e^2$$

$$W = \frac{b h^2}{6}$$

p Nutzlast (kg/m^2)

q Gesamtlast "

M Biegemoment ($kgcm$)W Widerstandsmoment der Mauerwerksplatte (cm^3) k_{sd} zulässige Inanspruchnahme der Steine auf Druck (kg/cm^2) k_{ez} " " des Eisens auf Zug "Die Druckspannung im Stein $\sigma_d = \frac{M}{W} = \frac{3}{4} \frac{b + \delta}{bh^2} q e^2$ muß $\leq k_{sd}$ " Zug- " " Eisen $\sigma_z = \frac{bh}{4F} \sigma_d = \frac{3}{16} \frac{b + \delta}{Fh} q e^2$ " $\leq k_{ez}$

Verzeichnis und Literatur.

Ackermann		Steindecke	*)
Beny		Universumdecke	
Bordenave	Oppenheim		B.H.M.1898
Cracoanu		Hohlsteindecke	
Czarnikow & Moßner	Berlin	Formsteine	D. B. 1896
Demski	Wien	armierte Hohlziegel	M. B. 1896
			{Z.d.B. 1897
			{Z. J. 1897
Donath	Berlin	Hakensteine	{S. B. 1897
			{D. B. 1898,
			{1900
Eggert			
Geppert, siehe Häusler			
Häusler & Geppert	Breslau	Herkulesdecke	Z. Bh. 1897
"Hansa"	Bremen	Viktoriadecke	D. B. 1894
Kaufmann & Szarbinowski			Z.d.B. 1893
Kindl			{1895, 1897
Kleine	Berlin		{Z. J. 1897
			{S. B. 1897
Kreisel			M. B. 1896
Maucher			M. B. 1896
Moßner, s. Czarnikow			
Mueller	Berlin	Viktoriadecke	
Pötsch	Minden i. W.	Germaniadecke	
Rapp	New-York		E. N. 1896
Stapff	Berlin		Z. B. 1898
Stümmermann & Schürmann		Gewölbrägerwellen-	{Z.d.B. 1897
Szarbinowski & Kaufmann	Münster i. W.	Schienen	{Z. J. 1897
			D. R.-G.-M-
			91032

Siehe auch Handbuch der Architektur, III. Teil, 2. Band, Heft 3.

Über die Bedeutung der Abkürzungen siehe S. 278.

VI. Kapitel.

Eiserne Decken.

Zur Ausfüllung der Trägerfelder verwendet man Wellblech, Wölbbleche, Buckelplatten usw.

Das Wellblech usw. liegt auf den Ober- oder den Unterflanschen der eisernen **I**-Träger, die auf den Mauern ruhen.

Darüber gibt man eine Auffüllung aus Schutt oder leichtem Beton.

Ist ein horizontaler Plafond herzustellen, so macht man eine Schalung mit Stukkaturung oder einen Rabetputz.

I. Wellblech.*)

Decken aus Wellblech sind ungemein tragfähig, aber sehr schwer. Das Wellblech wird gebeizt oder minisiert, am besten aber verzinkt.

1. Gerades Wellblech.

Die Befestigung des auf den eisernen Trägern liegenden Wellbleches erfolgt mittels Haften [1091]. Es ist aber nur ein Blechende festzumachen damit sich das Blech, den Temperaturschwankungen folgend, ausdehnen und zusammenziehen kann. Um einen ebenen Plafond zu bekommen, schraubt man in einige Wellenberge Holzleisten und befestigt an diesen eine Stukkaturchalung mit Stukkaturung.

Abb. 1091.

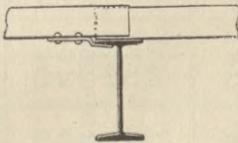
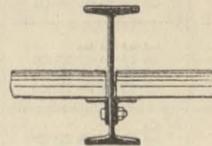


Abb. 1092.



Trägerentfernung: 1,5...2,5 m.

Die Wellenbreite wird von Tal zu Tal gemessen.

a) Flaches Wellblech: $h \leq \frac{b}{2}$

b) Träger Wellblech: $h > \frac{b}{2}$

Die Tafellänge = 2,0...3,5 m

*) Siehe auch das VI. Kapitel des I. Teiles dieses Werkes.

Flaches Wellblech.

Profil-Nr.	Blechdicke (schwarz)	Wellen-		Breite der Blechtafel	Querschnittsfläche		Widerstandsmoment		Gewicht			Zulässige gleichmäßige verteilte Belastung																																																																							
		höhe	breite		F	W	Wellblech		fertige Wellblechdeckung	verzinkt	bei einer Freilage in m:																																																																								
							einseil. Überdeckung	seitlicher Überdeckung			schwarz	verzinkt	30	25	20	15	10																																																																		
I	0.7 0.8 0.9 1.0 1.25 1.50	20	70	770	831 960 1069 1188 1484 1781	4160 4760 5360 5940 7430 8910	6.87 7.85 8.83 9.81 12.27 14.72	8.25 9.27 10.27 11.24 12.89 15.82	7.22 8.25 9.28 10.31 12.89 15.46	8.67 9.74 10.79 11.81 14.27 16.62	37 42 48 53 66 79	53 61 68 76 95 114	83 95 107 119 149 178	148 169 190 211 264 317	333 380 428 475 594 713	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0																																																															
																					II	0.7 0.8 0.9 1.0 1.25 1.50	25	86	774	835 955 1074 1193 1491 1790	5230 5980 6720 7470 9340 11210	6.98 7.98 8.98 9.98 12.47 14.96	8.39 9.43 10.44 11.43 13.80 16.08	7.30 8.35 9.39 10.43 13.04 15.64	8.77 9.86 10.92 11.95 14.44 16.81	46 53 60 67 88 106	67 76 86 96 120 143	104 119 134 149 187 224	186 213 239 265 332 398	418 478 538 598 747 896	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0																																										
																																										III	0.7 0.8 0.9 1.0 1.25 1.50	30	135	810	784 895 1007 1119 1399 1679	5770 6590 7420 8240 10300 12360	6.78 7.74 8.71 9.68 12.10 14.52	8.14 9.15 10.13 11.09 13.39 15.60	7.03 8.04 9.04 10.04 12.55 15.05	8.45 9.49 10.51 11.51 13.90 16.19	51 59 66 73 92 110	74 84 95 105 130 158	115 132 148 165 206 247	205 234 264 290 366 439	461 527 593 659 824 989	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0																					
																																																															IV	0.7 0.8 0.9 1.0 1.25 1.50	30	100	800	843 963 1084 1204 1505 1807	6350 7250 8160 9070 11330 13600	7.12 8.13 9.15 10.17 12.71 15.25	8.55 9.61 10.64 11.65 14.07 16.38	7.45 8.51 9.57 10.64 13.30 15.96	8.94 10.05 11.13 12.19 14.72 17.15	56 64 73 81 101 121	81 93 104 116 145 174	127 145 163 181 227 272	226 262 290 322 403 484	508 580 653 725 907 1088	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0

Flaches Wellblech.

Profil-Nr.	Bleich- dicke (schwarz)		Wellen- höhe		Breite der Blechtafel	Quer- schnitts- fläche		Wider- stands- moment W	Gewicht <i>kg/m²</i>				Zulässige gleichmäßig verteilte Belastung <i>kg/m²</i>				
	δ	h	h	b		F	I		Wellblech einsehl. seitlicher Überdeckung		fertige Well- blechdeckung		bei einer Freilage in <i>m</i> :				
					schwarz			verzinkt	schwarz	verzinkt	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0		
																schwarz	verzinkt
V	0.7					887	7840	7.49	8.99	7.97	9.57	70	103	157	279	627	
	0.8					1013	8960	8.55	10.10	8.99	10.62	80	115	179	319	717	
	0.9					1140	10080	9.62	11.19	10.11	11.76	90	129	201	358	806	
	1.0	35	100		700	1267	11200	10.69	12.25	11.24	12.87	100	143	224	398	896	
	1.25					1583	14000	13.36	14.80	14.04	15.55	124	179	283	498	1120	
	1.50					1900	16750	16.04	17.23	16.85	18.11	149	215	336	597	1344	
VI	0.7					827	7230	7.05	8.46	7.46	8.96	64	93	145	257	578	
	0.8					945	8260	8.05	9.51	8.52	10.07	73	106	165	294	661	
	0.9					1063	9300	9.06	10.53	9.59	11.15	83	119	186	331	744	
	1.0	35	125		750	1181	10330	10.06	11.53	10.65	12.21	92	132	207	367	826	
	1.25					1476	12910	12.58	13.93	13.32	14.74	115	165	258	459	1033	
	1.50					1771	15490	15.09	16.22	15.98	17.17	139	198	310	551	1240	
VII	0.7					934	9450	7.88	9.46	8.29	9.95	84	121	189	336	756	
	0.8					1067	10800	9.01	10.64	9.47	11.19	96	138	216	384	864	
	0.9					1200	12150	10.13	11.78	10.65	12.39	108	156	243	432	972	
	1.0	40	100		700	1334	13500	11.26	12.90	11.84	13.56	120	173	270	480	1080	
	1.25					1667	16880	14.07	15.58	14.80	16.38	150	216	337	600	1350	
	1.50					2001	20250	16.89	18.14	17.75	19.08	180	259	405	720	1620	
VIII	0.7					816	8130	7.13	8.56	7.48	8.98	72	101	163	289	650	
	0.8					933	9230	8.15	9.62	8.55	10.10	83	119	186	330	743	
	0.9					1049	10450	9.17	10.65	9.62	11.18	93	134	209	372	836	
	1.0	40	150		750	1166	11620	10.19	11.67	10.69	12.24	103	149	232	413	929	
	1.25					1457	14520	12.73	14.10	13.35	14.79	129	186	290	516	1162	
	1.50					1749	17420	15.28	16.41	16.03	17.22	155	223	348	620	1394	
IX	0.7					843	9520	7.37	8.84	7.75	9.31	85	122	190	338	762	
	0.8					963	10880	8.42	9.94	8.85	10.46	97	139	218	387	870	
	0.9					1084	12240	9.47	11.01	9.96	11.58	109	157	245	435	979	
	1.0	45	150		750	1204	13600	10.52	12.05	11.07	12.68	121	174	272	484	1088	
	1.25					1505	17000	13.15	14.56	13.83	15.32	151	218	340	604	1360	
	1.50					1807	20400	15.78	16.95	16.60	17.84	181	261	408	725	1632	

Trägerwellblech.

Profil-Nr.	Blechdicke (schwarz)		Wellenhöhe h	Wellenbreite b	Breite der Blechtafel	Steghöhe		Radius r	Wellenzahl	pro 1 m Baubreite	Gewicht		Zulässige gleichmäßig verteilte Belastung kg/m^2																
	δ	h				h-2r	r				Quer-schnitts-fläche F mm^2	Wider-stands-moment W mm^3		kg/m ²	bei einer Freilage in m														
I	1	1.00	50	90	540	5			$1 \times \frac{1}{4}$	1675	20410	14.56	16.63	133	181	261	408	726	1633										
	2	1.25																		2094	25390	18.20	20.34	166	226	325	508	903	2031
	3	1.50																		2513	30330	21.84	24.01	198	270	388	607	1078	2426
	4	1.75																		2932	35220	25.48	27.65	230	313	451	704	1252	2818
	5	2.00																		3351	40080	29.12	31.30	262	356	513	802	1425	3206
II	1	1.00	60	90	450	15			$1 \times \frac{1}{4}$	1895	27210	16.54	18.89	177	242	348	544	967	2177										
	2	1.25																		2369	33880	20.67	23.11	221	301	434	678	1205	2710
	3	1.50																		2843	40500	24.81	27.27	264	360	518	810	1440	3240
	4	1.75																		3317	47070	28.93	31.40	307	418	602	941	1674	3766
	5	2.00																		3791	53590	33.08	35.56	350	476	686	1072	1905	4287
III	1	1.00	70	90	450	25			$1 \times \frac{1}{4}$	2115	34780	18.29	20.89	227	309	445	696	1237	2782										
	2	1.75																		2644	43330	22.87	25.56	283	385	555	867	1541	3466
	3	1.50																		3173	51820	27.44	30.16	338	461	663	1036	1842	4146
	4	1.75																		3702	60260	32.01	34.74	394	536	771	1205	2143	4821
	5	2.00																		4231	68650	36.58	39.33	448	610	879	1373	2441	5492
IV	1	1.00	80	100	400	30			$1 \times \frac{1}{4}$	2171	40480	18.89	21.57	264	360	518	810	1439	3238										
	2	1.25																		2713	50450	23.61	26.39	329	448	646	1009	1794	4036
	3	1.50																		3256	60370	28.33	31.14	394	537	773	1207	2146	4830
	4	1.75																		3799	70220	33.06	35.88	459	624	899	1401	2497	5618
	5	2.00																		4342	80020	37.78	40.62	523	711	1024	1600	2845	6402

Trägerwellblech.

Profil-Nr.	Blechdicke (schwarz)		Wellenhöhe	Wellenbreite		Breite der Blechtafel	Steghöhe		Radius	Wellenzahl	Querschnittsfläche		Widerstands-moment	Gewicht		Zulässige gleichmäßig verteilte Belastung kg/m^2 bei einer Freilage in m		
	δ	δ		h	b		$h-2r$	r			F	W		kg/m^2	Wellblech einschließlich seitlicher Überdeckung		ver-schwarz-zinkt	
	pro 1 m Baubreite																	
	mm																	
V	1	1.00	90	100	400	40	25	1×4	2371	48930	20.46	23.37	320	435	626	979	1740	3914
	2	1.25							2963	61000	25.58	28.59	398	542	781	1220	2169	4880
	3	1.50							3556	73000	30.69	33.73	477	649	934	1460	2596	5840
	4	1.75							4149	84950	35.81	38.86	555	755	1087	1699	3020	6796
	5	2.00							4742	96830	40.92	43.99	632	861	1239	1937	3443	7846
VI	1	1.00	100	100	300	50	25	1×4	2571	58050	22.57	25.78	379	516	743	1161	2064	4644
	2	1.25							3213	72380	28.22	31.54	473	643	926	1448	2574	5790
	3	1.50							3856	86650	33.86	37.21	566	770	1109	1733	3081	6932
	4	1.75							4499	100850	39.50	42.87	659	896	1291	2017	3586	8068
	5	2.00							5142	115000	45.15	48.53	751	1022	1472	2300	4089	9200
VII	1	1.00	110	100	300	60	25	1×2	2771	67840	24.14	27.57	443	603	868	1357	2412	5427
	2	1.25							3463	84610	30.18	33.73	533	752	1083	1692	3008	6769
	3	1.50							4156	101310	36.31	39.80	662	901	1297	2026	3602	8105
	4	1.75							4849	117940	42.25	45.85	770	1048	1510	2359	4193	9435
	5	2.00							5542	134510	48.29	51.91	878	1196	1722	2690	4783	10761
VIII	1	1.00	120	100	300	70	25	1×4	2971	78300	25.71	29.36	511	696	1002	1566	2784	6264
	2	1.25							3713	97680	32.14	35.92	638	868	1250	1954	3473	7814
	3	1.50							4456	116980	38.57	42.39	764	1040	1497	2340	4159	9358
	4	1.75							5199	136210	45.00	48.83	890	1211	1743	2724	4843	10897
	5	2.00							5942	155360	51.43	55.28	1015	1381	1989	3107	5524	12429

2. Bombiertes Wellblech [1093—1095].

Unter bombiertem Wellblech versteht man ein gerades Wellblech, das nach einer Kurve, gewöhnlich nach einem Kreissegment gebogen wird. Da es wie ein Bogenträger wirkt, so hat es eine wesentlich größere Tragfähigkeit als das gerade.

Abb. 1093.

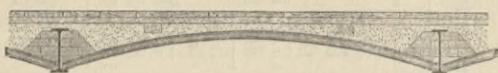
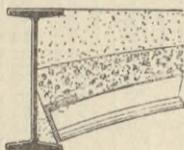
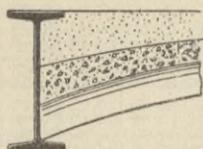


Abb. 1094.

Abb. 1095.



Der Horizontalschub ist durch Schließen aufzunehmen.
Das bombierte Wellblech ist teurer als gerades.

Bezeichnen

l die Stützweite }
 f die Pfeilhöhe } des Bogens

$$\text{bei Decken: } f = \frac{1}{10} \dots \frac{1}{15}$$

$$\text{„ Dächern: } f = \frac{1}{5} \dots \frac{1}{7}$$

F die Querschnittsfläche (mm^2) } des Wellbleches

W das Widerstandsmoment (mm^3) } pro 1 m Baubreite

g das Eigengewicht des Daches (kg/m^2 Grundriß)

p die Schneelast

$$q = g + p$$

e die Entfernung der Spannstangen

k die zulässige Inanspruchnahme (kg/cm^2)

T die Tragfähigkeit (kg/m^2) und zwar k_1 und T_1 für gerades
und k_2 und T_2 für bombiertes Wellblech.

$$k_1 = 1000 \quad kg/cm^2$$

$$k_2 = 500-600 \quad \text{„ bei Decken}$$

$$= 1200 \quad \text{„ „ Dächern}$$

$$= 500 \quad \text{„ „ (nach d. „Hütte“: für Zug u. Druck),}$$

so ist:

$$T_2 = \left(1 + F f \frac{100 k_2 - 250 k_1}{W k_1} \right) T_1$$

Die größte Spannung $\max \sigma$ im Wellblech tritt in $\frac{1}{4}$ auf. Sie ist für einseitige Schneelast zu rechnen, da diese nahezu dieselbe Wirkung hat wie der Winddruck, und der größte Winddruck mit der größten Schneelast nicht zusammentrifft.

Die Inanspruchnahme auf Druck im gefährlichsten Querschnitt:

$$\max \sigma_d = \left(\frac{p}{8W} + \frac{g + \frac{p}{2}}{Ff} \right) \frac{l^2}{8}$$

Der Zug in der Spannstange, für totale Schneelast

$$\max \sigma_z = \frac{q l^2 e}{8f}$$

Geeignetste Profilvernummern

für $f = \frac{1}{12}$ und $k_z = 600 \text{ kg/cm}^2$.

Nutzlast P (kg/m ²)	Spannweite l (m)						Angenommenes Eigengewicht g (kg/m ²)			
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	l = $\begin{cases} 1.5 \text{ m} \\ \text{u.} \\ 2.0 \text{ „} \end{cases}$	l = $\begin{cases} 2.5 \text{ m} \\ \text{u.} \\ 3.0 \text{ „} \end{cases}$	l = $\begin{cases} 3.5 \text{ m} \\ \text{u.} \\ 4.0 \text{ „} \end{cases}$	
200	flache Wellbleche					I ₁	300	400	500	
400					II ₁	III ₁				
600				II ₁	IV ₁	V ₁				
800			II ₁	III ₁	IV ₂	IV ₃				
1000		I ₁	III ₁	V ₁	V ₂	V ₅				
1200			II ₁	IV ₁	V ₃					
1400			II ₁	V ₁	V ₂	V ₄	V ₆			
1600		I ₁	III ₁	IV ₂	V ₃	V ₅	V ₇	400	500	600
1800			II ₁	V ₂	V ₄	V ₆	V ₈			
2000	I ₂	IV ₁	V ₂	V ₄	V ₆	V ₈	V ₉			

II. Riffelblech.

Bezeichnungen:

p Belastung (kg/m^2)

e Trägerabstand (m)

 δ Blechdicke (cm)k = 900 kg/cm^2 zulässige Inanspruchnahme für Biegung

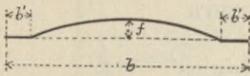
$$100 \frac{p e^3}{8} = \frac{\delta^2}{6} k$$

$$\delta = \frac{e}{6} \sqrt[3]{3p}$$

III. Tonnenblech.

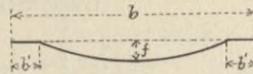
1. Wölbblech.

Abb. 1096.



2. Hängblech.

Abb. 1096 a.



Längen : 0·500...3·000 m

Breiten : 0·500...2·000 "

Dicke : 3...10 mm

$$\text{Pfeilhöhe: } f = \left(\frac{1}{8} \dots \frac{1}{12} \right) (b - b')$$

IV. Buckelplatten.

Abb. 1097.



Die Buckelplatten haben die Gestalt eines Klostergewölbes.

Die Gewerkschaft „Union“ in Dortmund liefert Buckelplatten von folgenden Abmessungen:

Nr.	b	l	b'	f	Gewicht einer Platte in kg bei einer Blechdecke von mm:									
					6	6·5	7	7·5	8	8·5	9	9·5	10	
1	1490	1490	78	130	104	112·5	121·5	130	139	147·5	156·5	165·5	173·5	
2	1140	1140	40	85	61	66	71	76	81	86	91	96	101	
3	1098	1098	40	75	56·5	61	66	70·5	76	81	85	90	94	
4	1098	1098	78	78	56·5	61	66	70·5	76	81	85	90	94	
5	1000	1000	60	72	47	51	54·5	58·5	62·5	66·5	70·5	74	78	
6	750	750	60	45	26·5	28·5	30·5	33	35	37	39·5	41·5	44	
7	500	500	60	27	11·5	12·5	13·5	14·5	15·5	16·5	17·5	18·5	19·5	
8	1630	1270	80	130	96·5	105	113	121·5	129·5	137·5	145·5	153·5	161·5	
9	1100	770	55	80	39·5	43	46	49·5	53	56·5	59·5	63	76	
10	1265	1665	80	100	75	81	87·5	94	100	106·5	112·5	118·5	124·5	

Bezeichnen:

l die Plattenlänge

b die Plattenbreite

b' die Randbreite

l₁ = l - b'b₁ = b - b'

} die Lichtmaße der Wölbung

$f = \left(\frac{1}{10} \dots \frac{1}{15}\right) l_1$ die Pfeilhöhe

q die zulässige gleichmäßig verteilte Belastung in *kg* für eine Buckelplatte von $l = 1$ m und $b = 1$ m

g das Eigengewicht in kg/m^2 für die Blechdicke d

γ das Einheitsgewicht (siehe S. 161)

so ist für:

d =	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	mm
g =	14.8	19.0	23.2	31.0	38.6	46.8	55.0	63.2	kg/m ²
p =	560	730	1160	2000	3400	4900	6300	7700	kg

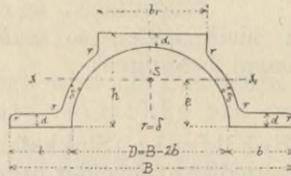
$$g = F d \gamma$$

$$F = l b + 2 \frac{l_1^2 + b_1^2}{l_1 b_1} f^2$$

V. Belageisen

Zorèseisen.

Abb. 1098.



Nr. †)	B	h	b	b ₁	d	d ₁	δ	e	F	W _x	Gewöhnliche Fabrikations- länge m	
	mm								cm ²	kg/m ² , m		cm ³
11	110	35	25	42	5	5	4	1.76	7.52	5.87	6.97	—
16	160	55	30	45	6	5	4	2.66	10.84	8.46	16.01	7
18	180	63	34	50	7	7	4	3.08	13.90	10.84	24.42	—
21	210	75	37.5	60	8.5	7.5	5	3.70	19.32	15.07	39.98	8
24	240	87	42	69	10	9	5.5	4.32	25.39	19.81	61.81	8
26	260	95	45	75	11	10	6	4.74	30.20	23.56	80.44	10

Die unter III—IV angeführten Decken sind ungemein schwer und sehr teuer. Sie eignen sich daher nur dann, wenn sehr große Belastungen oder starke Erschütterungen aufzunehmen sind.

Wenn die Trakttiefe sehr groß ist, so legt man zuerst Hauptträger und dann auf diese und quer zu ihnen die eigentlichen Deckenträger.

VII. Kapitel.

Glasdecken.

Wenn ein Raum aus dem darüber liegenden Licht erhalten soll, so wird die ganze Decke oder ein Teil derselben verglast. Die Glasdecke muß stark genug sein, daß man sie begehen, eventuell befahren kann.

Die Deckenträger tragen Gitter aus Fasseneisen, gewöhnlich I-Eisen, auch Kreuzeisen oder Sprosseneisen, in deren Feldern fest eingefügt sind: Gußglasplatten, Glasfiese, Glaspflasterwürfel, Drahtglas, Multiprismen u. dgl. Siehe auch Glasfußböden und Glasdächer.

II. Abteilung.

Deckenputz.

A.

Decken aus künstlichen oder natürlichen Steinen oder aus Beton können ohne weiteres verputzt werden. Es ist dabei das beim Wandputz (S. 120) erwähnte zu beachten.

Ist ein Gipsputz auf Beton aufzutragen, so muß man vorher mit Weißkalk verputzen, damit der Gipsputz nicht abblättert.

Betondecken können auch ohne Verputz gelassen werden, es genügt, sie zu weißen.

B.

Da Mörtel auf Holz nicht haftet, so muß man unter den Holzbalken (Trämen, Dippelbäumen) befestigen:

I.

Eine **Berohrung** aus Schilfrohr (Stukkaturrohr). Die 6 mm dicken Rohrstengel werden, unmittelbar aneinander liegend, durch quer zu ihnen darunter liegende, 15 cm entfernte, geglähte, mindestens 1 mm dicke Eisen-drähte (Nr. 23 o. 25) festgehalten, die man in Abständen von 15 cm um breitköpfige, gut verzinnte, 3 cm lange Nägel wickelt. Diese schlägt man:

1. bei Dippelböden in die Dippelbäume,

2. bei Tramböden in eine an den Unterflächen der Träme festgenagelte

a) Schalung, Putz- oder Stukkatur Schalung, aus 1 cm dicken, höchstens 10 cm breiten, 3... 5 m langen Brettern, die 5 mm weite Zwischenräume haben, und um dem Einfluß des Schwindens zu begegnen, gespalten werden — gewöhnlich [832].

b) Lattung aus 2,5 × 6... 7 cm starken Latten mit 6 cm weiten Zwischenräumen.

Die Berohrung ist

1. eine einfache oder

2. eine doppelte (besser!). Dann liegt noch eine zweite Rohrlage normal zur ersten.

3. ein Rohrgewebe: 1,5, 2,0, 2,5 m breite, bis 60 m lange Rollen aus Rohrgeflechten, u. zw.

a) einfach oder

b) doppelt.

Beim Anschluß der Decke an die Wand macht man 15 cm weite Hohlkehlen aus Rohrbündeln (Würsten).

II.

Wo Schilfrohr schwer oder nicht zu bekommen ist, als Ersatz für dieses:

1. 2 cm starke, oben 2, unten 3,5 cm breite, trapezförmige, rauhe (ungehobelte) Holzleisten mit 1,5 cm weiten Zwischenräumen und befestigt,

indem man diese Latten annagelt. Strohhalme an der Schalung (Strohlatte).
— Spalierdecke.

Ähnlich sind die Loth'schen Patentleisten
„ Voitel'schen Leisten.

Abb. 1099.

2. Holzstäbegeflechte: Gitter aus schwachen, rauhen (ungehobelten) Holzstäben, welche diagonal zu den Trämen liegen — Deckenge-webe von Kahls.

Dahin gehören die Koulle'schen Matten.

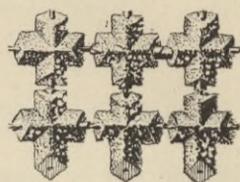
3. Gipsdielen: 2·5 cm dick, 15...25 cm breit, 2·50 m lang; Gipsschlackenplatten, Holzseilbretter, Kokosgipsdielen, Spreutafeln usw.

4. Zementdielen u. dgl.

5. Drahtgeflechte aus verzinktem Eisen mit 6eckigen Maschen, bis 1·50 m breite und 50 m lange Rollen — Rabitznetze.

6. Drahtziegel [1099] von Stauß & Ruff (Kottbus).

7. Knopfdecke von Müller: 8 cm entfernte, an die Schalung genagelte, kreisscheibenförmige „Tonknöpfe“.



Die Berohrung u. dgl. wird mit Putzmörtel beworfen, der Putz in die lange Latte gezogen, glatt verrieben und zweimal geweißt.

Putzmörtel:

1. grober Bewurf: 1 Gips + 2 Weißkalk + 4 reiner, resche Flußsand.
2. feiner Verputz (5 mm dick): 2 Gips + 3 Weißkalk + 6 reiner, rescher Flußsand.

Eine Verbesserung erzielt man durch Abreiben mit Gips (gefilzter Putz).
Dicke der Stukkaturung samt Putz: 2·5 cm.

Erfordernis an Mörtel für 1 m² Deckenputz

glatter Putz für halbkreisförmige Tonnengewölbe	0·026 m ³
„ „ „ gedrückte „ „	0·023 „
„ „ „ halbkreisförmige Kreuz-	0·026 „
„ „ „ gedrückte „ „	0·023 „
„ „ „ flache Tonnen	0·020 „
„ „ „ preußische Platzel	0·020 „
bei einfacher Berohrung, ohne Gipszusatz	0·020 „
„ „ „ mit „ „	0·017 „
„ doppelter „ „ „	0 030 „
zweimal schlämmen	0·003—0·005 „

Deckenbemalung.

Die Plafonds sind vor allem durch Abreiben mit Bimsstein sorgfältig zu glätten, einzuseifen, mit Ia Malerleimfarbe zu streichen und dann zu malen, z. B.:

Die Stuckplafonds: in 2 Nuancen zart abtönen.

Die Plafonds der Vor- und Nebenräume: teils in plastischer, teils in Buntmalerei oder Holzimitation.

Der Hauptplafond des Stiegenhauses und die Platzeluntersichten: nach Skizze wie die Wände.

III. Abteilung.

Fußböden.

Bodenbeläge.

Der Fußboden des Dachgeschosses muß feuersicher sein. (Pflaster oder 4 cm dicker Estrich.)

Der Eigentümer eines neuen Gebäudes muß das Trottoir vor dem Hause gegen die Straße (Gasse) in der ganzen Länge des Bauplatzes bis zu $\frac{1}{6}$ der Straßen(Gassen-)breite, aber höchstens bis 5·15 m (auf dem Lande 4 m) Breite auf seine Kosten herstellen bis zum Tage der Übergabe erhalten, auch die Niveauregulierungen vornehmen, welche zur Herstellung des Trottoirs erforderlich sind. Breite und Konstruktion des Trottoirs, Zeit der Herstellung und Beschaffenheit des zu verwendenden Materials bestimmt die Baubehörde. Das Trottoir geht dann in das Eigentum der Gemeinde über. Bei Umbauten können die alten Trottoirsteine, wenn sie nicht von der Gemeinde gelegt worden sind, wieder verwendet werden, aber der Bauherr muß die von der Baubehörde als unverwendbar bezeichneten ausscheiden (in Wien).

Fußböden in Fabrikbauten.

Ist der Fußboden aus Stein, Beton oder als Lehmestrich hergestellt, so sind die ständigen Arbeitsplätze, wenn erforderlich, mit einem Belage aus Holz oder aus einem anderen, die Wärme schlecht leitenden Material zur versehen, sofern dies nicht wegen Feuersgefahr ausgeschlossen erscheint.

Wenn mit großen Flüssigkeitsmengen gearbeitet wird, so ist der Fußboden undurchlässig herzustellen und mit einer Kanalisierung oder einem Gefälle zu versehen, daß die Flüssigkeit leicht abrinnen kann. Die ständigen Arbeitsplätze sind wo nur möglich mit Lattenrosten zu belegen.

Um Herde, offene Feuerstellen und Heizöffnungen ist der Fußboden auf eine Breite ≥ 60 cm feuersicher herzustellen.

§ 1. Holzfußböden.

Das Holz muß sein: feinjähig, ohne Astknoten, kernig, ohne Splint

Mit Rücksicht auf die Wirkung des Werfens ist der Kern nach unten zu legen; dann hebt sich beim Schwinden die Mitte des Brettes, sonst würden die sich werfenden Bretter die Nägel herausziehen.

Nagellänge = 3 × Brettstärke.

Als Unterlage der Holzfußböden verwendet man gewöhnlich Mauerschutt (siehe S. 204).

I. Fußböden aus weichem Holze.

Man macht sie aus Tannen- oder Fichtenholz.

Vorzug: billig.

Mängel:

- a) unschön.
- b) geringe Dauer.
- c) Durch die Fugen, die sich infolge des Schwindens bald öffnen, dringt Staub aus dem Schutt heraus.
- d) Beim Aufwaschen gelangt durch sie Wasser in den Schutt.
- e) Die Fugen bieten einen Unterschlupf für Ungeziefer.
- f) Die meisten dieser Fußböden haben eine offene Nagelung.

1. Pfosten-Fußböden.

5—8 cm starke Pfosten (Bohlen).

Verwendung: Magazine, Werkstätten, Ställe (Bruckstreu) usw.

2. Bretter-Fußböden.

Dielenfußböden.

Ungehobelte Bretter: 2·5...3·0 cm dick.

Gehobelte „ 2·0...2·5 „ „

Damit sie sich nicht zu stark werfen, soll man sie höchstens 16 cm breit machen.

Verwendung: untergeordnete Wohnräume und Wohnzimmer minderer Häuser.

a) Fußtafeln.

Je zwei etwa 25 cm breite Bretter werden zu einer Fußtafel zusammengeleimt.

Sie sind nur wenig besser als ein gewöhnlicher Bretterfußboden; sie haben nur die Hälfte der Fugen, aber offene Nagelung.

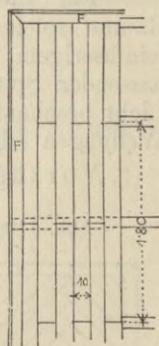
b) Schiffböden.

2·5 cm dicke, 10 cm breite, 1·8 m lange, mit Feder und Nut ineinandergefügte Bretter werden mit versetzten Stößen verlegt [1100]. Längs der Wände gibt man Friese (F).

Vorzüge:

- a) dichtere Fugen als bei den anderen Bretterböden;
- b) verdeckte Nagelung.

Abb. 1100.



F Friese.

Die Bretter und Pfosten sollen parallel zur Hauptverkehrsrichtung liegen; normal hiezu würden sich alle auf einmal abnutzen.

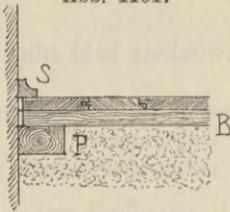
Sie werden auf 5 × 8 cm starke, etwa 1 m entfernte Polsterhölzer (Lagerhölzer) genagelt, die in den Schutt gebettet sind.

II. Fußböden aus hartem Holze.

Gewöhnlich verwendet man Eiche, zuweilen auch Rotbuche; bei luxuriösen Arten: Nuß, Linde, Ahorn, Mahagoni usw.

Die Oberfläche wird bestens abgehobelt, abgezogen, mit heißem Leinöl, besser mit Wachs eingelassen und gewichst.

Abb. 1101.



P Polsterholz.
B Blindboden nebst
Brettelboden.
S Sesselleiste (Möbel-
leiste).

Als Unterlage des harten Fußbodens macht man einen Blindboden aus 2×21 cm weichen, ungehobelten (rauh) Brettern.

Vor dem Legen der Blindböden ist zu untersuchen, ob der Schutt genügend trocken und frei von schädlichen Abfällen ist.

Längs der Wände legt man Friese. Diese dürfen nicht gestückelt sein.

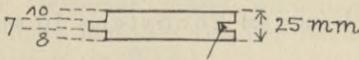
Schwarze Brettel sind auszuscheiden.

In den Winkeln zwischen Wand und Fußboden gibt man:

- 2...3 cm starke Sesselleisten [1001] oder
- ein 2,5 cm dickes, 15 cm hohes Sesselbrett,

beide als Schutz des untersten Teiles der Wand (Putz oder Tapeten) gegen Beschädigungen durch Sessel usw. sowie gegen Beschmutzen beim Reinigen.

Abb. 1102.



Die 2,5 cm dicken, 6 (bis 12) cm breiten, 25—35 cm langen, an den Kanten mit 7 mm starken Federn und Nuten versehenen Brettel (Brettchen) [1102] aus Eichen- oder Rotbuchenholz werden fischgrätenartig [1103] auf dem Blindboden mit Nägeln befestigt, die man in die Nuten eintreibt [1102].

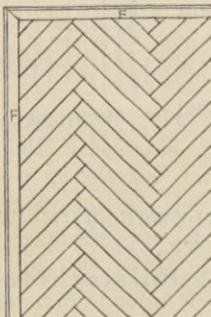
Für die Gassenzimmer sind Brettel Ia Qualität, für die übrigen Räume solche IIa Qualität zu verwenden. Die Ia Bretteln müssen aus feinfaserigem, vollkommen astfreiem Holze mit genau zusammengefügt und passenden Spitzen und Fugen hergestellt sein. Von der Seite gegen das Licht beschaut, müssen sie eine spiegelglatte Fläche ohne jede Hobelstöße, Wellungen oder sonstige Unregelmäßigkeiten zeigen.

Vorzüge: schön, dicht, dauerhaft, verdeckte Nagelung.

Brettelböden eignen sich auch für bessere Zimmer.

Abb. 1103.

Kleine Brettel sind großen vorzuziehen, da sie sich nicht so stark werfen.



F Friese.

1. Brettelboden

Bandparketten.

Die 2,5 cm dicken, 6 (bis 12) cm breiten, 25—35 cm langen, an den Kanten mit 7 mm starken Federn und Nuten versehenen Brettel (Brettchen) [1102]

aus Eichen- oder Rotbuchenholz werden fischgrätenartig [1103] auf dem Blindboden mit Nägeln befestigt, die man in die Nuten eintreibt [1102].

Für die Gassenzimmer sind Brettel Ia Qualität, für die übrigen Räume solche IIa Qualität zu verwenden. Die Ia Bretteln müssen aus feinfaserigem, vollkommen astfreiem Holze mit genau zusammengefügt und passenden Spitzen und Fugen hergestellt sein. Von der Seite gegen das Licht beschaut, müssen sie eine spiegelglatte Fläche ohne jede Hobelstöße, Wellungen oder sonstige Unregelmäßigkeiten zeigen.

Vorzüge: schön, dicht, dauerhaft, verdeckte Nagelung.

Brettelböden eignen sich auch für bessere Zimmer.

Abb. 1103.

Kleine Brettel sind großen vorzuziehen, da sie sich nicht so stark werfen.

2. Parketten

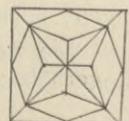
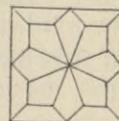
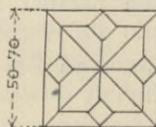
Tafelparketten.

Man setzt einzelne 2,5—3 cm starke, an den Kanten mit Nuten versehene Brettchen aus Eichen-,

Abb. 1104.

Abb. 1105.

Abb. 1106.



Nuß-, Ahorn-, Linden-, Mahagoni- usw. Holz mittels Federn aus Eichen- oder Buchenholz und Leim derart zu 50—70 cm großen quadratischen Tafeln zusammen, daß die Konturen dieser Brettchen Ornamente u. dgl. bilden.

Durch verschiedenfarbige Hölzer läßt sich auch eine Farbenwirkung erzielen.

Die Parketten sind schöner, besser, aber auch teurer als Brettelböden.

Auch sie liegen auf einem Blindboden.

a) Massive Parketten.

Sämtliche Teile sind aus hartem Holze hergestellt.

b) Halbparketten.

Rahmen aus hartem Holze (Eiche usw.) umfassen Felder aus weichem (Fichte usw.).

Sie sind wegen der ungleichen Abnutzung nicht zu empfehlen.

c) Furnierte Parketten.

Auf Tafeln aus weichem Holze (Kiefer) leimt man 4—8 mm starke Furniere aus Eiche, Ahorn, Mahagoni usw., die Ornamente bilden.

III. Holzstöckel-Plaster.

Die Grundfläche der Holzstöckel ist ein

Quadrat Sechseck Achteck	}	von 15 cm innerem Durchmesser.
--------------------------------	---	--------------------------------

Die Höhe beträgt 8, 10, 13, 20 cm.

Die oberen Kanten werden gefast.

Als Unterlage verwendet man 15—20 cm starken Beton.

Die Holzstöckel werden, nachdem der Beton getrocknet ist, mit 1 cm weiten Zwischenräumen verlegt, die man unten mit geteerten Holzleisten und oben mit Sand oder Asphalt ausfüllt.

Vorzug: geräuschloses Pflaster.

Mängel: teuer, geringe Dauer.

Eine Erhöhung der Dauer läßt sich erzielen durch Imprägnieren mit Zinkchlorid, Teeröl oder Kreosotöl.

§ 2. Fußböden aus Stein.

Pflaster.

I. Natürliche Steine.

Man verwende nur harte, feste, dauerhafte, widerstandsfähige Steine: Granit, Sandstein, Kalkstein usw.

Als Unterlage gibt man den Steinen:

a) Sand, 5—8 cm dick — gewöhnlich.

b) Schutt.

c) Beton, 20 cm stark — am besten, aber auch am teuersten.

Die Ausfüllung der Fugen erfolgt mit:

- a) Sand — in der Regel.
- b) Zementmörtel — zuweilen.
- c) Asphalt — am besten.

Bei Trottoirs sind die Fugen unten mit Sand und oben mit Mörtel aus 1 hydraulischem Kalk + 2 gesiebttem Sande auszugießen oder mit Asphalt, wenn Wasserdichtheit angestrebt wird.

Die Randsteine der Trottoirs müssen 1,5 m lang und mit mindestens 2 Ziegelscharen untermauert sein.

Pflaster aus unregelmäßigen Feldsteinen erfordert 0,16...0,20 m³ Steine 1 m³.

Das „Mosaikpflaster“ wird aus kleinen vieleckigen Steinen hergestellt.

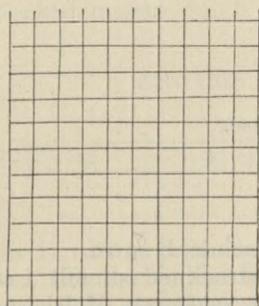
1. Platten.

Man verwendet 2—6 cm dicke, 25—60 cm breite, quadratische, 6- oder Seckige u. dgl. Platten aus schieferigen Gesteinen.

1. Parallelscharen.

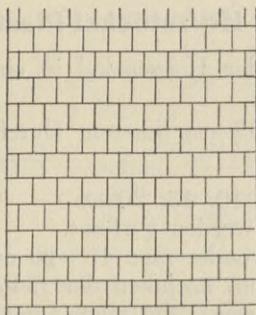
I. Art

Abb. 1107.



II. Art

Abb. 1108.

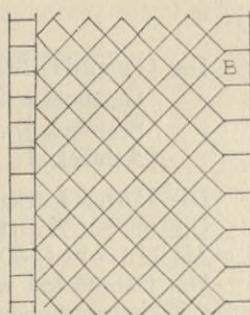


2. Diagonalscharen.

III. Art

IV. Art

Abb. 1109.



B Bischofsmützen.

Abb. 1108: versetzte Parallelscharen.

„ 1107: am einfachsten und billigsten.

„ 1108 } schöner, aber teurer als { 1107.

„ 1109 } 1108.

Durch verschieden farbige Steige kann das Aussehen verschönert werden. Das Verlegen der Platten wird von der Mitte aus gegen die Seiten durchgeführt.

Abb. 1110.

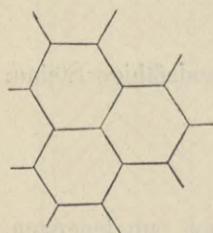
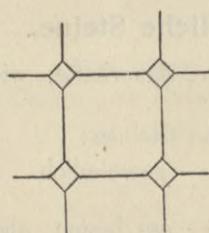


Abb. 1111.



Sehr gut sind die Kehlheimer Platten, welche halb oder feingeschliffen vorkommen. Sie sind 3—5 cm dick und haben 30,6, 39,5, 47,4 cm Quadratseite.

Trottoirs in den Nebenstraßen der Stadterweiterungsgründe Wiens haben 0,31 × 0,31 × 13,2 cm große Steinplatten.

2. Würfel.

Bei starkem Verkehre, wenn der Bodenbelag befahren wird, benützt man „Würfel“. Alle 6 Flächen sind bearbeitet.

Wiener Granitwürfel: $18 \times 18 \times 18$ cm

„ „ 27 „

Trottoir:

I a. $47\cdot4/47\cdot4/11$ cm groß, auf einer 8 cm Sandschichte

$23\cdot7/23\cdot7/15$ „ „ „ „ 10 „ „

II a. $23\cdot7/23\cdot7/10\cdot5\dots13\cdot1$ „

II. Künstliche Steine.

A. Ziegel.

Sie sind unschön, wenig fest und wenig dauerhaft, werden daher nur für ganz untergeordnete Zwecke verwendet.

Als Unterlage gibt man ihnen

a) Sand oder

b) Mörtel (Mörtelbett).

Man verlegt sie:

a) trocken oder

b) naß: die Fugen werden mit Mörtel ausgegossen (Mörtelguß).

I. Art
Abb. 1112.

II. Art
Abb. 1113.



Abb. 1112: gerade Scharen — am einfachsten.

„ 1113: fischgrätenartig — schöner, aber teurer.

1. Mauerziegel.

Verwendung: Keller, Magazine u. dgl.

a) Liegendes Ziegelpflaster: die Ziegeldicke ist vertikal.

1 m² erfordert 25 Ziegel österr. Format

32 „ deutsches „ trocken verlegt

and 8 l Mörtel naß „

b) stehendes Ziegelpflaster: die Ziegelbreite ist vertikal.

1 m² erfordert 50 Ziegel österr. Format

56 „ deutsches „

Das stehende Ziegelpflaster ist fester, aber doppelt so schwer und teuer als das liegende.

2. Pflasterziegel.

Größe: $5/16/26$ cm.

Sie sind leichter als Mauerziegel.

Verwendung: Dachböden.

B. Klinker. *)

Sie geben ein schönes, sehr gutes, dauerhaftes, widerstandsfähiges, festes Pflaster.

Die oberen Kanten sind auch gefast; die Oberflächen glatt, geriffelt, durch Furchen in 2, 4 oder mehr Kuppen geteilt oder ornamentiert; einfarbig, mit mehreren Farben dessiniert oder mosaikartig; die Grundfläche quadratisch, 6- oder Seckig.

Besondere Arten sind die Eisenklinker (iron o. blue bricks).

Seitenlänge: 16 cm.

Höhe: 3—3·5 cm: Plattel (Platten)

5—6·5 „ Stöckel.

Trottoirplatten 20/20/5 cm

20/20/7 „

20/20/7 „

20/9/9 „

16·5/16·5/2 cm glatt

16·5/16·5/3 „ 4kuppig

16·5/16·5/3·5 „ 6 „

16·5/16·5/4 „ 8 „

16·5/16·5/4·5 „ geriffelt

Pflasterplatten für Werkstätten, Gänge, Höfe: 4 cm stark

Einfahrtsplatten 20/20/7 cm

Stallsteine, Stallstöckel 20/20/7...8 cm.

20/10/5 cm

Unterlage: Beton, 15—30 „ stark.

Trottoirs aus Kunst-Basaltsteinen müssen aus 5 cm dicken Steinen hergestellt, mit untermauerten Sandsteinen abgegrenzt und die Fugen mit hydraulischem Kalkmörtel (1 : 1) ausgegossen werden.

C. Zementfliese.

Sie werden aus langsam bindendem Zement hergestellt, sind einem hohen Druck auszusetzen und sollen einige Zeit unter Wasser er härten. Sie erhalten auch Muster eingepreßt.

63/63/10 cm	} Trottoirs Einfahrten Lichthöfe Stallungen	32/32/ 3 cm	} Vestibüls Gänge naturfarbig schwarz, rot
„ „ 8 „		25/25/ „ „	
32/32/10 „		10/10/ „ „	
„ „ 8 „		6-o. Seckig	
„ „ 5 „			

Marmorzementplatten:

naturfarbig, schwarz, rot

32/32/3 cm

25/25/3 „

10/10/3 „

6- o. Seckig.

Besondere Arten sind die Mosaik-, die Terrazzofliese.

*) Siehe auch das III. Kapitel des I. Teiles.

III. Estriche.

Einen Estrich erhält man, indem man eine Mörtelmasse in teigartigem Zustand aufträgt, die nach dem Erhärten einen fugenlosen Fußboden bildet.

1. Lehm-Estrich.

Auf eine 5—10 *cm* starke Unterlage aus Kies, Sand, Schutt u. dgl., die auf der geebneten und gestampften Erde aufgebracht wird, gibt man mit gehacktem Stroh, Tier(Kuh- oder Kälber-)haaren u. dgl. vermischten Lehm brei, ebnet, stampft ihn, überstreicht ihn mit Rindsblut oder Teergalle und bestreut ihn mit Hammerschlag oder Asche, wenn er besonders hart sein soll.

1 *m*² Lehm-Estrich erfordert f. 10 *cm* Stärke $\frac{1}{3}$ *m*³ gegrabenen Lehm u. $3\frac{1}{3}$ *kg* Teergalle.

Gattung	Dicke der Lehmschichte
Gewöhnlicher Estrich	8—10 <i>cm</i>
Oberböden	10—15 „
Tennen, Ställe	25—30 „

Kommt der Lehm-Estrich auf einer Holzschalung, so muß man auf diese vorher Dachpappe legen.

Verwendung: Dachfußböden, landwirtschaftliche Bauten, Tennen, Ställe, Remisen usw.

2. Zement-Estrich.

Auf einer 10—15 *cm* dicken Unterlage aus Beton (1 Zement + 6 Sand + 8 Kies) stampft man eine 1·5—2·5 *cm* dicke Schichte aus dickflüssigem Zementmörtel (1 langsam bindendem Portlandzement + 1.. 1·5 Sand) und verreibt auf der Oberfläche reinen Portlandzement. Starkes Glätten bewirkt ein Abblättern der Oberfläche. Ebenso ist ein Bügeln der Oberfläche mit eisernen Rollen und Reibbrettern schlecht.

Die Arbeit soll rasch fortschreiten, weil an den Rändern der für sich hergestellten Abteilungen Risse auftreten. Die Oberfläche kann geschliffen, mit Öl getränkt, mit Wachs gewichst werden. Sie wird aber auch rau oder gemustert hergestellt. Um sie härter zu machen, trinkt man sie mit Wasserglas oder Keffler'schen Fluaten. Nach der Herstellung soll man den Estrich einige Wochen lang befeuchten und gegen die Sonne schützen.

Vorzüge: sehr hart, fest, widerstandsfähig gegen Abnutzung, dauerhaft, wasserdicht, feuerbeständig, weil fugenlos kein Herausdringen von Staub, keine Brutstätten für Ungeziefer.

Mangel: leidet im Freien durch Frost, wenig schön.

Verwendung: stark begangene Fußböden; wo man einen wasserdichten Fußboden haben will (Bäder, Waschküchen, Pissoirs, Klosetts usw.);

wo ein fester und fugenloser Fußboden gewünscht wird (Werkstätten, Fabriken, Depots).

Verwendung	Stärke der Betonunterlage (cm)	Stärke des Zement-Estrichs (cm)
Wohnhäuser	8	2
Textilfabriken, Papierfabriken, Mälzereien	10	"
Maschinenfabriken, Brauereien, Lagerhäuser	11	3
Besonders schwere Betriebe	13	"

Erfordernis 1 m² Zement-Estrich.

Betonunterlage Zement: Sand + Kies	Estrich Zement: Sand	Stärke (cm)		Zement		Sand + Kies (m ³)
		der Unterlage	des Estrichs	(m ³)	(kg)	
1:6	1:1	15·0	2·0	0·040	56	0·175
1:9	"	10·0	"	0·025	35·5	0·122
	1:2	5·0	1·0	0·010	14·5	0·063
	"	7·5	"	0·013	18·5	0·091
1:12	1:1	10·0	2·0	0·022	31	0·121

3. Kalk-Estrich.

Auf einer 10—15 cm dicken Unterlage aus Schutt usw. bringt man eine 8—10 cm starke Schichte aus Kalkmörtel auf, die geklopft (geschlagen) und mit Leinöl getränkt wird.

4. Gips-Estrich.

Der Estrich wird 3—5 cm stark aus Gipsbrei, aus hydraulischem oder Estrichgips*) mit Leim, aber ohne Sandzusatz hergestellt, gestampft oder geschlagen und durch Verreiben geglättet.

5. Terrazzo.

Venezianischer Estrich.

Vorzüge: sehr schön, dauerhaft, widerstandsfähig, fest, wasserdicht, wasserbeständig.

1. Auf einer 10...15 cm starken Unterlage aus Beton (1 Zement + 6 Sand + 8 Kies) stampft man eine 2...4 cm starke Schichte aus dickflüssigem Zementmörtel (1 langsam bindender Portlandzement + 1, ...1·5 Sand),

2. drückt in sie dicht aneinander liegende, oben 0·5...1·2 cm große, nach unten spitz zulaufende Steinchen aus Marmor, Granit, Syenit, Porphy-

Serpentin usw., auch Porzellan, Glas, rammt sie leicht und klopft sie, wenn der Mörtel zu erhärten beginnt, fest.

Wenn der Terrazzo nicht aus verschiedenfarbigen Steinen gebildet wird, sondern größere Flächen oder Streifen des Bodens dieselbe Farbe haben, so mischt man die Steinchen mit dem Zementmörtel und trägt das Gemenge auf der Betonunterlage auf.

3. Wenn der Mörtel fest geworden ist, wird die Oberfläche geschliffen:
 - zuerst mit grobem Sandstein,
 - dann mit feinem
 - hierauf mit Bimsstein,

wobei fortwährend zu nässen und abzuwaschen ist.

4. Danach bestreicht man sie mit Farbe (schwarz: Kienruß; rot: Ziegelmehl usw.),

5. glättet sie mit der Kelle,

6. trinkt sie 1- oder 2mal mit heißem Leinöl oder

8. wichst sie mit Wachs und poliert sie mit Leinöl mittels Schafwoll-Lappen.

9. Liegen in einem Grunde anders gefärbte Streifen u. dgl., welche Ornamente, Figuren, Mäander usw. bilden, so erfolgt die Herstellung derart, daß man auf der getrockneten Betonunterlage die Begrenzungslinien der Ornamente mit Bleistift vorreißt, die von ihnen begrenzten Flächen mit Schablonen einfäßt, in diese das Gemenge aus Zementmörtel und Steinchen füllt, worauf es festgeklopft wird. Wenn es erhärtet ist, füllt man den übrigen Teil aus, stampft, klopft oder walzt ihn. Dann wird das Ganze abgeschliffen.

Wenn ein Terrazzo aus Granit-, Syenit- usw. Steinchen hergestellt wird, oder das Aussehen von Granit, Syenit usw. hat, so heißt er auch: **Granito**, **Syenito**, **Porphyr** usw.

Erhaltung.

Von Zeit zu Zeit muß man wieder tränken.

Alle Jahre muß man 1- bis 2mal wichsen, sonst wird der Estrich matt.

Einheitsgewicht: 2200 kg/m^3 .

6. Mosaikfußboden.

Die Steinchen werden nicht willkürlich, wie beim gewöhnlichen Terrazzo, sondern so verlegt, daß sie Ornamente oder Figuren bilden.

Wenn bloß mäanderartige Bordüren u. dgl. ganz einfache Ornamente ausgeführt werden, der größte Teil des Fußbodens aber ein gleichmäßiges Gefüge hat, so gebraucht man die Bezeichnung Terrazzo. Mosaik nennt man ihn erst dann, wenn die Ornamente die ganze Fußbodenfläche oder einen beträchtlichen Teil desselben bedecken.

Mosaik ist wesentlich schöner, aber auch teurer als Terrazzo.

I. Bei einfachen Zeichnungen kann man die Steinchen unmittelbar mittels geeigneter Schablonen in den Mörtel einsetzen.

II. Bei komplizierten Entwürfen macht man von der Zeichnung ein Negativ in Naturgröße auf ein starkes Papier, klebt dann die Steinchen nach ihren Farben darauf, läßt den Kitt erhärten, drückt hierauf die am Papier klebenden Steine in den Mörtel und schleift, wenn dieser erhärtet ist, das Papier ab.

7. Steinholz-Estriche.

a) Xylolith.*)

Xylolith erzeugt man, indem man Magnesiakitt, d. i. gebrannte Magnesia, mit einer Chlormagnesialösung und Holzpulver o. dgl. mengt.

Auf einer 10—15 cm starken Unterlage aus Beton bringt man den Xylolith teigartig auf und stampft oder walzt ihn. Die Oberfläche wird sorgfältig geebnet, geschliffen und eingelassen.

Man macht sie einfarbig oder dessinirt, 7—26 mm stark.

Einheitsgewicht: 1400 kg/m³.

Druckfestigkeit (trocken): 900 kg/cm².

Vorzüge: feuerbeständig, wetterfest, wasserdicht und wasserbeständig, dauerhaft, geräuschlos, schlechter Wärmeleiter, daher fußwarm, quillt und fault nicht, widersteht Säuren, läßt sich sägen, bohren, lochen, stemmen, hobeln usw.

b) Legnolith**)

ähnlich dem Xylolith.

c) Parkettolith.

Quadratische Tafeln aus Xylolith, deren 5...6 mm weite Fugen mit anders gefärbtem Xylolith ausgegossen werden.

d) Hygiol oder Hylol.

Holzpulver wird mit einem Kitt gepreßt und 1 cm stark auf einer Betonunterlage aufgebracht.

Hygiol läßt sich schleifen und polieren.

e) Torgament.

Holzpulver mit einem Kitt gemengt, wird an Ort und Stelle aufgetragen und geglättet.

f) Asbestit.

Holzpulver und Asbestmehl werden verkittet und gepreßt.

g) Lapidit.

Das ist ein Gemenge aus Korkpulver, Asche, Pulver aus Kohlenlösch, Torf, Holz, Sand, Wasser, das gepreßt wird.

Ähnlich sind: Papyrolith, Xenon, Metallique usw.

*) Griech.: xylos = Holz, lithos = Stein.

***) Latein.: legnum = Holz.

§ 3. Asphaltfußböden †).

Der Asphalt kommt in der Natur gewöhnlich mit Sand, Kalk, Ton u. dgl. zusammengebacken vor, als Asphaltstein. Aus ihm gewinnt man durch Auskochen oder Ausschmelzen das reine Bitumen. Dieses gereinigt, gibt den Goudron. Indem man ihn schmilzt und gepulverten Asphaltstein zusetzt, bekommt man Asphaltmastix, der in Blöcke (Brote) gegossen wird und beliebig wieder geschmolzen werden kann.

Naturasphalt enthält außer anorganischen Stoffen nur Bitumen.

Beim Kunstasphalt ist das Bitumen ganz oder teilweise ersetzt durch Produkte der Steinkohlendestillation, Pech u. dgl.

I. Asphaltestrich.

Auf einer Betonunterlage wird aufgebracht:

1. Gußasphalt (asphalte coulée)

der nur ausgegossen wird oder

2. Stampfasphalt (asphalte comprimé)

der durch Stampfen oder Walzen komprimiert wird. Er ist besser aber auch teurer als (I).

Vorzüge:

- a) wasserdichtester Fußboden,
- b) geräuschlos.

Einheitsgewichte:

Gußasphalt: 2100 kg/m^3 mit Rieselschotter
1600 „ sonst

Stampfasphalt: 1800 „

Druckfestigkeit: 52—148 kg/cm^2

Zur Herstellung von Guß- oder Stampfasphalt werden die Asphaltmastix-Blöcke (-Brote) geschmolzen und ausgegossen, wobei man 30—50% Sand zusetzt.

Bei Stampfasphalt wird auch Asphaltpulver aufgetragen und mit heißen Walzen zusammengepreßt.

Gattung	Stärke (cm)	
	Betonunterlage	Asphalt
Straßenpflaster, Stampfasphalt	18	5
„ Gußasphalt		
Höfe, Ställe, Fabriken	10, 12, 15	2, 3, 4
Trottoirs		
Terrassen, Balkone, Altane	8	1, 2
Waschküchen, Bäder, Pissoirs, Lichthöfe	5	
Isolierschichten . . . . .			1

Die Trottoirs sind mit 0.316 m breiten, 0.237 cm hohen Granit-Randsteinen abzugrenzen (Wien).

†) Siehe auch das IX. Kapitel des I. Teiles.

II. Asphalt-Pflasterplatten.

Sie sind 20×20 cm groß und 2·5, 3, 4, 4·5 cm dick; die Oberfläche ist glatt, gerippt oder kariert.

Als Unterlage gibt man ihnen ein Ziegelpflaster, besser aber Beton 5—8 cm dick.

Sie sind in gut bindendem Mörtel zu verlegen, mit Zementmilch zu übergießen und dann mit feuchten Sägespänen abzukehren.

Vorzüge: dauerhaft, frostsicher, fußwarm, nicht glatt.

Gattung	Plattenstärke cm
Trottoirs, Korridore, Höfe, Podeste, Gänge, Fabriken, Magazine, Terrassen	2·5
Schlachthäuser, Ställe	3
Einfahrten, Remisen, Werkstätten	4
Fahrstraßen, befahrene Höfe, Einfahrten . .	4·5

III. Asphalt-Blöcke.

Sie sind $33·5 \times 16·5$ cm groß und 8·5 oder 6 cm dick.

Man stellt sie her, indem man Asphalt und Steinpulver unter hohem Druck zusammenpreßt.

Sie haben die Eigenschaften des Asphalts und des Granits.

Vorzüge: dauerhaft, schalldämpfend, fugenlos, rau.

Dicke = 6 cm bei schwächerem Verkehre: Einfahrten, Höfe.

„ = 8·5 „ „ stärkerem „ „ Straßen.

§ 4. Glasfußböden.

Wenn durch den Fußboden Licht in den darunter liegenden Raum dringen soll, so verwendet man, in ein Eisengerippe eingesetzt: Gußglas, Drahtglas, Multiprismen, Glaslinsen u. dgl.

Einheitsgewicht des Glases: 2600 kg/m^3

Sicherheitskoeffizient: 2...3

5 bei Drahtglas.

Biegungsfestigkeit für Gußglas $k = 60 \text{ kg/cm}^2$

Klopfbalkons erhalten 20 mm weißes Gußglas.

Glasfliese: 6...7 cm dick.

35/35 cm Grundfläche.

An der Oberfläche befinden sich

1 cm tiefe Riefen oder kreuzweis

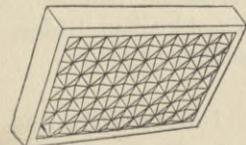
angelegte Furchen.

Fußbodenplatte aus Siemens'schem, gerieft.

Glashartguß: 2·5, 3·0 oder 2·5 cm dick.

1·5...42/15...42 cm Grundfl.

Abb. 1114.



Rohglas-Pflasterwürfel: 16·5 *cm* dick.
 15/15 *cm* Grundfläche.
 9 *kg* schwer.

Drahtglas: 4...30 *cm* stark.

Bezeichnen

l	die Stützweite	} der Glastafel (<i>cm</i>)
b	„ Breite	
d	„ Dicke	
P	„ zulässige Einzellast in der Mitte von l (<i>kg</i>)	
q	„ „ gleichmäßig verteilte Belastung (<i>kg/m²</i>)	
$\alpha = 5$	den Sicherheitsgrad,	

so ist

$$q = \frac{2P}{l}$$

$$P = \frac{1}{\alpha} \frac{22.3 b d^2}{0.0792 l + d}$$

Luxferprismen: 4...8 *mm* dick
 10/10 *cm* Grundfläche

Luxfer-Glasfliese: ebene Platten mit Diamantquadern auf der
 Unterfläche [1114]

Multiprismen: prismatische Glasziegel
 63/63/20...360/360/35 *cm* groß.

§ 5. Geeignetste Fußbodenart.

Gewöhnliche Wohnzimmer	} IIa Brettel ¹⁾ , Fußtafeln ²⁾ , Schiffboden. ³⁾
Vorzimmer	
Dienstbotenzimmer	
Innere Gänge	
Bessere Wohnzimmer, Salons u. dgl.	
Küchen	} Ia Brettel ¹⁾ , Parketten. Fußtafeln ²⁾ , Schiffboden ³⁾ — dann aber 60 <i>cm</i> breit um den Herd ein feuersicheres Pflaster.
Badezimmer	
Speisekammer	} Klinkerplatten ¹⁾ , Terrazzo ²⁾ , Xylolith u. dgl., Kehlheimer Platten. Xylolith u. dgl.
Aborte	
Pissoirs	} desgl. o. Asphalt. dessinierte Ia Mosaikplatten ¹⁾ , Terrazzo ²⁾ , Kehlheimer Platten.
Gänge	
Podeste	} Asphalt.
Waschküchen	
Klopfbalkons	} Asphalt, 20 <i>mm</i> Gußglas. Fußtafeln, Schiffboden.
Hausmeisterzimmer	
Geschäftslokale im Parterre	} Xylolith, IIa Brettel. Xylolith, IIa Brettel, Zementestrich.
Magazine	
Werkstätten	} Pfosten ³⁾ , Bretter ³⁾ , Steinwürfel, Ziegel Klinkerplatten, Klinkerstückel, Ze- mentestrich, Lehmestrich, Asphalt.
Photographische u. Malerateliers	
Parteien-Keller	} Brettelboden, Gipsestrich. Ziegel, flach, mit Mörtelguß ¹⁾ ; Lehm- estrich, Erde. ³⁾
Dachboden	
Hauseinfahrt	} Pflasterziegel, mit Mörtelguß ¹⁾ , Lehmestrich ³⁾ , Holzstückel ¹⁾ , Klinkerstückel, Steinwürfel.
Hauseingang	
Haushof	} dessinierte Ia Mosaikplatten ¹⁾ , Terrazzo. ²⁾ Kies, 0.80—1.00 <i>m</i> um die Mauern unigelbe Klinkerplatten ¹⁾ , Port- landzementestrich mit rautenför- migen Furchen ²⁾ , Steinpflaster. ³⁾
Lichthöfe	
Gassentrottoir	} Klinkerplatten, Asphalt. Naturasphalt auf einer 13 <i>cm</i> starken Betonunterlage (1:8 mit Schlacken- zement) mit 20/30 <i>cm</i> Randsteinen aus Mauthausener oder härterem Granit.

¹⁾ Am geeignetsten.

²⁾ Billiger als ¹⁾

³⁾ Wenn sehr billig gebaut werden muß.

Seitenweiser.

A.

Abdeckung der Gesimse II. 169.
 „ „ Mauern II. 132.
 Abfallrohr III. 129.
 Abort III. 234.
 Absatz, Fundament- III. 286.
 Abtritt III. 235.
 Abzweigungen von Eisen II. 24.
 „ „ Hölzern II. 7.
 „ „ Mauern II. 119.
 Agraffeneisen II. 61.
 Altan III. 225, 228.
 Andreaskreuz II. 184, 186.
 Anfallspunkt III. 5, 48, 74, 90.
 Anker II. 172.
 „ steine II. 129.
 Anlauf II. 218, 230, 236, 242, 244.
 Anschaffung, Träger- II. 60.
 Anschifter III. 25, 48.
 Antritt III. 132.
 Arbeitsräume III. 304.
 Architektur II. 1.
 Architrav II. 166 — III. 150.
 Ardand III. 35.
 Arkaden III. 225.
 armierter Beton, s. Eisenbeton.
 armierte Träger, hölzerne II. 46.
 „ „ eiserne II. 72.
 Asbest II. 348.
 Asbestzementschiefer III. 94.
 Asphaltblöcke II. 350.
 „ estrich II. 349.
 „ filzplatten II. 176 — III. 85.
 „ , Guß- II. 176.
 „ , Kunst- II. 348.
 „ , Natur- II. 348.
 „ pflasterplatten II. 350.
 „ , Stampf- II. 348.
 Attika III. 128.
 Auflager II. 33, 48 — III. 66.
 „ quadern II. 50.
 „ steine II. 50.
 Auflockerung III. 279.
 Aufpfropfung II. 4.
 Aufsatzband III. 198, 217.
 „ , Schornstein- II. 164.
 Aufschiefer III. 25, 48.
 Auftritt III. 132, 137.
 Aufzug III. 168.
 Auge II. 22, 173.
 ausgegründeter Stock III. 186.

Ausladung II. 167.
 Auslegen der Gesimse II. 168.
 Ausrüsten II. 220, 292.
 Austritt III. 132.
 Austrocknung feuchter Mauern II. 178.

B.

Bachsches Potenzgesetz II. 282.
 Bajonettverschluß III. 228.
 Balken, Eisenbeton- II. 301.
 „ lage II. 208.
 Balkon III. 225.
 Ballustrade III. 158.
 Band III. 198, 217.
 „ parketten II. 340.
 Bankett II. 286.
 Barrière III. 225.
 basilikal III. 3, 41.
 Baskülverschluß III. 219.
 Baugrund III. 279, 282.
 Baukunst II. 1.
 Becherwerk III. 181.
 Belastungen der Dächer III. 15.
 „ „ Decken II. 200.
 Belastungsproben II. 292.
 Beleuchtung III. 275.
 Berapp II. 122.
 Berme III. 288.
 Beschläge der Fenster III. 217.
 „ „ Türen III. 198.
 Beschüttung II. 204.
 Besenputz II. 122.
 Beton II. 137, 279, 288.
 „ decken II. 276.
 „ fundamente III. 290.
 „ kappen II. 276.
 „ platten II. 280.
 „ , umschnürter II. 85.
 Bewurf II. 122.
 Biberschwanz III. 187.
 Binder II. 110 — III. 55, 68.
 „ verband II. 115.
 Bischofmützen II. 342.
 Blatt II. 3, 6, 10.
 „ zapfen II. 8.
 Blechträger II. 62.
 Bleiplatten II. 32.
 Blindboden II. 340.
 Blitzableiter III. 131.
 Blockbau II. 192.
 „ stufen III. 146.

Blockverband II. 115.
 „ wände II. 192.
 Bock II. 180.
 „ dachstuhl III. 22.
 „ gerüste II. 180.
 Bodenabteilungswand II. 192.
 „ belag III. 338.
 „ feuchtigkeit II. 175.
 „ rinne III. 129.
 „ stiege III. 143.
 böhmisches Gewölbe II. 242.
 „ Kappengewölbe II. 244.
 „ Platzel II. 242.
 Bogen II. 154, 260.
 „ träger III. 63.
 Bohlenbogen II. 47, 157 — III. 33.
 Bohrer, Erd- III. 281.
 Boileaudach III. 122.
 Bolzen II. 29.
 bombiertes Wellblech II. 332 — III. 10.
 Bossage II. 128.
 Brandmauer II. 108.
 Breitziegel III. 91.
 Bremsberg III. 180.
 Brettelboden II. 340.
 Bretterdach III. 80.
 „ fußboden II. 339.
 „ türen III. 195.
 „ wände II. 192.
 Brille III. 139.
 Bruchproben II. 292.
 „ steine II. 155.
 Brunnen III. 275.
 Brüstung III. 186, 205.
 Brustriegel III. 23.
 „ zapfen II. 9.
 Buckelplatten II. 334.
 Bügel im Eisenbeton II. 305.
 Bügelkammer III. 298.
 Bug II. 106, 209 — III. 24, 30.
 Bundtram II. 39 — III. 22, 30.
 busenförmig II. 231, 232.

C.

Champignon II. 164.
 Charnier III. 198.
 Closett, s. Klosett.
 Coignet II. 308.
 Communmauer II. 107.
 conisches Gewölbe II. 217.
 Concret, s. Konkret.
 Console, s. Konsole.
 Cordongesimse II. 165.

D.

Dachausmittlung III. 6.
 „ boden III. 298.
 „ „ räume III. 305.
 „ „ wohnungen III. 302.
 „ deckung III. 16, 77.
 „ formen III. 1.
 „ kammer III. 298, 302.
 „ neigung III. 78.
 „ pappe III. 82.

Dachpfannen III. 90.
 „ schiefer III. 95.
 „ stuhl III. 15.
 „ ziegel III. 87.
 Dächer III. 1.
 Dampfheizung III. 269.
 Dampfkessel III. 307.
 Decken II. 197.
 „ putz II. 336.
 deutsche Deckung III. 101.
 deutscher Dachstuhl II. 57.
 Diamantquadern II. 128.
 Dippel II. 36.
 „ böden II. 215.
 Doppeldach III. 89.
 „ decke II. 310.
 „ stuhl III. 23.
 Dorn II. 4.
 Drahtziegel II. 337.
 Dreieckdach III. 56.
 Dreiquartier II. 114.
 Dreiviertelstein II. 114.
 Drempe III. 4.
 Drücker III. 202.
 Dübel, s. Dippel.
 Dunstrohr III. 130.
 Durchschub II. 173.

E.

Eckschambranen III. 207, 211.
 Eckverbände bei Hölzern II. 10.
 „ „ Eisen II. 23.
 Eggert II. 275.
 Eigengewicht der Dachdeckungen III. 16.
 „ „ Dachstühle III. 17.
 „ „ Decken.
 Einfriedungen II. 196.
 eingestemmttes Schloß III. 201.
 Einlassung II. 9, 12.
 Einquartier II. 114.
 Einschubdecke II. 213.
 Einspannung II. 33.
 Einsteigschacht III. 250, 252.
 Einstemmschloß III. 201.
 Eisen beim Eisenbeton II. 287.
 „ bahnschienen II. 61.
 „ beton II. 139, 232.
 „ „ balken II. 301.
 „ „ bauweisen II. 308.
 „ „ decken II. 308.
 „ „ pfähle III. 293.
 „ „ platten II. 301.
 „ „ „ balken II. 303.
 „ „ stufen III. 153.
 eiserne Dachstühle III. 51.
 „ Fenster III. 222.
 „ Stützen II. 87.
 „ Träger II. 47, 55.
 „ Türen III. 197.
 Emy III. 34.
 englische Dachstühle III. 60.
 „ Deckung III. 99.
 Entlastungsbögen II. 159, 225.

Erdgeschoß III. 297, 301.
 Erdstampfmauern II. 141.
 Erdfeuchtigkeit II. 175.
 Erdpisé II. 141.
 Erfordernis, Material- II. 114, 136, 221, 293, 337.
 Erker III. 225, 228.
 erleichterten Bedingungen, Bauten unter II. 143, 185.
 Espagnolettverschluß III. 220.
 Estriche II. 345.
 Eternitschiefer III. 91.
 Eulersche Formel II. 76.
 Exzelsiordecke II. 275.
 Exzentertrieb III. 219.

F.

Fach II. 190, 194.
 „ werk II. 186, 194.
 Falle II. 261.
 Fallwerke III. 280.
 Falz II. 5 — III. 106, 147.
 „ deckung III. 105.
 „ leiste III. 208.
 „ ziegel II. 273, 274 — III. 90.
 Fatsche II. 196.
 Feder und Nut II. 5
 Fehlträme II. 286.
 Fenster II. 117, 204.
 Fettfang III. 252.
 Feuermauer II. 107, 144.
 „ einfassung III. 105.
 Filzputz II. 122.
 First III. 1, 2, 5, 90.
 fischgrätenartig II. 348.
 Flachziegel III. 187.
 Flanschenziegel II. 273.
 Flasche II. 173.
 Fluote II. 135.
 Flügel, Fenster- III. 207.
 „ , Tür- III. 189.
 Flugdach III. 4.
 Förster II. 135.
 Formblech III. 106.
 Formkasten II. 139.
 Formziegel II. 272.
 französische Deckung III. 102.
 französischer Dachstuhl III. 57.
 freier Hand, Wölbung aus II. 243.
 freistehende Bauten III. 301.
 freitragende Riegelwände II. 191.
 „ Stufen III. 147.
 Fries II. 166, 339, 340 — III. 189.
 Frost II. 111.
 Fuchs II. 164.
 Füllung III. 189.
 Fuge III. 109.
 Fugen II. 5.
 „ eisen II. 123.
 „ holz II. 123.
 Fundamente II. 109, 143 — III. 279.
 Fundierung III. 279.
 Füßel II. 155, 218.

Fuß der Gewölbe II. 91, 155, 217.
 „ böden II. 338.
 „ platten II. 91, 101.
 „ tafeln II. 339.
 Futter III. 187, 206.
 „ holz II. 106.

G.

Gainze III. 241.
 Gang III. 132, 137, 156, 225, 231.
 „ mauer II. 108, 145.
 Galerie III. 225.
 Gauby II. 182.
 geböschte Mauern II. 120.
 gebräches Gestein III. 280.
 gedrückte Bogen II. 154.
 „ Tonnen II. 122.
 Gefache II. 190, 194.
 Gegenbögen III. 209.
 Gehlinie III. 137.
 gekuppelte Träger II. 61.
 Geländer III. 157.
 Gelenke II. 29.
 Gelenkträger II. 55.
 gelocht II. 55.
 gemischtes Mauerwerk II. 136.
 genietete Träger II. 62.
 Gerber II. 55.
 Geruchsperrern III. 236, 253.
 Gerüste II. 179, 190.
 Gerüstbogen II. 271.
 „ bügel II. 270.
 „ halter II. 270.
 „ schere II. 270.
 „ träger II. 183, 270.
 Geschoß III. 297.
 Gesimse II. 165.
 Gesimshaken II. 170.
 „ hobel II. 168.
 „ schlitten II. 167.
 Gespärre III. 24.
 gewalzte Träger II. 55.
 Gewölbe II. 217.
 „ , umgekehrte III. 289, 291.
 gezogene Gesimse II. 168.
 Gezwick III. 292.
 Giebel III. 1, 2.
 Gipsdielen II. 126.
 „ estrich II. 346.
 „ schlackenplatten II. 126.
 „ stuck II. 123.
 Gitter II. 196.
 „ falz III. 194.
 „ stäbe II. 73.
 „ träger II. 46, 73.
 Glasdach II. 195 — III. 114.
 „ decke II. 335.
 „ fußboden II. 351.
 „ türen III. 192.
 „ wand II. 195.
 Glattziegel III. 87.
 Gleiche II. 110.
 Gleitlagen II. 90 — III. 67.
 Golding II. 314.
 gotischer Verband II. 115.

Grat II. 218, 223, 236 — III. 1, 2, 5, 13.
 Grobmörtel II. 137.
 Grundbau III. 279.
 Grundierung III. 279.
 Grundquerschnitt II. 63.
 „ wasser II. 177.
 Gurtbogen II. 219.
 Gurten II. 73, 222.
 Gurtgesimse II. 165.
 „ platten II. 63, 64.
 „ winkel II. 62.
 gußeiserne Säulen II. 77, 87, 94.

H.

Hackboden III. 279.
 Hackelsteine II. 135.
 Haftblech II. 170.
 Haken III. 200.
 Hakenblatt II. 3, 10.
 „ lasche II. 3.
 Halbfirst III. 5.
 Hängblech II. 334.
 Hängegewölbe II. 218.
 „ kuppel II. 242.
 Hängplatte II. 167.
 „ rinne III. 124.
 „ säule II. 41.
 „ stangen II. 191.
 „ werke II. 39, 191 — III. 23.
 Haftspannungen im Eisenbeton II. 305.
 Halbstein II. 114.
 Halbstock III. 298.
 Hallendach III. 26.
 Handleiste III. 158.
 Hangelschließe II. 270.
 Hangerl III. 202.
 Haupt II. 109, 217.
 „ gesimse II. 165.
 „ mauer II. 107, 143.
 „ träger II. 106, 208.
 Hausteine II. 127.
 Hebezeuge III. 180.
 Heizung III. 261.
 Hennebique II. 317.
 Herde III. 264.
 Heyer II. 275.
 Hilgers III. 107.
 Hintermauerung II. 129, 218.
 Hirnladen II. 33, 215.
 Hochbau II. 1.
 Hölzer II. 312.
 hölzerne Stützen II. 104.
 „ Träger II. 33.
 Hof III. 300.
 Hohldecke II. 311.
 „ mauern II. 120.
 „ steine II. 276.
 „ tafeln II. 127.
 „ ziegel III. 93.
 Holländer II. 173.
 holländischer Verband II. 115.
 Holzdachstühle IV. 20.
 Holzdecken II. 203.
 „ lagen III. 303.
 „ stöckel II. 341.

Holzverbände II. 2, 189.
 „ verbindungen II. 2.
 „ wände II. 185.
 „ zement III. 37, 85, 121, 125.
 Hookesches Gesetz II. 282.
 Hourdi II. 276.
 Howe II. 46, 73.
 Hygiol II. 348.
 Hylol II. 348.

I.

Ichse III. 5.
 Inanspruchnahme, zulässige
 von Beton II. 298.
 „ Eisenbeton II. 297.
 „ Gewölben II. 255.
 „ Mauern II. 150.
 Industriebauten II. 143, 185 — III. 133,
 137, 184, 234, 235, 300, 303.
 Isolierschichten II. 175.
 Ixe III. 5.

J.

Jagdzapfen, richtig Jagzapfen.
 Jagzapfen II. 8.
 Jalousien, Stab- III. 214.
 Jalousiefenster III. 214.
 „ kasten III. 212.
 „ türen III. 195.

K.

Kämpfer II. 217 — III. 206.
 Kästchen, Schutz- II. 33.
 Kalkestrich II. 346.
 „ sandpisé II. 142.
 „ „ stamfmauern II. 142.
 Kalorifère III. 265, 269.
 kalte Nietung II. 17.
 kalter Schlauch II. 161.
 Kamin II. 7, 11 — III. 264.
 Kamine II. 161.
 Kanal III. 249.
 Kappe II. 236, 247.
 „ preußische II. 227, 247.
 Kappengewölbe II. 236, 247.
 „ „ böhmische II. 244, 277.
 „ „ preußisches II. 227, 247.
 Kappholz II. 186.
 Karbolineum II. 205.
 Kasterinne III. 127.
 Kastenschloß III. 201.
 Kastenträger II. 72.
 Kegelband III. 200.
 Kegelgewölbe II. 217.
 Kehl balken III. 32.
 Kehle II. 239.
 Kehlheimer Platten II. 342.
 Keildoppel II. 36.
 Keile II. 31.
 Keilpfosten III. 38.
 „ schloß II. 22.
 „ stufen III. 146.
 „ zapfen II. 8.
 Kelle II. 121.

- Keller III. 297.
 Kellergitter III. 224.
 Kellermauern II. 143.
 Kesselblech II. 49.
 Kesslersche Fluete II. 135.
 Kies II. 138.
 Kieselgur II. 204.
 Kiesleiste III. 86, 125.
 Kiespappe III. 87.
 Kipplager II. 53, 90 — III. 67.
 Klammerschließe II. 173.
 Kleine II. 325.
 Klinkermauern II. 112.
 „ pflaster II. 343.
 Klosett III. 235.
 Klostergewölbe II. 236, 247.
 Knagge II. 106.
 Kniedach III. 4, 21, 25.
 Kniestock III. 4.
 Knotenblech II. 20.
 „ punkte II. 73.
 Koenen II. 313.
 Körbaum II. 182.
 Kommunmauern II. 107.
 konische Gewölbe II. 217.
 Konkret II. 137.
 Konsolen II. 166, 167 — III. 231.
 Konstruktionsstärke II. 213, 269.
 Kontrabögen III. 289.
 Konventionelle Darstellung der Gewölbe II. 247.
 Kopf II. 28, 90, 109 — III. 132.
 „ band II. 106, 209 — III. 24.
 „ der Schornsteine II. 164.
 Korbbogen II. 154, 261.
 Kordongesimse II. 127.
 Korksteine II. 127.
 Kosmos II. 178.
 Kotierung II. 34.
 Krämpfziegel III. 93.
 Kragdach III. 61.
 Kranzgesimse II. 165.
 Kreppe II. 133.
 Kreuz, Fenster- III. 206.
 Kreuzband III. 200.
 Kreuzdach III. 2.
 Kreuzscharen
 Kreuzung von Eisen II. 25.
 „ „ Hölzern II. 6.
 „ „ Mauern II. 119.
 Kreuzverband II. 115.
 „ zapfen II. 4, 8, 189.
 Kronendach III. 90.
 Kropfeisen II. 133.
 Krüppelwalm III. 2.
 Kuf, Wölbung auf den, II. 224, 228, 232, 237.
 Kufengewölbe II. 221, 247.
 Kuppel II. 240 — III. 4, 47, 75.
 Kurbelreiber III. 218.
- L.**
- Längsscharen II. 224, 228, 232, 237.
 Läufer II. 110.
 „ verband II. 114.
- Lager II. 48 — III. 66.
 „ fläche II. 109.
 „ fuge II. 109, 113, 131.
 „ hafte Bruchsteine II. 135.
 „ platten II. 52, 49.
 „ recht behauene Bruchsteine II. 135.
 Laibung II. 217.
 Laibungsdruck II. 17, 18, 20.
 Lambrien III. 211.
 Lamellen, s. Gurtplatten II. 63.
 Landenen, s. Langtannen.
 Langtannen II. 180.
 Lapidit II. 348.
 Lasche II. 3.
 Laschenblech II. 20.
 „ nietung II. 19.
 Lasten II. 200.
 Laterne II. 241 — II. 29, 66.
 Lattengang II. 168.
 Lattentüren III. 195.
 Laube III. 225.
 Laufkran II. 134.
 leerer Dachstuhl III. 21.
 Leergespärre III. 24.
 Legnolith II. 348.
 Lehmestrich II. 345.
 „ pisé II. 141.
 „ stampfmauern II. 141.
 Lehrbögen II. 156, 220, 237, 271.
 „ gerüste II. 220, 225, 234, 237, 238.
 Leistendach III. 84, 106.
 Lichthof III. 13, 200.
 Lichthofmauern II. 47, 144.
 „ weite II. 47, 218.
 liegender Dachstuhl III. 22.
 Lisene III. 225.
 Lösch II. 204.
 Loggia III. 225.
 Lokalheizung III. 262.
 Long II. 46, 73.
 Longrinen III. 292.
 Losholz III. 206.
 Ludwig II. 273.
 Lüftung III. 273.
 Lünette II. 251.
 Luftgraben III. 299.
 Luftheizung III. 265.
 „ schacht III. 800.
 Luftschichten II. 176.
 Lusthaus II. 185.
- M.**
- Magnesitplatten III. 94.
 Mansard III. 3, 39, 63.
 Marx II. 313.
 Matrai II. 315.
 Mauerbank III. 21, 30.
 „ ecken II. 119.
 „ enden II. 115.
 „ fraß II. 178.
 „ öffnungen II. 154.
 „ salpeter II. 178.
 „ stärke II. 142.
 „ werk 107.
 Melan II. 311.

Messern II. 5.
 Metaldächer III. 102.
 Metallique II. 341.
 Mezzanin III. 298.
 Mistgruben III. 303.
 Mittelmauern II. 107, 144.
 Mönch II. 93.
 Monier II. 140, 308.
 montiert II. 61.
 Mosaik II. 347.
 „ mauern II. 137.
 Müller und Marx II. 313.
 Müller-Breslau II. 256.
 Muldengewölbe II. 238, 247.
 Mutter, Schrauben- II. 28.

N.

Nachbarmauer II. 107, 144.
 Nachmauerung II. 159, 218.
 Naviersche Formel II. 80.
 Netzgewölbe II. 218.
 Niete II. 16.
 Nietverbindungen II. 22.
 Nonne III. 93.
 normal gelocht II. 55.
 Normalsand II. 285.
 Nußband III. 198, 217.

O.

Obergurt II. 73.
 Oberlichte III. 193.
 Ofen III. 262.
 Ohr II. 173.
 Olive III. 218.
 Omegaformsteine II. 275.
 Orme, de l' II. 33.
 Ort III. 1, 2, 5.

P.

Packstal II. 196.
 Pappe III. 82.
 Papyrolith II. 348.
 Paralleldach III. 2, 42.
 Parapett III. 186, 205.
 Parketten II. 340.
 Parkettolith II. 348.
 Parterre III. 297.
 Paumelle III. 198.
 Pendellager II. 91.
 „ säule II. 90.
 „ türen III. 193.
 Pendentif II. 241.
 Perron III. 61.
 Pfahlrost III. 293.
 Pfeil II. 218.
 Pfeiler II. 106, 117, 128, 129 — III. 132.
 „ fundament III. 289.
 „ stiege III. 132, 150.
 „ vorlagen II. 219.
 Pfeilhöhe II. 218, 269.
 Pfette II. 186 — III. 20, 21, 30, 53.
 Pflaster II. 341.
 Pfosten III. 206.
 Pfostenwände II. 192.
 Piloten III. 293.

Pisé II. 141.
 Pissoir III. 247.
 Piston II. 164.
 Plafond II. 197.
 Plandecke II. 314.
 Planken II. 196.
 Podest III. 132, 137, 156, 161.
 Platte II. 166.
 Platten, Eisenbeton- II. 301.
 „ balken, Eisenbeton- II. 291, 303,
 317.
 Plattenlager.
 Platzel II. 227, 247.
 „ , böhmisches II. 242, 247.
 „ , flaches II. 244, 247.
 „ , preußisches II. 244, 247.
 „ , volles II. 242, 247.
 polnischer Verband II. 115.
 Polonceau III. 52, 57.
 Polsterhölzer II. 339.
 „ quadern II. 128.
 Polygonmauerwerk II. 137.
 Poterie II. 162.
 preußisches Kappengewölbe II. 227, 247.
 „ Platzel II. 244, 247.
 Probelastungen III. 281.
 Probepfahl III. 281.
 Prüß II. 140.
 Pultdach III. 1, 36, 60.
 Putz II. 120, 336.
 „ schacht III. 252.
 „ schalung II. 206.
 „ stück III. 252.
 „ türchen II. 162.

Q.

Quadermauern II. 127.
 Quadranteisen II. 89.
 Quadratsäuleneisen II. 89.
 Querscharen II. 224, 229, 233, 237, 246,
 271.
 Querträger II. 106.

R.

Rabitz II. 141, 310.
 Rahmen III. 189, 207.
 „ stock III. 207, 211.
 Rahmholz II. 186.
 Ramenatbogen II. 229, 269.
 Rand III. 1, 2, 5.
 Rankine II. 80.
 Rapp-Putz II. 120.
 Rastladen II. 203.
 „ schließe II. 203.
 Rauchfang II. 161, 190.
 „ schlot II. 161, 190.
 Rauten III. 106.
 Redtenbacher II. 154.
 Reibbrett II. 122.
 Reiber III. 218.
 „ streifer III. 218.
 Reiheneindeckung III. 89.
 Reiter II. 225.
 Retirade III. 235.

Riegel II. 39, 182, 186, 225 — III. 23,
30, 201, 202, 219.
Riegelbau II. 186.
„ wände II. 186.
Riemen II. 114.
Rieselbewurf II. 122.
Riffelblech II. 334.
Ringgewölbe II. 221.
Rinnen III. 123.
Rinneneisen III. 124.
Rinnenhaken III. 124.
Rippen II. 63, 91, 101.
„ gewölbe II. 218.
„ platte II. 314.
Risalite III. 225.
Ritterdach III. 90.
Rösche III. 78.
Rössel II. 225.
Rohbau II. 123.
Rohrdach III. 79.
Rollbalken III. 214.
Rollenkipplager II. 53.
Rollenlager II. 23.
Rollschar II. 110.
Rondelet II. 153, 226.
Rost, Bohlen- III. 291.
„ , liegender III. 291.
„ , Pfahl- III. 293.
„ , Pfosten- III. 291.
„ , Schwell- III. 292.
Ruberoid III. 85.
Rücken II. 217.
Ruheplatz III. 132, 137.
Rundstab III. 146.
russische Schlöte II. 161.
Rustika II. 128.
Rutschbogen II. 229, 269, 271.

S.

Säulen 39, 75, 225 — III. 22, 30.
„ , gußeiserne II. 77.
„ , Quader- II. 129.
Sammelschlot II. 162.
Sand II. 137, 286.
Satteldach III. 2, 20.
Sattelholz II. 106, 209.
Saum III. 1, 2, 5, 25.
Saumblech III. 124, 125.
Saumladen III. 124, 126.
Saumrinne III. 126.
Schablone II. 168, 225.
Schaft II. 87.
schalenförmige Wölbung II. 158.
Schalung II. 206, 290, 293 — III. 132.
Schar II. 110.
Scharnier III. 198.
Scheidemauer II. 108, 145.
Scheitel II. 217, 236.
scheidrecht II. 155, 160.
Scherzapfen II. 11.
Scheuklötzel II. 182.
Scheunen III. 302.
Scheuwand II. 182.
Schichte II. 110.
Schichtenplan II. 132.

Schichtsteine II. 135.
Schiebetüren III. 196.
Schiefer III. 95.
Schiffboden II. 339.
Schiftsparren III. 25.
Schildchen III. 202.
Schindeldach III. 81.
Schlacke II. 137, 204.
Schlackensteine II. 127.
Schlägelschotter II. 138.
Schlagklammer II. 174.
Schlagleiste III. 189, 207.
Schlagschließe II. 174.
Schlagwerke III. 180.
Schlauch, Abort- III. 239.
„ , kalter II. 161.
„ , stock III. 239.
Schleuning II. 276.
schließbarer Schlot II. 161.
Schließblech III. 201.
Schließen II. 172, 269.
„ eisen II. 172.
„ plan II. 174.
„ schloß II. 173.
Schließhaken III. 201.
Schließkopf II. 16.
Schlitzzapfen II. 7, 11.
Schlöte II. 161.
Schloß III. 201.
Schlußstein II. 155.
Schmatzen II. 114.
schmiedeiserne Stützen II. 88, 96.
Schneefang III. 131.
Schneelast III. 18.
Schneider II. 274.
Schnittsteine II. 127.
Schober II. 272.
Schopfwalm III. 2.
Schornsteine II. 161 — III. 308.
Schornsteinverband II. 114.
Schotter II. 138.
Schrägscharen II. 224, 228, 233, 237, 243,
246.
Schrägzapfen II. 8.
Schragen II. 180.
Schranken II. 196.
Schraube II. 27.
„ , Stein- II. 45.
Schraubenschloß II. 22.
Schubfenster I. 1. 217.
Schubspannungen im Eisenbeton II. 305.
Schubriegel III. 219.
Schubtüren III. 196.
Schüttungen III. 295.
Schulen III. 133.
Schupfen III. 303.
Schuppendach III. 101.
Schutt II. 204.
„ höhe II. 269.
Schwabel II. 181.
Schwalbenschwanz II. 7, 10, 224, 228,
233, 237, 243, 246, 271.
Schwanenhalsbögen II. 263.
Schwarzsche Formel II. 80.
schwebendes Mauerwerk II. 218.

- Schwedler III. 75.
 Schwelle II. 44 — III. 191.
 Schwellen II. 33, 186.
 " , Lang- III. 292.
 " , Quer- III. 292.
 Schwellrost III. 292.
 Securadecke II. 276.
 Senkbrunnen III. 295.
 Senkgruben III. 257.
 Senkröhren III. 295.
 Sesselleiste II. 340.
 Setzen II. 110, 113, 220.
 Setzfläche III. 132.
 " holz III. 206.
 Setzkopf II. 16.
 Sheddach III. 4, 42, 62, 74, 90, 122.
 Sichelträger III. 63.
 Siegwart II. 315.
 Sima II. 166.
 Siphon III. 243.
 Sockel II. 129, 165.
 Söller III. 225.
 Sohlbank II. 166 — III. 205.
 Sondiereisen III. 280.
 Sondieren III. 280.
 Sopraporta III. 191.
 Souterrain II. 143 — III. 297, 299, 305.
 Spalette III. 205, 209.
 Spaletten, Blind- III. 206, 211, 213.
 Spalettläden III. 213.
 Spalettkasten III. 213.
 Spaliertüren III. 191.
 Spannböhlen II. 207.
 " schließe II. 270.
 " weite II. 218.
 Sparren III. 20, 30, 53.
 sphärische Gewölbe II. 217.
 Spiegel III. 132, 189, 239.
 Spiegelgewölbe II. 239, 247.
 Spiegelstufen III. 146.
 Spieltüren III. 193, 199.
 Spindel III. 132.
 Spitäler III. 133.
 Spitzhaken III. 200, 217.
 Spitzkloben III. 200.
 Spitzstufe III. 137, 140.
 Spließdach III. 87.
 Splint II. 173.
 Sprenggestein III. 280.
 Sprengung II. 36.
 Sprengwerk II. 39, 191.
 Sprentafeln II. 127.
 Spritzwurf II. 122.
 Sprossen III. 115, 207.
 Spundung II. 5.
 Stab II. 73.
 " aufbiegungen im Eisenbeton II. 305.
 Stackette II. 196.
 Ständer II. 75, 186, 194.
 Stärken der Bögen II. 160.
 " " Gewölbe II. 225, 229, 235,
 237, 241, 246, 255, 269.
 Stärken der Mauern II. 143.
 Stallungen III. 303.
 statische Berechnungen II. 12, 37, 45,
 75, 145, 280, 296, 301 — III. 30, 68,
 111, 154, 164, 232.
 statisch bestimmt II. 73.
 " unbestimmt II. 73.
 Staubladen III. 126.
 Stehblech II. 62.
 " bolzen II. 61, 270.
 stehender Dachstuhl III. 22.
 Steher II. 182.
 Steigung III. 136.
 Steine II. 286.
 Steinholz II. 348.
 " klammer II. 129.
 " klaue II. 133.
 " schlag II. 138.
 " schnitt II. 220.
 " schraube II. 45.
 " zange II. 133.
 Stepp-Putz II. 122.
 Sterngewölbe II. 218.
 Stich II. 224, 230 — III. 32.
 Stichboden III. 279.
 Stichkappen II. 223, 239, 248.
 Stiegen II. 270 — III. 132.
 " arm III. 132.
 " griff III. 158.
 " haus III. 132.
 " , hölzerne III. 159.
 " , steinerne III. 146.
 Stiegenhausmauern II. 108, 144.
 Stiel II. 106, 186.
 Stirn II. 109, 217 — III. 132.
 Stock III. 297.
 Stock, Fenster- III. 208.
 " , Tür- III. 186.
 Stoß II. 3—5, 12.
 " fläche II. 109.
 " fuge II. 109, 113, 131.
 " lasten II. 32.
 Streben II. 39, 186, 225 — III. 23, 30.
 Strecker II. 110.
 " verband II. 115.
 Streckmetall II. 140, 314.
 Streichbalken II. 205.
 Strohdach III. 79.
 Stromverband II. 117.
 Stucco II. 122.
 Stuck II. 122.
 Stützen II. 75.
 " , Eisenbeton- II. 82.
 " , eiserne II. 87.
 " , fuß II. 92, 99.
 " , gußeiserne II. 87, 94.
 " , hölzerne II. 104.
 " , schmiedeiserne II. 88, 96.
 " , Stampfbeton- II. 85.
 Stützhaken III. 200, 217.
 Stützwände II. 108.
 " weite II. 47, 218.
 Stufe III. 145.
 Stufenbreite III. 137.
 " höhe III. 136.
 " länge III. 131.
 Stuhlsäule III. 22, 30.

Stukkatorschalung II. 206.
 Stukkaturung II. 336.
 Sturz III. 205.
 Sturzboden II. 204.
 „ klosett III. 243.
 „ schalung II. 206.
 Stützen II. 219.
 Stutzkuppel II. 242.

T.

Tafelblech II. 103.
 Tafelparketten II. 340.
 Tagmauer II. 108.
 Tambour II. 241.
 Tapetentür III. 191.
 Taschen III. 87.
 Temperaturendeckungskoeffizient II. 284.
 Terrakotta II. 276.
 Terrasse III. 225, 228.
 Terrazzo II. 348.
 Tetmajer II. 78.
 Theaterstiegen III. 134.
 Thiemicke II. 275.
 Tiefbau II. 1.
 Tollkitt II. 250.
 Tonne II. 221, 247 — III. 255.
 „ , flache II. 227, 247.
 Tonnenblech II. 334.
 „ dach II. 62.
 „ gewölbe II. 221, 247.
 Tore III. 181, 193.
 Torfmüllklosett III. 246.
 Torgament II. 348.
 Town II. 46, 73.
 Träger II. 32.
 „ , anschaffung II. 60.
 „ , armierte II. 46, 72.
 „ , Blech-
 „ , Eisenbeton- II. 74.
 „ , eiserne II. 47, 55.
 „ , entfernung II. 267, 269.
 „ , gekuppelte II. 61.
 „ , genietete II. 62.
 „ , Gitter- II. 46.
 „ , hölzerne II. 33.
 „ , Kasten-
 „ , verdoppelte II. 36.
 „ , verzahnte II. 35.
 „ -Wellblech II. 330.
 „ , zusammengesetzte II. 35.
 Tragal II. 269.
 Tragnetzblech II. 140, 314.
 Tragsteine II. 166.
 Trakt III. 297.
 Tram II. 106, 204.
 Tramboden II. 204.
 Tramdecke II. 204.
 Tränfkante III. 1, 2, 5.
 Traversendecken II. 265.
 „ , schließe II. 174.
 „ , stiege III. 148.
 „ , tramdecken II. 213.
 Traversinen III. 292.
 Treppen III. 132.
 Treppenlauf III. 132.

Trichtergewölbe II. 218.
 Trieb III. 219.
 Trittfläche III. 132.
 Trittstufe III. 159.
 Trockenboden III. 298.
 Trockenmauer II. 136.
 Trogabort III. 244.
 Trottoir II. 338.
 Türen III. 183.
 Türstock III. 186.
 Turmdach III. 4, 19, 44, 76.

U.

Überbautes Schloß III. 201.
 Überblattung II. 3, 6, 10.
 Übergriff II. 110 — III. 89, 90, 98, 114.
 überhöhte Bögen II. 155.
 „ , Tonnen II. 223.
 Überlagsträger, s. Unterlagsträger II. 50.
 Überschneidung II. 6, 11.
 Umfassungswände II. 107.
 umschnürter Beton II. 85.
 ungebrannte Ziegel II. 109.
 Unterbau II. 103.
 Untergurt II. 73; III. 70.
 Unterlagsscheiben II. 29.
 Unterlagsträger II. 50.
 unterschlagen III. 146.
 Untersuchung, Boden- III. 280.
 Unterteilung III. 298.
 Unterzug II. 106, 208.
 Uringrube III. 257.
 Urinoir III. 248.
 Urintonne III. 256.

V.

Venetianischer Estrich.
 Ventilation III. 273.
 Veranda III. 225, 231.
 Verankerung II. 100, 172.
 „ , der Gesimse II. 170.
 Verblendetes Mauerwerk II. 124.
 Verblendung II. 124, 128.
 Verbrämung II. 122.
 Verbreiterung von Hölzern II. 5.
 verdoppelte Träger II. 36.
 Verdoppelung II. 5, 36.
 Verdopplung III. 211.
 Verfallungsgrat III. 5, 8, 9, 13.
 Verglasung III. 205, 222.
 Verkämmung II. 7, 11.
 Verklammerung II. 5.
 verkleidetes Mauerwerk II. 124.
 Verkleidung II. 124 — III. 188, 208.
 Verlängerung von Eisen II. 22.
 „ , Hölzern II. 2.
 Verlaschung II. 3, 19.
 Verlegen II. 110.
 Verschraubung II. 5.
 Verputz II. 120.
 Versatzung II. 9, 12.
 Versetzen II. 110, 132.
 „ , der Stufen III. 146.
 Versetzgerüste II. 134.

versenkte Nietköpfe II. 16.
 „ Tramdecken II. 206.
 Verstärkung von Hölzern II. 5.
 Versteifungsrippen II. 63, 101.
 Versuchsgräben III. 280.
 „ schächte III. 280.
 verzahnte Träger II. 35.
 Verzahnung II. 5, 35.
 Verzäpfung II. 7, 11.
 Viertelstein II. 114.
 Visintini II. 82, 319.
 Voll auf Fug II. 110.
 voller Bogen II. 154.
 volle Tonne II. 222.
 Vollgespärre III. 24.
 Vorbauten III. 225.
 Vorkopf II. 9, 43 — III. 187, 206.
 Vorlagen II. 117, 223.
 Vormauer II. 176.
 Vorstoßblech II. 170.
 Vouten II. 239.
 „ platte II. 313.

W.

Wällische Wölbung II. 224, 229, 233,
 237, 246.
 Wände II. 107.
 Wärmespannungen II. 283.
 Walm III. 1, 2, 74.
 Wandläufe III. 158.
 Wangenträger III. 148.
 warme Nietung II. 17.
 Waschkessel III. 264.
 Waschküche III. 298.
 Wasserbedarf III. 274.
 Wasserbezug III. 275.
 Wasserheizung III. 267.
 Wasserkessel III. 130.
 Wasserklosett III. 242.
 Wasserlauf III. 253.
 Wassersperre III. 130, 242, 253.
 Wasserspülung III. 243.
 Wasserverschluß III. 130, 242, 253.
 Wasserversorgung III. 274.
 Waysz II. 318.
 Wechsel II. 205 — III. 32.
 Weikumsche Kugeln III. 196.
 Weißschwanz II. 10.
 „ stuck II. 123.
 Wellblech II. 195, 323 — III. 107.
 Wendeltreppen III. 136, 152, 162.
 Werksatz III. 24, 48.
 Werksteine II. 123.
 Wetterschenkel III. 208, 209.
 Wickelboden II. 207.
 Widerlager II. 44, 48, 218.
 Winddruck III. 18.

Winkelboden II. 207.
 Windfang III. 193.
 Windstreben III. 72.
 Windverband III. 72.
 Winkelband III. 200.
 Witworthsche Skala II. 28.
 Wöllblech II. 334.
 Wohnhaus III. 297, 304.
 Wolf II. 133.

X.

Xenon II. 348.
 Xylolith II. 348.

Z.

Zackengewölbe II. 272.
 Zahndübel II. 36.
 „ schmatzen II. 114.
 „ schnitt II. 166.
 Zapfen II. 4, 7, 11, 189.
 Zapfenband III. 198.
 Zange III. 24, 30, 292.
 Zarge III. 147.
 Zeltdach III. 4, 19, 46, 76.
 Zement II. 285.
 „ dielen
 „ estrich II. 345.
 „ platten III. 94.
 Zentraldach III. 4, 75.
 Zentralheizung III. 265.
 Ziegeldach III. 87.
 „ mauern II. 112.
 „ pflaster II. 123.
 „ rohbau.
 „ stufen III. 155.
 „ , ungebrannte II. 109.
 „ verbände II. 114, 164.
 Ziehen der Gesimse II. 168.
 „ „ Schlöte II. 162.
 Zierladen III. 127.
 Zierlichte III. 118.
 Zorðseisen II. 335.
 Zugschließe II. 173, 270.
 Zungenreiber III. 218.
 Zungensperre III. 218.
 Zungenziegel III. 87.
 zurückgesetzter Zapfen II. 11.
 zusammengesetzte Träger II. 35.
 Zweiquartier II. 114.
 zweireihige Vernietung II. 18.
 zweischnittige Vernietung II. 19.
 Zwickel II. 241.
 Zwicker II. 135.
 Zwischendach III. 4, 42, 62.
 Zwischenlagen
 Zyklopenmauern II. 137.
 Zylinderstegdecke II. 315.
 Zylindrische Gewölbe II. 217.

Berichtigungen.

Seite

- 143, 13. Zeile v. o., nach *müssen*: *fast immer*.
- „ 27. „ „ „ *Außen-*, ist zu streichen.
- „ nach der 13. Zeile v. o.: *Der Vorgrund der Außenhauptmauern im Souterrain oder Keller darf höchstens 15 cm betragen*.
- 144, Tabelle II. *Mittelmauern*, 2. Zahlenkolonne, letzte Zeile: 2 statt $2\frac{1}{2}$.
- „ 3. Zeile v. o., nach *Stärke*: *für die Umfassungsmauern des obersten Geschosses*.
- 145, 3. „ v. o., vor *belastet*: *einseitig durch Holzdecken*; ferner 1 statt $1\frac{1}{2}$.
- „ 4. „ v. o.: $1\frac{1}{2}$ statt 2.
- 149, 11., 12., 18. u. 20. Zeile v. o.: *n* ist zu streichen.
- 176, 23. Zeile v. u.: 5 mm statt 7 mm.
- 340, 24. u. 25. Zeile v. o. statt 6 (*bis 12*) cm breit: 4·5 bis 6·5 cm, und statt 25 bis 35 cm lang: 35 bis 55 cm.
- „ 38. „ 39. „ v. o. streichen u. dafür setzen: *Große Brettel sind schlechter als kleine, weil sie sich stärker werfen. Ganz kleine sind minderwertig, weil sie aus Ausschufholz hergestellt werden*.

Porobka 20 100.00

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349536

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297244

