

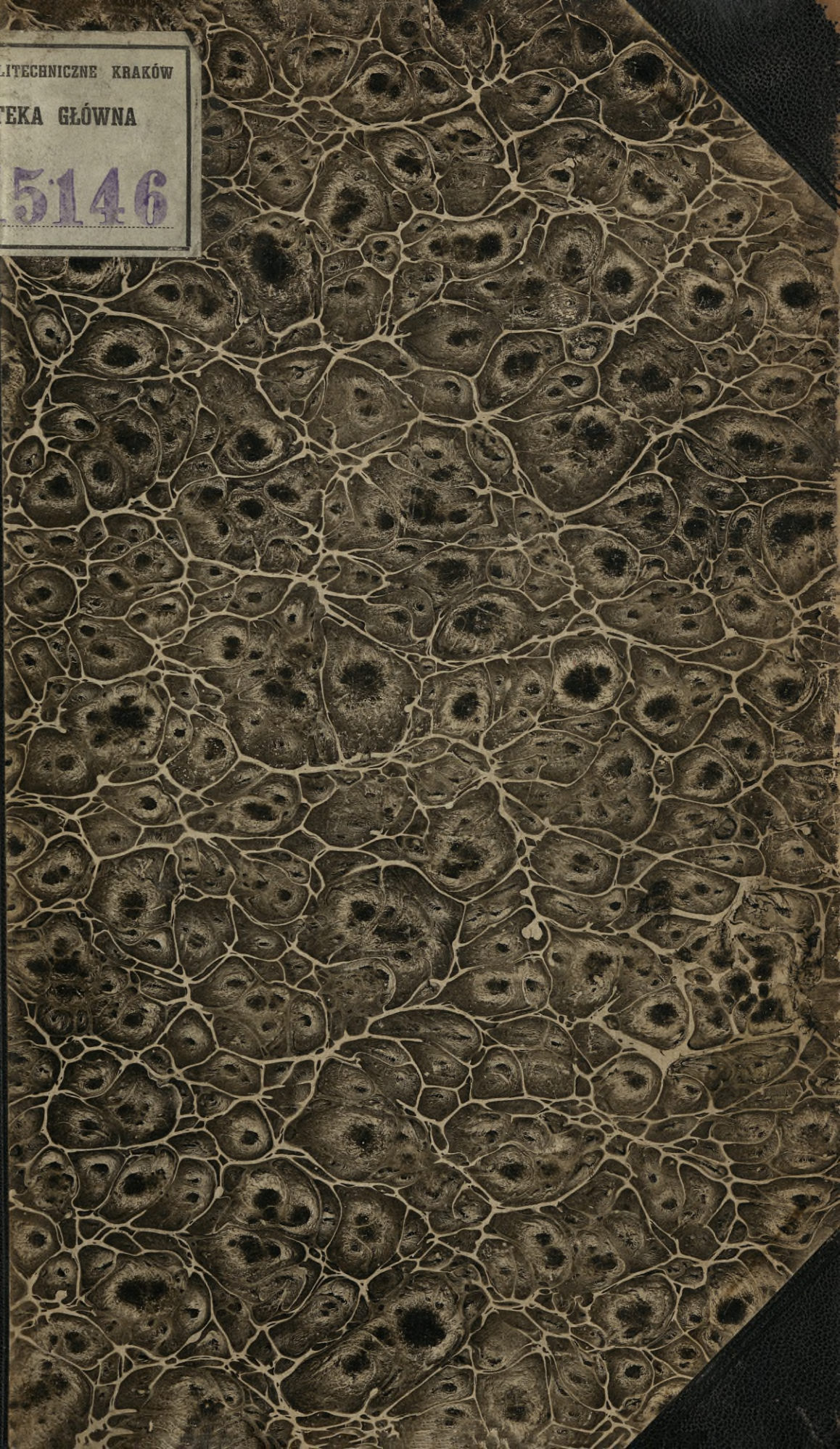
WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

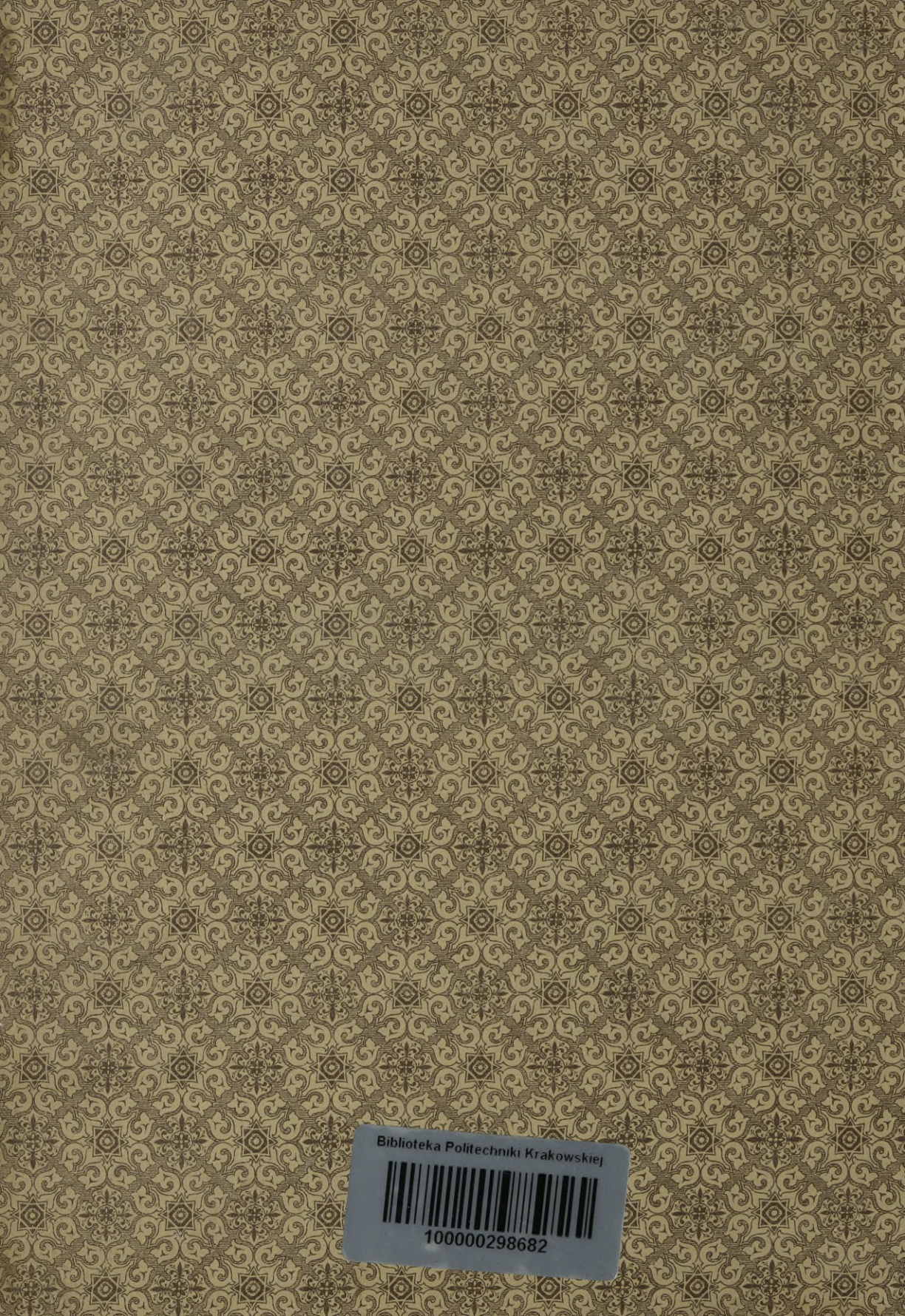
BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

15146





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298682









---

Die Gesamtanordnung und Gliederung des »Handbuches der Architektur« ist am Schlusse des vorliegenden Bandes zu finden.

Ebendafelbst ist auch ein Verzeichniß der bereits erschienenen Bände beigelegt.

---

Jeder Band, bzw. jeder Halb-Band und jedes Heft des »Handbuches der Architektur« bildet ein für sich abgeschlossenes Ganze und ist einzeln käuflich.

---

W. 1/1

# HANDBUCH DER ARCHITEKTUR.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen

herausgegeben von

Baudirector

Professör Dr. **Jofef Durm**

in Karlsruhe,

Geheimer Regierungsrath

Professör **Hermann Ende**

in Berlin,

Geheimer Baurath

Professör Dr. **Eduard Schmitt**

in Darmstadt

und

Geheimer Baurath

Professör **Heinrich Wagner**

in Darmstadt.

---

## Dritter Theil.

### DIE HOCHBAU-CONSTRUCTIONEN.

#### 6. Band:

Sicherungen gegen Einbruch.

Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik.

Glockenstühle.

Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen  
und Erderschütterungen.

Stützmauern, Terrassen und Perrons.

Freitreppen und Rampen-Anlagen.

Befestigung der Bürgersteige und Hofflächen.

Vordächer.

Eisbehälter und sonstige Kühlanlagen.

---

ZWEITE AUFLAGE.

—♦— ii —♦—

VERLAG VON ARNOLD BERGSTRÄSSER IN DARMSTADT.

1891.



T-18

Subl.

# DIE HOCHBAU-CONSTRUCTIONS.

DES  
HANDBUCHES DER ARCHITEKTUR  
DRITTER THEIL.

---

6. Band:

## Sicherungen gegen Einbruch.

Von **Erwin Marx**,  
Professor an der technischen Hochschule in Darmstadt.

## Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik.

Von **August Orth**,  
Königl. Baurath in Berlin.

## Glockenstühle.

Von **Köpcke**,  
Geh. Finanzrath, vorm. Professor am Polytechnikum in Dresden.

## Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderstütterungen. Stützmauern.

Von **E. Spillner**,  
Königl. Baurath in Essen a. d. R.

## Terrassen, Freitreppen und Rampen-Anlagen.

Von **Franz Ewerbeck**,  
Professor an der technischen Hochschule in Aachen.

## Befestigung der Bürgersteige und Hofflächen.

Von **E. Spillner**,  
Königl. Baurath in Essen a. d. R.

## Vordächer.

Von **Dr. Eduard Schmitt**,  
Großh. Hoff. Geh. Baurath und Professor an der technischen Hochschule in Darmstadt.

## Eisbehälter und sonstige Kühlanlagen.

Von  
**Georg Ofthoff**,  
Regierungs-Baumeister und Stadt-Baurath a. D.  
in Berlin,

und  
**E. Spillner**,  
Königl. Baurath in Essen a. d. R.

---

ZWEITE AUFLAGE.

---

Mit 331 in den Text eingedruckten Abbildungen.

---

♦ · i · ♦

---

DARMSTADT 1891.  
VERLAG VON ARNOLD BERGSTRÄSSER.



III - 306452

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen bleibt vorbehalten.



III ~~15146~~

Zink-Hochätzungen aus dem graphischen Institut von FRIEDRICH WOLF in München und aus der  
-K. K. Hof-Photogr. Kunst-Anstalt von C. ANGERER & GÖSCHL in Wien.

Druck der UNION DEUTSCHE VERLAGSGESELLSCHAFT in Stuttgart.

Akc. Nr. 394 48

BPK-B-3A2)2017

# Handbuch der Architektur.

III. Theil.

## Hochbau-Constructionen.

6. Band.

(Zweite Auflage.)

### INHALTS-VERZEICHNISS.

#### Constructionen des inneren Ausbaues.

6. Abschnitt:

#### Sonstige Constructionen des inneren Ausbaues.

	Seite
1. Kap. Sicherungen gegen Einbruch . . . . .	1
a) Sicherungen des Verschlusses der Thüröffnungen . . . . .	2
1) Sicherungen durch Material und Construction der Thüren . . . . .	3
2) Sicherheitsverschlüsse . . . . .	12
b) Sicherungen des Verschlusses der Fensteröffnungen . . . . .	18
1) Fensterläden . . . . .	18
2) Fenstervergitterungen . . . . .	21
c) Sicherungen gegen Durchbruch der Wände, Decken und Fußböden in besonderen Räumen (Trefors) . . . . .	27
1) Gemauerte Trefors . . . . .	28
2) Geldschrankartige Trefors . . . . .	32
d) Sicherung durch Meldevorrichtungen . . . . .	34
2. Kap. Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik . . . . .	37
a) Akustisch günstige Gestaltung der Räume . . . . .	38
1) Zusammenwirken der Schallwellen derselben Schallquelle . . . . .	38
2) Reflexion des Schalles . . . . .	40
3) Mittönen von Wänden und Decken . . . . .	45
4) Reflexion des Schalles . . . . .	46
5) Schalldeckel . . . . .	47
6) Diffusion des Schalles . . . . .	49
7) Maßstab für den Schall und Untersuchung eines Raumes auf Grund von Zeichnungen . . . . .	49
b) Verbesserung der Akustik in vorhandenen Räumen . . . . .	50
Literatur über »Akustik der Räume« . . . . .	52
3. Kap. Glockenstühle . . . . .	53
a) Theoretische Untersuchungen . . . . .	54
b) Beschreibung einiger Glockenstuhl-Constructionen . . . . .	63
c) Außergewöhnliche Constructionen . . . . .	71
Literatur über »Glockenstühle« . . . . .	76

Fünfte Abtheilung:  
 Verschiedene bauliche Anlagen.

1. Abschnitt:

Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodenfenkungen und Erderfchütterungen.

	Seite
1. Kap. Sicherungen gegen Feuer . . . . .	81
a) Feuerficherheit der wichtigeren Baustoffe und Bau-Constructions . . . . .	81
b) Feuerlöfch-Einrichtungen . . . . .	101
Literatur über »Sicherungen gegen Feuer« . . . . .	110
2. Kap. Blitzableiter . . . . .	114
Literatur über »Blitzableiter« . . . . .	128
3. Kap. Sicherungen gegen die Wirkung von Bodenfenkungen und Erderfchütterungen . . . . .	130
a) Sicherung der Gebäude gegen Bodenfenkungen . . . . .	130
b) Sicherung der Gebäude gegen Erderfchütterungen . . . . .	137
Literatur über »Sicherungen gegen die Wirkung von Bodenfenkungen und Erderfchütterungen« . . . . .	143

2. Abschnitt:

Stützmauern und Terraffen, Freitreppen und Rampen-Anlagen.

1. Kap. Stützmauern . . . . .	144
a) Mauerfärke . . . . .	145
b) Constraction und Ausführung . . . . .	149
Literatur über »Stützmauern« . . . . .	157
2. Kap. Terraffen und Perrons . . . . .	158
a) Terraffen . . . . .	158
b) Perrons . . . . .	163
3. Kap. Freitreppen und Rampen-Anlagen . . . . .	163
a) Freitreppen . . . . .	163
b) Rampen-Anlagen . . . . .	178

3. Abschnitt:

Bürgerfteige und Hoffflächen, Vordächer und Kühlanlagen.

1. Kap. Befestigung der Bürgerfteige und Hoffflächen . . . . .	182
a) Bürgerfteige . . . . .	182
b) Hoffflächen . . . . .	191
2. Kap. Vordächer . . . . .	192
3. Kap. Befondere Constructions für Kühlanlagen . . . . .	206
a) Eisbehälter . . . . .	207
Literatur über »Eisbehälter« . . . . .	223
b) Sonftige Kühlanlagen . . . . .	224
1) Kältemaschinen . . . . .	225
2) Kühleinrichtungen . . . . .	229
3) Kühlräume . . . . .	232
Berichtigung . . . . .	233

6. Abschnitt.

Sonstige Constructions des inneren Ausbaues.

I. Kapitel.

Sicherungen gegen Einbruch.

VON ERWIN MARX.

Von jeher waren die Menschen bestrebt, ihr Eigenthum gegen gewaltsame oder listige Angriffe zu schützen. Die Aegypter verwahrten die Leichen ihrer Könige und die ihnen mitgegebenen Schätze im Inneren der Pyramiden in umständlichster Weise durch steinerne Fallthüren und lange, auf- und absteigende, am Ende vermauerte Gänge. Griechen und Römer schützten ihre Tempel-Cellen und Schatzhäuser mit bronzenen oder mit Erz beschlagenen Thüren. Die Schätze der Kirchen wurden schon im Mittelalter in eisernen Truhen in den Sacristeien oder Schatzkammern hinter schweren eisernen Thüren verschlossen. Verschließbare Thüren kannten schon die alten Culturvölker. Aber trotz aller Vorsichtsmaßregeln ist der Zweck doch auf die Dauer nur in seltenen Fällen erreicht worden. Pyramiden und Tempel, Truhen und Thüren wurden erbrochen, die verwahrten Schätze geraubt.

Galt es früher namentlich, den Angriffen durch rohe Gewalt Widerstand zu leisten, so haben wir heutzutage, wenigstens in civilisirten Ländern, unser Augenmerk darauf zu richten, daß zwar die fortgeschrittene Technik uns wohl mehr Mittel, unser Eigenthum zu schützen, an die Hand giebt, daß sie aber auch in der ausge dehntesten Weise Mittel bietet, die sorgfältigsten Schutzvorkehrungen zu zerstören. Alle möglichen Sicherungen nützen nichts, wenn sie nicht aufmerksam überwacht, wenn Zeit und Gelegenheit geboten werden, sie zu beseitigen. Ist es Sache des Besitzers, die Ueberwachung auszuüben, so ist es andererseits Aufgabe des Technikers, die Sicherungsvorkehrungen den zu verwahrenden Gegenständen angemessen zu treffen und die Ueberwachung zu erleichtern. Ueber das nothwendige Maß dieser Sicherungen werden die Anschauungen je nach der größeren oder geringeren allgemeinen Sicherheit des Eigenthumes verschieden sein. Wie nach den großen Städten die Bevölkerung, besonders das Proletariat, wegen der stärkeren Aussicht auf Verdienst, frömt, so sammeln sich auch da die Verbrecher wegen der größeren Gelegenheit für ihre Arbeit. Die Sicherheit gegen Eigenthumsverbrechen ist deshalb auf dem Lande größer, als in der Stadt, in der kleinen Stadt größer, als in der volkreichen. In kleinen Orten ist man daher gegen Einbruch und Diebstahl sorgloser,

I.  
Vor-  
bemerkungen.

als in den Mittelpunkten des Verkehrs. Umgekehrt verleiht das Zusammenwohnen von Menschen ein größeres Gefühl der Sicherheit. An ganz einsamen Orten wird man daher sich ängstlicher schützen, als da, wo mehrere Behaufungen beisammen stehen.

Der großen Mehrzahl der Menschen genügen zum Schutz ihrer Habe und ihrer selbst gut verschließbare hölzerne Thüren unter Hinzufügen von Fensterläden oder -Vergitterungen in den unteren Geschossen der Häuser. Der Wohlhabende, der Geschäftsmann bedarf schon weiter gehender Vorkehrungen; er verschließt in der Regel seine Werthe in feuer- und einbruchsicheren Cassenschränken. Diese aber genügen dem Reichen, den Geld- und Bank-Geschäftshäusern, den Juwelieren, den großen öffentlichen Cassen noch nicht. Es werden besondere Schatzräume, sog. Trefors, von größerer oder geringerer Ausdehnung nothwendig, ausgestattet mit allen der heutigen Technik möglichen Feinheiten in der Construction der Raumschließungen und -Verschlüsse, so wie den selbstthätigen Vorrichtungen zur Kennzeichnung des Angriffes durch Unberufene, den Meldewerken.

Die Sicherheitsmafsregeln werden sich daher in folgende Gruppen zusammenfassen lassen:

- a) ficherer Verschluss der Verkehrsöffnungen, also der Thüren;
- b) ficherer Verschluss der Licht- und Luftöffnungen, also der Fenster;
- c) Sicherungen von Wänden, Decken und Fußböden besonderer Räume gegen Durchbruch;
- d) Anbringung von Meldewerken zur Anzeige von unberechtigten Oeffnungsversuchen der Thüren und Fenster.

Mitunter sieht man von constructiven Sicherheitsmafsregeln wohl ganz ab und verlässt sich auf die Behütung der betreffenden Räume während der Nacht durch die öffentlichen Sicherheitsbeamten oder besonders bestellte Wächter, oder man verbindet mit den Sicherungen eine strenge Ueberwachung.

In beiden Fällen ist eine helle Beleuchtung des Inneren der Räume während der Nacht nothwendig, so dafs der Wächter oder die Vortübergehenden durch das nicht mit Läden verschlossene Fenster oder durch eine Oeffnung im Laden beobachten können, was innen vorgeht<sup>1)</sup>.

Es kann nicht Absicht sein, hier die zahlreichen Verschluss- und Schlofs-Constructionen der Wand-Oeffnungen zu besprechen, da dies an anderer Stelle dieses »Handbuches« (insbesondere in Theil III, Band 3, Heft 1) bereits geschehen ist, wesswegen auch die gewöhnlichen Verschlussvorrichtungen nicht einmal erwähnt zu werden brauchen. Es handelt sich hier darum, eine Uebersicht der besonderen Sicherungsmittel zu bieten und etwa einzelne Constructionen, die sonst nicht zur Besprechung gelangen würden, wie z. B. die Vergitterungen der Fenster, die Construction der Trefors etc. näher zu erörtern.

### a) Sicherungen des Verschlusses der Thüröffnungen.

Die Thüren können gegen Einbruch gesichert werden:

- 1) durch Wahl festen Materials und fester Construction für Thürgestelle und Thürflügel oder Verkleidung eines weniger festen Materials durch ein festeres;
- 2) durch Sicherheitsverschlüsse.

<sup>1)</sup> G. H. Chubb giebt (in: *Building news*, Bd. 28, S. 163) folgende sechs Vorichtsmafsregeln an, um sich vor Diebstahl zu bewahren: 1) Sei vorsichtig in der Wahl der Dienstboten, welche oft die Verbündeten oder Werkzeuge der Einbrecher sind. 2) Habe Spiegelglas in allen Fenstern, weil dieses nicht geräuschlos, wie Scheibenglas zerbrochen werden kann. 3) Verfiehe alle vom Erdboden aus erreichbaren Fenster und Oeffnungen mit starken Gitterstäben, welche in den Stein oder in das Backsteinmauerwerk eingreifen und nicht weiter als 5 Zoll von einander entfernt sind, so wie alle Fenster der oberen Stockwerke mit *Hopkinson's* oder *Dawes'* Patent-Verschlüssen, welche wohlfeil und fest sind und nicht von außen geöffnet werden können. 4) Halte einen, wenn auch kleinen Hund im Inneren des Hauses. 5) Habe eine Anzahl von Glocken an den Läden, elektrische Leitungen oder andere Klimpereien, setze aber kein Vertrauen in dieselben. 6) Lasse so wenig als möglich werthvolle Sachen umher liegen.

## 1) Sicherung durch Material und Construction der Thüren.

Die meist üblichen geflemmten Holzthüren bieten der Zerstörung wenig Widerstand; die eingefchobenen Füllungen sind bald herausgeschnitten. Diefwegen macht man schon gewöhnliche Haalthüren aus stärkerem und gern auch aus feftem Holz, z. B. aus Eichenholz, und construirt sie mit überfchobenen Füllungen. Noch mehr Sicherheit bieten die bei den mittelalterlichen Kirchenbauten zur Anwendung gelangten genagelten Thüren. Diefelben bestehen aus lothrechten, an einander geflofsenen oder durch Spundung verbundenen Bohlen, die entweder auf ein inneres Gerüst, das aus zwei oder mehreren Querleiften und einem oder mehreren fchräg ftehenden Bändern zufammengesetzt ist, aufgenagelt find, oder auf eine innere zweite mit der äußeren unter rechtem oder fchiefem Winkel sich kreuzende Bohlenlage. Es bildet sich demnach dabei entweder nur außen oder auch außen und innen eine glatte Fläche.

Bei einfachen Ausführungen entsprechen den inneren Querleiften außen aufgenagelte oder mit Schraubenbolzen befestigte Schienenbänder, die um den Rand des Thürflügels umgekröpft find und auf den an der inneren Seite der Thürgewände befestigten Thürhaken in Oefen hängen (Fig. 1). Bei Steingewänden müffen die

2.  
Holzthüren.

Fig. 1.

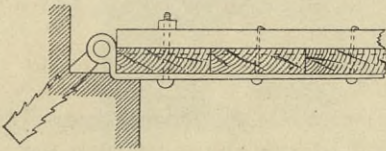
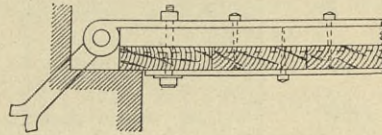


Fig. 2.

Genagelte Holzthüren. —  $\frac{1}{15}$  w. Gr.

Thürhaken in ein größeres Werkstück eingelassen und vergoffen, in Backsteinmauerwerk aber eingemauert werden. Die gefchmiedeten Nägel zur Befestigung der Bänder werden auf der Innenseite umgenietet.

In der Regel liegen die Schienenbänder an der Innenseite auf den Leiften. Ihnen entsprechen dann außen die Zierbänder, welche die umgenieteten Nagelfpitzen der ersteren verdecken. Sie selbst werden durch Schraubenbolzen, deren Muttern innen liegen, mit den Schienenbändern verbunden. Außerdem werden sie noch durch Nägel befestigt, die aber, da sie gegen die inneren Bänder stoßen, nicht umgenietet werden können (Fig. 2).

Diese Zierbänder führen ihren Namen von der reichen decorativen Wirkung, welche mit ihnen zu erzielen ist. Wenn sie aber, was häufig der Fall, die Fläche der Thürflügel in ihrer ganzen Ausdehnung ziemlich gleichmäfsig überdecken, so haben sie nicht blofs eine Bedeutung als Zierde, sondern bilden auch eine wesentliche Verstärkung der Thür.

Der Rand der Thürflügel wird oft durch einen um die Kante gelegten und nach einer blattartigen Zeichnung ausgeschnittenen Blechstreifen gesichert. Die Leiften auf der Innenseite können auch zu einem regelmäfsigen Rahmenwerk ausgebildet werden.

Bestehen die Thüren aus einer doppelten Bohlenlage, so können die Hängebänder eine ähnlich reiche Ausbildung erhalten, wie die Zierbänder<sup>2)</sup>.

<sup>2)</sup> Näheres über diese Thür-Constructions findet man u. A. in: UNGEWITTER, G. Lehrbuch der gothischen Constructions (Leipzig 1875) — und: VIOLLET-LE-DUC, *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Band 8. Paris 1866. (Artikel »Serrureries«.)

Die Sicherung wird zum Hauptzweck bei denjenigen Holzthüren, die äußerlich in ihrer ganzen Fläche mit sich kreuzenden Eisenbändern in der Weise belegt werden, daß zwischen denselben quadratische oder rautenförmige Holzflächen sichtbar bleiben. An den Kreuzungsstellen sind die Eisenbänder über einander gekröpft und durch mit Rosetten gezierte Nägel befestigt (Fig. 3).

Eine weitere Verzierung und Verstärkung wird durch Aufsetzen von Rosetten oder anderen passenden Ornamenten auf die freien Holzflächen (Fig. 4) erzielt.

Fig. 3.

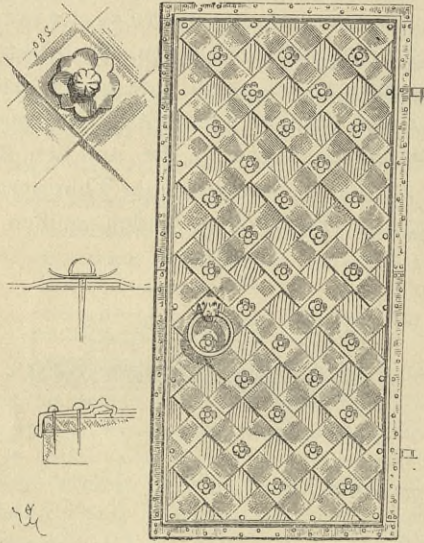
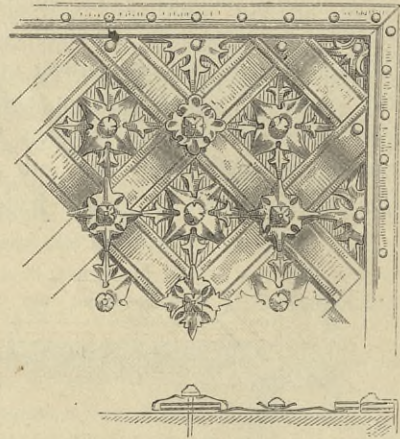


Fig. 4.

Mit Eisen beschlagene Holzthüren<sup>3)</sup>.

Vermehrte Sicherheit ergibt sich durch Verkleidung der ganzen Holzfläche mit Metallplatten (im Mittelalter oft reich sculptirte Bronze-Platten). In der Regel wird dazu Eisenblech verwendet. Im Mittelalter konnte dieses nur in kleinen Stücken durch Hämmern hergestellt werden, weshalb zu einer derartigen Verkleidung zahlreiche Stücke nothwendig wurden, die man entweder in wagrechten, lambrequinartig ausgeschnittenen Streifen sich überdecken liefs oder in rechteckigen Stücken an einander nietete. Eine Verstärkung fand dann noch auf der Fläche und am Rande durch aufgelegte Eisenbänder statt (Fig. 5).

Gegenwärtig macht die Beschaffung gröfserer Bleche keine Schwierigkeiten, und es wird daher auch, wo es angeht, der Ueberzug aus einem Stück hergestellt und so oft als nöthig aufgenagelt. Verstärkungen durch Schienen werden in ähnlicher Weise wie früher angeordnet.

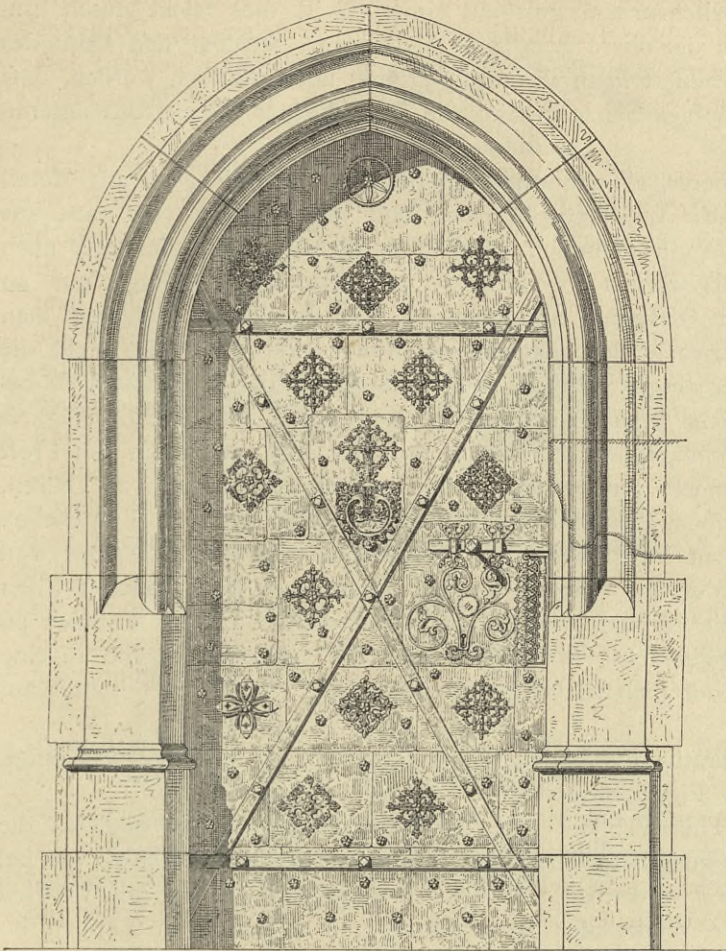
Noch eine Armirung der Holzthüren mag erwähnt werden, welche im Mittelalter und namentlich in der Renaissance-Zeit häufig zur Anwendung gelangte, aber auch heute noch mitunter, z. B. bei Hausthoren, Verwendung findet und darin besteht, daß die äußeren Holzflächen mit mehr oder weniger reich gebildeten großen Nagelköpfen in großer Zahl nach bestimmten Mustern besetzt werden.

Auch die gewöhnlichen gestemmtten Thüren hat man gegen Einbruch sicherer zu machen gesucht, indem man die eingeschobenen Holzfüllungen durch solche aus

<sup>3)</sup> Facs.-Repr. nach: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Bd. 9. Paris 1867. S. 352, 353.



Fig. 5.

Sacrifcei-Thür der *St. Leonhards-Kirche* in Tamsweg <sup>5)</sup>. $\frac{1}{20}$  w. Gr.

für schwere Thürflügel zu empfehlen, weil man dabei der Schwierigkeit der unwandelbaren Befestigung der Thürhaken in den Gewänden zum Theile entgeht; der obere Thürhaken hat die Thür nur im lothrechten Stande zu erhalten. Am besten ist dabei jene Anordnung, bei welcher um die unteren Eckkanten des Thürflügels ein starkes Winkelband mit einer Pfanne gelegt ist, welcher ein in einen Granitwürfel oder in die Steinschwelle eingelassener Körner (oben abgerundeter verfähler Zapfen) oder Staflkegel entspricht.

Als Thürhaken, die immer auf der dem Angriffe nicht ausgesetzten Seite anzubringen sind, verwendet man in der Regel Stützhaken, welche, wenn sie in Mauerwerk greifen, zu einem Anker mit eingemauertem Splint verlängert werden können. Die Bänder sollten auch eine Sicherung dagegen erhalten, daß sie von aussen durch unter die Thür geschobene Brechtstangen nicht ausgehoben werden können.

Eisen- oder Stahlblech ersetzt. Das Ansehen der gewöhnlichen Holzthüren bewahrte man durch Aufleimen von Fournieren auf das Eisenblech.

Die tief gefalzten Rahmen sind dabei mindestens 4,5 bis 5,0 cm stark und von hartem Holz zu machen. Zu den Füllungen nimmt man 1,5 bis 2,0 mm starke Stahlblechtafeln oder 2 bis 3 mm starke Kesselblechtafeln, welche an den Rändern durchlocht und in den Rahmen durch Stifte befestigt sind. Ein Heraus-schneiden der Füllungen mit gewöhnlichen Werkzeugen ist unmöglich und jeder Versuch dazu mit starkem Lärm verbunden <sup>4)</sup>.

Bei den schweren armirten Thüren werden gewöhnlich die zur Verstärkung angewendeten Querschienen zugleich auch als Bänder benutzt, oder man bedient sich der Kreuzbänder oder läßt die Thüren unten in Zapfen gehen. Namentlich die letztere Anordnung ist

<sup>4)</sup> Nach: Deutsches Baugwksbl. 1889, S. 485.

<sup>5)</sup> Facf.-Repr. nach: Publicationen des Vereines »Wiener Bauhütte«, Bd. XI.

Der Gang der schweren Thüren wird erleichtert, wenn zwischen oberer und unterer Bandhülse ein Zwischenraum gelassen wird. Es ist dies leicht durch Einschrauben eines Dornes in die obere Bandhülse zu erzielen, welcher den Dorn des Thürhakens berührt. Verbessert kann diese Einrichtung noch dadurch werden, daß der obere Dorn eine verfählte Spitze erhält, die sich in einer Pfanne des unteren bewegt <sup>6)</sup>.

3.  
Thüren  
aus  
Eisenblech.

Gegen Einbruch sicherer, als die armirten Holzthüren sind die ganz aus Metall hergestellten. Aus früheren Architektur-Epochen sind uns Beispiele von ganz aus Bronze gegossenen Thürflügeln mehrfach erhalten geblieben. Wie dies aber auch ehemals der Fall war, so werden so kostbare Constructionen heutzutage nur an besonders hervorragenden Gebäuden angewendet. Für gewöhnlich begnügt man sich mit dem billigeren Eisen, dessen ausgedehnter Anwendung jetzt nicht mehr die Schwierigkeiten wie früher entgegenstehen. Für unseren Zweck ist das sonst so bequeme Gusseisen aber nicht brauchbar, weil es in Folge seiner Kurzbrüchigkeit gewaltsamen Angriffen nicht genügend Widerstand leistet und namentlich bei Frost leicht durch Stöße zertrümmert werden kann. Man bedient sich deshalb zu Thüren, welche Sicherheit bieten sollen, der stärkeren Bleche (Kesselfleche bis zu 1<sup>cm</sup> Dicke). Man befestigt dieselben zur Verstärkung der Construction auf einem Gerippe von Eisenschienen, das entweder aus Flach- oder besser aus Winkel- oder T-Eisen hergestellt wird. Diese Verstärkung wird in der Regel nicht bloß als Rahmen an den Kanten der Thür angebracht; sondern es wird die ganze Thürfläche in eine Anzahl rechtwinkliger oder schiefwinkliger Felder zerlegt, und dies mitunter auf beiden Thürseiten.

Eine derartige, decorativ ausgebildete Thür vom »Grünen Gewölbe« im Königl. Schloß zu Dresden ist in Fig. 6 mitgetheilt.

Bei zweiflügeligen Thüren bildet eine der lothrechten Schienen zugleich die Schlagleiste. Die Aufhängung der Thürflügel erfolgt in derselben Weise, wie bei den hölzernen Thüren; nur wird man sich bei gemauerten Gewänden mit Vortheil eiserner, aus Flach- oder Winkeleisen hergestellter, mit angenieteten Lappen im Mauerwerk befestigter Zargen bedienen.

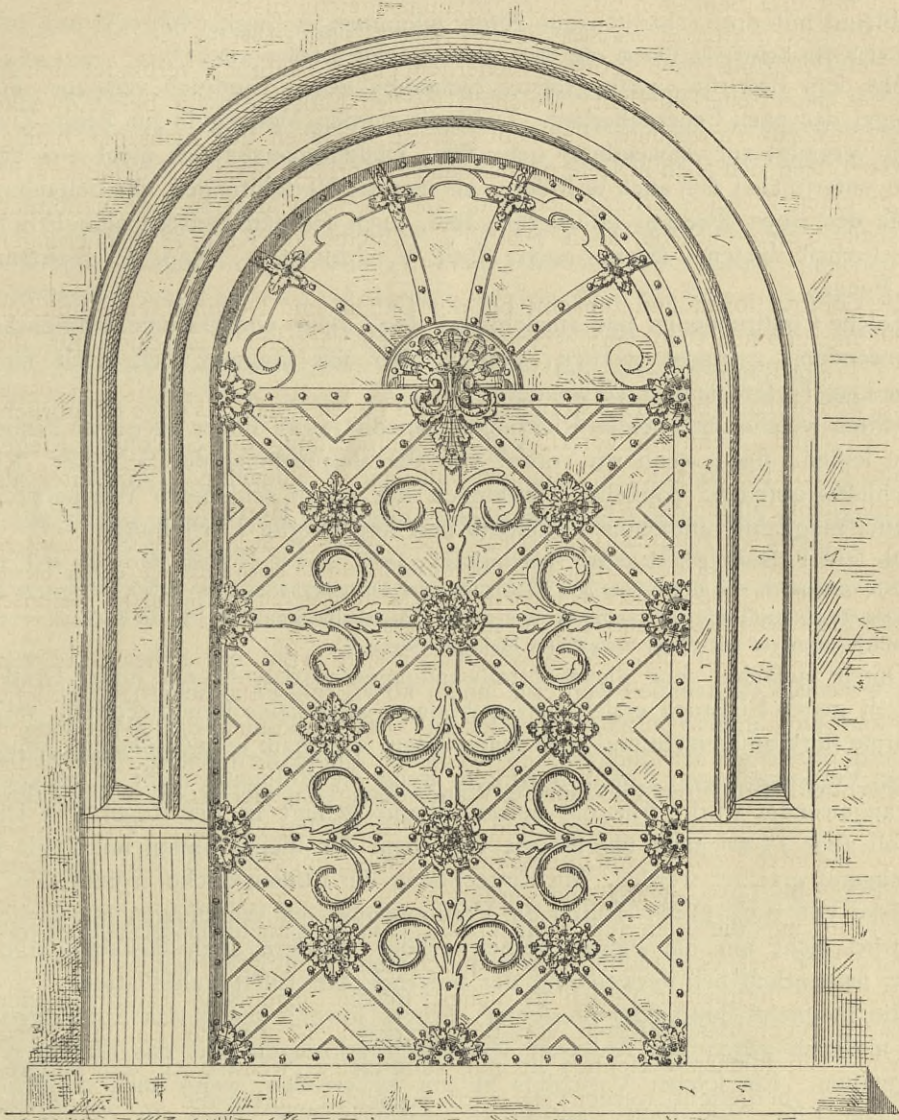
4.  
Thüren  
aus Eisen und  
Stahl.

Der größeren Sicherheit wegen verwendet man anstatt Eisenblech wohl auch Stahlblech. Dieses ist aber auch nicht immer zuverlässig, und der weichere Stahl widersteht den neueren Bohrinstrumenten nicht. Mit größerer Härte wird aber der Stahl spröde und kann schon durch gewöhnliche Hammerschläge zertrümmert werden. Man verfährt deshalb jetzt oft derart, daß man eine Platte von gewöhnlichem zähem Eisen oder Stahl mit einer anderen von Hartstahl zusammenschweißt und so die Härte des letzteren Materials und die Elasticität und Zähigkeit des ersteren zu Eigenschaften eines einzigen Stückes macht. Die Bearbeitung solcher Platten ist allerdings sehr schwierig, so daß z. B. alle darin erforderlichen Löcher vor dem Härten des Stahles hergestellt werden müssen.

Vortrefflich sollen die von *Chatwood* und von *Chubb & Son* hergestellten Platten sein, welche aus abwechselnden Schichten von weichem Eisen oder Stahl und solchen aus härtestem Stahl bestehen. Gewöhnlich werden drei Schichten angewendet — die beiden äußeren von weichem, die mittlere von hartem Material — welche durch zahlreiche Niete mit einander verbunden werden. *Chatwood* fabricirt auch Platten

<sup>6)</sup> Ueber Thür- und Thorbeschläge siehe übrigens Theil III, Band 3, Heft 1 dieses »Handbuchs« (Abth. IV, Abschn. 1, B).

Fig. 6.



Eiserne Thür vom »Grünen Gewölbe« in Dresden 7).

 $\frac{1}{20}$  w. Gr.

in der Weise, daß er zwei eiserne dergleichen zusammennietet und zwischen dieselben in eingehobelte Nuthen ein sehr hartes Metall gießt, welches das Anbohren fast unmöglich machen soll, oder so, daß zwei Platten aus kohlenstoffarmem Eisen mit einer zwischen ihnen befindlichen Platte aus kohlenstoffreichem Eisen zusammengeschweißt, ausgewalzt und dann gehärtet werden.

Als zweckmäßigste Materialien für Eisen-Stahl-Platten gelten englisches und steierisches Schmiedeeisen und englischer oder französischer Stahl.

In Nordamerika scheinen jetzt vielfach solche Platten mit Hilfe von Chromstahl hergestellt zu werden. Gewöhnlich werden zwei Schichten von Chromstahl abwechselnd mit drei Schichten aus Eisen zusammengeschweißt<sup>8)</sup>.

Durch den Zusatz von Chrom zum Stahl wird die Härte desselben erhöht<sup>9)</sup>.

5.  
Cassenschränken-  
Thüren.

Mit dem Bedürfnis nach größter Sicherheit gegen Einbruch verbindet sich in der Regel das nach Feuersicherheit. Deshalb werden Maßregeln für beide Zwecke sehr oft vereinigt zur Anwendung gebracht. Diese ergänzen sich nicht nur häufig, sondern unterstützen sich auch in so fern, als manche Vorkehrungen, die besonders im Interesse des einen Zweckes erforderlich sind, auch für den anderen eine Erhöhung der Sicherheit bieten. (Siehe auch Abth. V, Abschn. I, Kap. I: Sicherungen gegen Feuer.)

Solche Constructionen sind zunächst bei den Cassen- und Documenten-Schränken zur Anwendung gebracht worden, werden aber seit längerer Zeit auch für die Thüren von Trepp-Räumen verwendet.

Mittel, welche nach beiden Richtungen, sowohl gegen Feuer als gegen Einbruch, Genüge leisten, sind, wenn wir vorerst von der Besprechung der Schlösser, Riegel und Schlüssel absehen: doppelte Wandungen mit einem schlechten Wärmeleiter als Füllmasse, möglichst luftdichter Verschluss und sorgfältigste Herstellung.

Als beste Füllmasse gilt Holzasche (Lindenasche). Doch werden an Stelle derselben auch andere Materialien verwendet, von denen aber nur Kieselguhr oder Diatomeenerde einen Ersatz für erstere bieten kann. Letztere übertrifft alle anderen Stoffe an geringer Wärmeleitfähigkeit<sup>10)</sup>. In England verwendet man ziemlich allgemein mit Alaun vermisches Mahagoni-Sägemehl.

Durch einfache, sehr dicke Metallwandungen wird wohl ein hoher Grad von Sicherheit gegen Einbruch erzielt werden können, aber keine Feuersicherheit, weil sie die Wärme stark ansammeln und nach innen leiten. Deshalb können dicke Wandungen auch bei Verdoppelungen schädlich wirken, wenn die Füllmasse nicht in genügender Dicke angewendet wird. Für die äußere Wand genügt in der Regel 1 cm Dicke; diese soll aber 13 mm nicht übersteigen und kann für kleine Cassen mit 7 bis 8 mm als genügend erachtet werden. Mit Einrechnung der Füllungsdicke ergibt sich eine Thürstärke von 8 bis 11 cm. Durch die Verdoppelung der Wandungen mit Zwischenraum wird nicht nur die Feuersicherheit erhöht, sondern auch das Anbohren erschwert, namentlich bei Verwendung der besprochenen Eisen-Stahl-Platten.

Ein möglichst luftdichter Verschluss sichert sowohl gegen das Eindringen der Hitze, als auch gegen das Ansetzen von Brechwerkzeugen und das Einführen von Sprengmassen. Ein solcher Verschluss ist nur zu erzielen, wenn auch die Thürgehänge von Eisen hergestellt werden; er wird verbessert durch die *Chatwood'sche* Methode der Herstellung der Rahmenschmalen und der entsprechenden Gewändeflächen in S-förmigem Profil. Auch da, wo diese Profilierungsweise nicht zur Anwendung gelangt, ist der Einbruchsicherheit wegen an der Seite, an welcher die Thür hängt, eine Ueberfalzung nothwendig, da die zum Aufhängen benutzten Constructionstheile abgeprengt werden können. Dieser Falz muss mindestens 13 mm tief und ganz genau gearbeitet sein.

Dasselbe gilt von den mitunter an der Falzseite oder an dieser und auch an der Schloßseite zur Verstärkung angebrachten Zapfen, die in entsprechende Löcher der Gewände eingreifen.

<sup>8)</sup> Von den *Chrome Steel Works*, Brooklyn, N.Y. (Vergl. *Building*, Bd. 6, *Trade Suppl.*, Nr. 21, S. 2.)

<sup>9)</sup> Siehe: LEDEBUR, A. Eisen und Stahl. Berlin 1890, S. 62, 93. — Centralbl. d. Bauverw. 1890, S. 247.

<sup>10)</sup> Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1889, S. 332.

Wirklichen Werth haben diese Verbindungen nur, wenn sie genau in einander passen. Dies hängt nun aber von der Sorgfalt der Herstellung ab. Constructions-gedanke und Material mögen noch so gut sein, so wird man doch mit ihnen keinen entsprechenden Sicherheitsgrad erzielen, wenn auf die Herstellung der Construction nicht die genügende Sorgfalt verwendet wird. Diese Sorgfalt ist u. A. auch auf die Nietverbindungen auszudehnen<sup>11)</sup>. Sicherer als Nieten sind Schrauben mit etwas verenkten Köpfen, deren vorstehender, mit dem Einschnitt verfehener Theil abgefeilt wird.

In einander greifende Thürkanten und Falze müssen stets geschliffen sein, dürfen aber nie einen Anstrich erhalten, wenn man luftdichten Schlufs erzielen will.

Schliesslich mag hier noch hinzugefügt werden, das das Eisen, wenn es längere Zeit wirklichen Schutz bieten soll, gegen Rosten geschützt werden muss. Am meisten empfiehlt sich eine Verzinkung oder Vernickelung der Oberflächen.

Man will die Beobachtung gemacht haben, das selbst gut angestrichenes starkes Eisenblech von Caffenstränken, die man noch für sicher hielt, nach 15 bis 20 Jahren durch den Rost so zerfressen war, das es mit einem Federmesser durchstofsen werden konnte<sup>12)</sup>.

Die besprochenen schweren Thüren werden entweder in der gewöhnlichen Weise aufgehängt, unter Rücksichtnahme auf genügende Stärke und Befestigung der betreffenden Constructionstheile, oder man lässt sie um untere und obere Zapfen in starken Halseisen sich drehen, oder man construirt sie wohl auch als Schiebethüren, die bei sehr grossem Gewicht mitunter durch Hinzuziehen hydraulischer Kraft bewegt werden. —

Wie schon erwähnt, sollten die Gewände von Trefor-Thüren in Mauerwerk, des dichten Schlusses wegen, auch immer aus Eisen hergestellt werden. Es kann dies auf verschiedene Weise geschehen. Man bildet entweder ein Gewände nach Art einer Blockzarge aus Eisenplatten mit Ohren an Kopf- und Schwellstück und mit

Fig. 7.

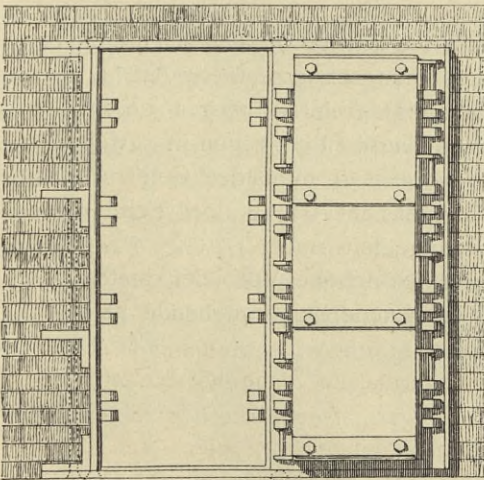
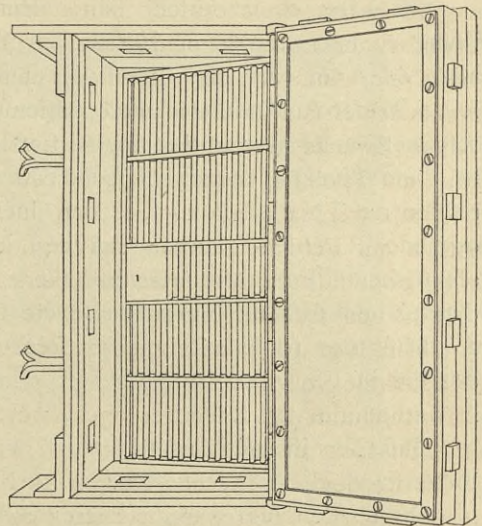
Trefor-Thür von *Whitfield*.

Fig. 8.

Trefor-Thür von *Chubb & Son*.

<sup>11)</sup> Ein werthvoller Aufsatz über Caffen-Fabrikation, der oben benutzt wurde, findet sich in: Allg. deutsche polyt. Zeitg. 1876, S. 595.

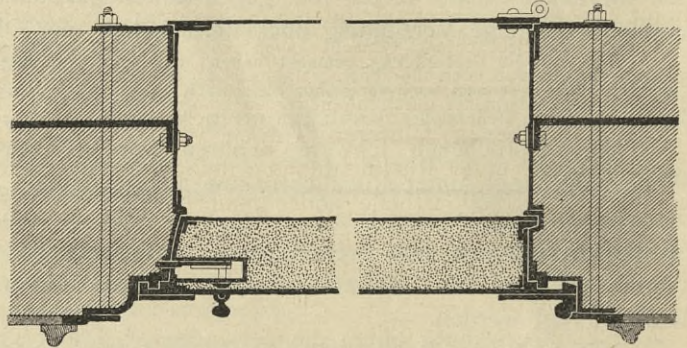
<sup>12)</sup> Siehe: Zeitfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1866, S. 249.

in das Mauerwerk eingreifenden, an die Seitentheile angenieteten Winkelftücken (Fig. 7) oder Zapfen mit Widerhaken (Fig. 8). Oder man construirt das Gewände nach Art einer Kreuzholzзарge, nur unter Verwendung von Winkeleisen und Verankerungen derselben, so wie unter Hinzuziehen von eisernen Thürfuttern, äußerer Verkleidung von Eisen und besonderer Façonstücke zur Falzbildung.

Die Thür liegt entweder bündig mit der Wandfläche oder wird noch besser etwas hinter dieselbe gelegt.

Die letztere Anordnung besitzen die vorzüglichsten, von *Carl Ade* in Stuttgart construirten Caffenschrank-Thüren<sup>13)</sup>. Fig. 9 zeigt die Anwendung dieser Construction für einen gemauerten Trefor. Die außen angebrachte Caffenschrank-Thür schlägt in einen aus Winkeleisen gebildeten und mit Feuerfalzen versehenen, ringsum laufenden Thürkantenfalz, welcher eben so wie die Thürkante selbst geschliffen ist, so daß dadurch ein luftdichter Schluß erzielt wird. Die Thür zeigt ferner, der Sicherheit gegen Einbruch wegen, auf der Hängeseite den schon früher erwähnten Falz, welcher ein Ausheben der Thür, nachdem Bänder oder Halseisen abgepresnt worden sind, verhindern soll. Auf der Innenseite der Thüröffnung ist eine gewöhnliche eiserne Thür angebracht, die in der Regel während der Benutzungszeit des Trefors allein geschlossen wird. Die Mauercken dafelbst sind ebenfalls durch Winkeleisen verahrt, welche mit denen des Thürkantenfalzes verankert werden. Die Mauern zeigen die später (in Art. 24) zu besprechende Sicherung mit hochkantig in die der Länge nach durchlaufenden Stofsfugen eingelegten Eifenchienen.

Fig. 9.

Trefor-Eingang mit Caffenschrank-Thür von *Carl Ade* in Stuttgart.

1/10 w. Gr.

Die Mauercken dafelbst sind ebenfalls durch Winkeleisen verahrt, welche mit denen des Thürkantenfalzes verankert werden. Die Mauern zeigen die später (in Art. 24) zu besprechende Sicherung mit hochkantig in die der Länge nach durchlaufenden Stofsfugen eingelegten Eifenchienen.

6.  
Gitterthüren.

Oft kann es erwünscht sein, einen ziemlich sicheren Verchluß einer Thüröffnung zu haben, welcher jedoch den Einblick in den zu verahrenden Raum gestatten oder der Luft und dem Licht ungehinderten Zutritt belassen oder wohl auch, wie bei Trefor-Anlagen, der öfteren Benutzung am Tage wegen, einen leichteren vorübergehenden Ersatz für die schwere Caffenschrank-Thür bieten soll (siehe Art. 5, S. 8). Für diese Zwecke empfehlen sich Gitterthüren (vergl. Fig. 8), wegen deren Construction auf Theil III, Band 3, Heft 1 dieses »Handbuches« zu verweisen ist. Angeführt mag jedoch werden, daß es bei den hier in Betracht kommenden Constructionen wesentlich auf Festigkeit ankommt (vergl. hierüber das in Art. 18 über Fenstergitter Gefagte) und daß die Vergitterung eine engmaschige sein muß.

Daß uns frühere Zeiten für solche Gitterthüren schöne Vorbilder bieten, beweist die in Fig. 10<sup>14)</sup> mitgetheilte, dem XV. Jahrhundert entstammende Thür aus der Kathedrale von Rouen.

Gufseisen ist bei Vergitterungen, welche einigermaßen Sicherheit bieten sollen, selbstverständlich auszuschließen.

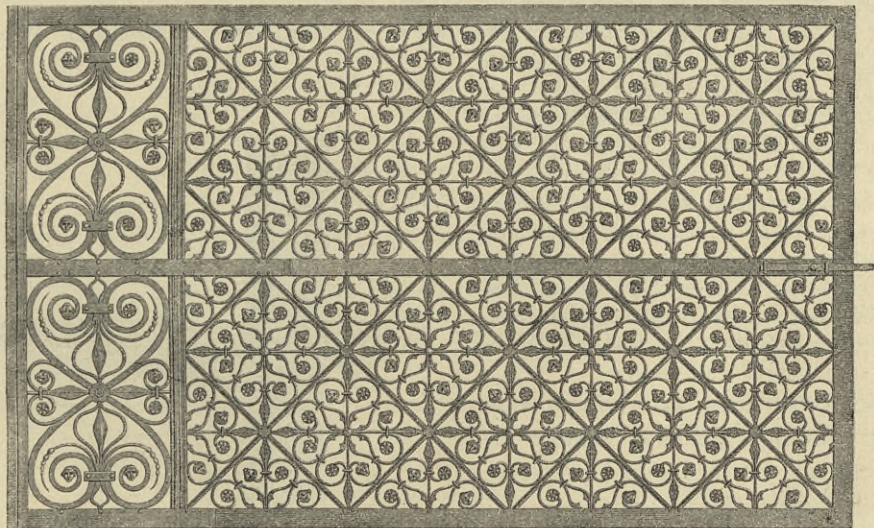
Oft werden die eisernen Thüren auch als Verbindungen von Blech- mit Gitterwerk ausgeführt. Hierfür ein von *v. Ferstel* erfundenes Beispiel in Fig. 11<sup>15)</sup>.

<sup>13)</sup> Siehe: Allg. deutsche polyt. Zeitg. 1879, S. 49.

<sup>14)</sup> Facf.-Repr. nach: GAILHABAUD, J. *L'architecture du Ve au XVIIe siècle etc.* Bd. 2. Paris 1870. Pl. 57.

<sup>15)</sup> Facf.-Repr. nach: Blätter f. Kunstgwbe., Bd. 7, Heft 5, Taf. 53.

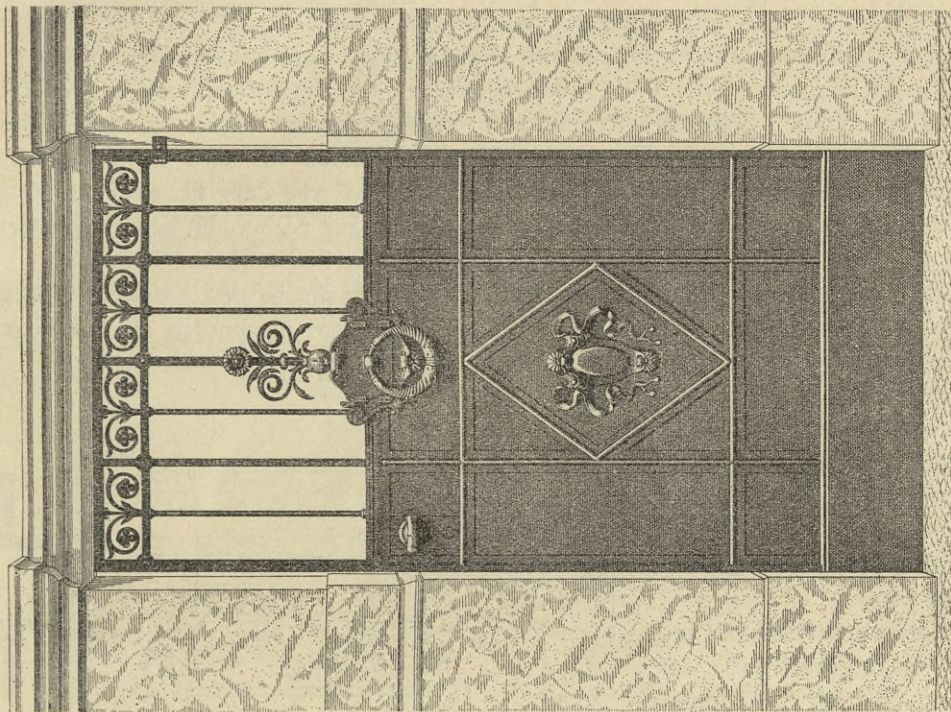
Fig. 10.



Thür des Lettners  
in der Kathedrale zu Rouen <sup>14)</sup>.

$\frac{1}{20}$  w. Gr.

Fig. 11.



Thür aus Eisenblech und Gitterwerk <sup>15)</sup>.

## 2) Sicherheitsverchlüffe.

Die Vorrichtungen zum Verchliessen der Thüren wurden bereits in Theil III, Band 3, Heft I dieses »Handbuches« ausführlich behandelt, so dafs wir uns hier auf kurze Darstellung einiger besonderer Vorkehrungen beschränken können.

7.  
Nachriegel.

Zu solchen besonderen Vorkehrungen gehören die Nachriegel, die entweder in Verbindung mit den Schlössern stehen oder unabhängig von diesen an den Thüren angebracht werden können. Charakteristisch für dieselben ist, dafs sie durch Vorchieben und nicht durch Schlüssel bewegt werden, so wie dafs sie nur von einer Seite zugänglich sind. Sie können daher nur dann zur Sicherung benutzt werden, wenn der Bewohner des Raumes im Inneren desselben sich aufhält.

8.  
Thürsperrerr.

Dasselbe gilt von den Sicherheitsketten, welche in den grösseren Städten häufig an den Vorzimmerthüren zur Anwendung gelangen, namentlich um sich gegen die Zudringlichkeit von Bettlern und Strolchen zu schützen; doch leisten sie auch gegen Einbruch gute Dienste, da sie nach erfolgtem Aufsperrern des Schlosses erst zerstört werden müssen, ehe die Thür geöffnet werden kann.

Die Sicherheitsketten müssen so angebracht sein, dafs sie sich nur bei vollkommen geschlossener Thür aushängen lassen und vollständig gespannt sind, wenn man die Thür auf

höchstens 2 cm öffnet; auch dürfen sie dann durch kein in den Spalt eingefchobenes Werkzeug ausgelöst werden können.

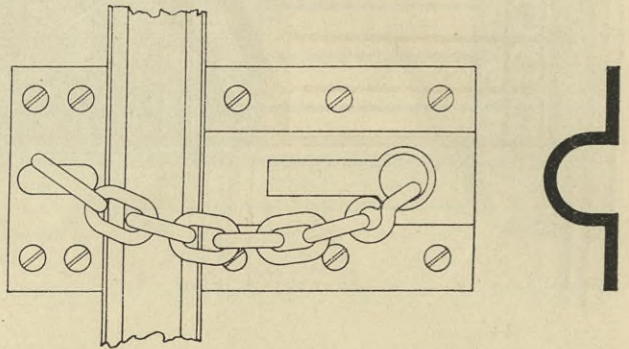
Eine zweckmäfsige Anordnung zeigt Fig. 12<sup>16)</sup>.

An dem für gewöhnlich fest stehenden Thürflügel ist eine Platte mit Oese angebracht, an welcher eine kurze, aber starke Kette hängt. Diese hat am anderen Ende eine gestielte Kugel, deren Stiel unmittelbar an der Kugel rechtwinkelig umgebogen ist. Wenn die Kette eingehängt werden soll, wird die Kugel in ein am beweglichen Thürflügel befestigtes, halb cylindrisches Rohr durch eine Oeffnung gesteckt. Dieses ist mit einem Schlitz versehen, worin sich der Stiel der Kugel beim Oeffnen der Thür ein kurzes Stück verschieben kann. Der Schlitz mufs wagrecht liegen; bei lothrechter Stellung desselben würde die Kette leicht mit einem Stäbchen ausgehängt werden können.

Die Kette kann auch durch eine in einer Führung gleitende Stange ersetzt werden, wie bei dem »Osmond-Sicherheitsriegel« (Fig. 13<sup>17)</sup>.

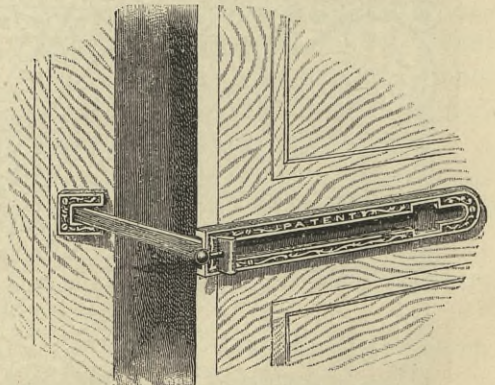
Wird der Riegel ganz in den am Thür-

Fig. 12.



Sicherheitskette<sup>16)</sup>. — ca.  $\frac{1}{5}$  w. Gr.

Fig. 13.



Sicherheitsriegel von J. Osmond.

<sup>16)</sup> Nach: LÜBCKE, A. Praktisches Handbuch f. Kunst-, Bau- und Maschinenchlosser. Weimar 1878. S. 261.

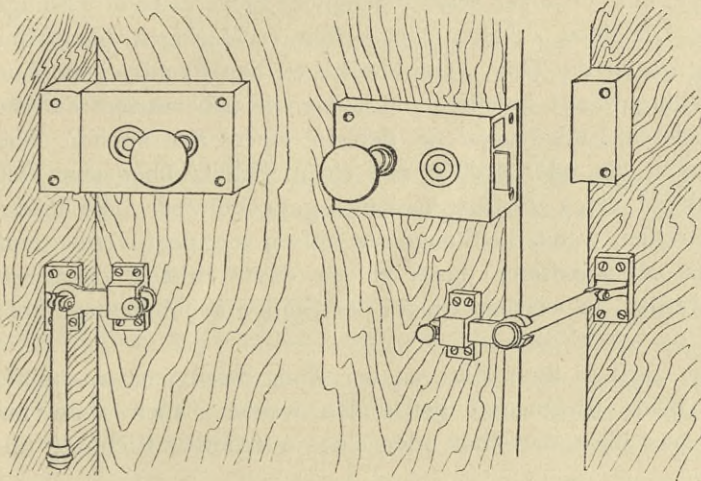
<sup>17)</sup> Von Mr. J. Osmond, of Thornhill Works, Lee Kent. (Nach: Building news, Bd. 50, S. 863.)



gewände oder am festen Thürflügel befestigten Schließkappen gefchoben, fo läßt sich die Thür bis zu 10 cm öffnen. Er bleibt im Schließkappen fest, bis die Thür wieder gefchlossen ist. Ist er nicht ganz vorgefchoben, fo dient er als Nachriegel.

Ein anderer Erfatz der Sicherheitskette ist der in Fig. 14<sup>18)</sup> dargestellte »Sicherheitschließser«, welcher aus einem am Thürflügel befestigten Riegel mit gefpaltenem

Fig. 14.

Sicherheitschließser<sup>18)</sup>.

Ende und der am Gewände befindlichen, in einem Gelenk beweglichen Stange besteht.

Will man die Einrichtung benutzen, fo schiebt man den Riegel vor. Das zangenartig gefpaltene Ende desselben greift über das Gelenk und beim Oeffnen der Thür gleitet das erstere über die etwas stärkere runde Stange bis an den am Ende derselben angebrachten Knopf, welcher ein weiteres Oeffnen hindert. Fig. 14 zeigt die Einrichtung in geöffnetem und gefchlossenem Zustande.

Dieser Sicherheitschließser hat gegen

die eben besprochenen Thürsperrer den Nachtheil, daß der verhältnißmäßig große Thürspalt ein Abschrauben eines der beiden Theile von außen gestattet, und theilt mit jenen den Mangel, daß er nur benutzbar ist, wenn Jemand sich in dem zu sichernden Raume befindet. Dem fucht die von *M. L. Palau* erfundene Vorkehrung abzuhelfen<sup>19)</sup>.

Dieselbe besteht in einer verbesserten Form aus einer schräg zur Thür stehenden Sperrfange, welche beim Verlassen des Raumes von außen, indem man durch den Thürspalt greift, mit der Hand in ein Sicherheitschloß eingelegt und dann beim Verschließen der Thür mit fest geschlossen wird. Noch weiter wurde diese Anordnung dadurch verbessert, daß die Zahl der Sperrfängen auf drei vermehrt wurde und dieselben sämtlich durch Schließen eines Schloßes von außen eingelegt und fest geschlossen werden<sup>20)</sup>.

Den gleichen Zweck verfolgt der von *W. Boldt & Peter Vogel* erfundene »automatische Patent-Thürhemmer«<sup>21)</sup>, für den man aber einen besonderen Schlüssel braucht.

Nur benutzbar für Jemand, der sich im Inneren des abzusperrenden Raumes befindet, sind die folgenden Vorkehrungen:

α) Schloß mit Sicherheitskette von *Alphonse Loyer* in Paris<sup>22)</sup>, in welchem eine drehbare Trommel sich befindet, von welcher sich beim Oeffnen der Thür eine lösbar befestigte Kette abwickelt, deren anderes Ende in der Schließkappe oder am Thürgewände oder an der Thürschwelle fest oder abnehmbar angebracht ist.

β) Sicherung für Thürschlösser von *Emil Ulbrig* in Berlin, Moabit<sup>23)</sup>, welche das unbefugte Oeffnen von Thüren verhindern soll. Zu diesem Zwecke wird im Schloß auf der Innenseite der Schlüssel stecken

<sup>18)</sup> Facf.-Repr. nach: Wiener Bauindustrietzg., Jahrg. 2, S. 433. — D. R.-P. Nr. 30365.

<sup>19)</sup> Siehe: *La semaine des constructeurs*, Jahrg. 9, S. 281, 437. — *Construction moderne*. Jahrg. 2, S. 22.

<sup>20)</sup> Siehe: *La semaine des constructeurs*, Jahrg. 10, S. 75.

<sup>21)</sup> Abgebildet in: *Baugwks.-Ztg.* 1885, S. 3. — D. R.-P. Nr. 11631, 13858, 20334.

<sup>22)</sup> D. R.-P. Nr. 40336 (Auszüge a. d. Patentfchr. 1887, S. 575).

<sup>23)</sup> D. R.-P. Nr. 38504 (ebendaf., S. 143).

gelassen und mit dem Thürdrücker durch die Sicherheitsvorkehrung so verbunden, daß ein Herausstoßen oder Drehen des Schlüssels und damit ein Oeffnen durch einen Dietrich oder Nachschlüssel unmöglich gemacht ist.

γ) Thürversperrerr von *Jos. Beduwe* in Aachen<sup>24)</sup>. Derselbe besteht in einem Keil, der bis an einen an ihm angebrachten Stift unter die Thür gehoben wird. Mit ihm ist eine Platte um ein Scharnier drehbar verbunden, an deren Unterseite sich in die Dielung einzudrückende Spitzen befinden. Die Vorkehrung ist in zusammengeklapptem Zustande in der Westentasche zu tragen und daher auch für Reisende benutzbar.

9.  
Vorlege-  
stangen.

Gleichfalls in der Regel nur von einer Seite zugängliche Sicherheitsvorrichtungen sind die Vorlegestangen. Dieselben erhalten am besten rechteckigen Querschnitt und legen sich hochkantig gegen die Thür. Gewöhnlich werden sie mit einem Ende beweglich an einem der Thürgewände befestigt und hängen in unbenutztem Zustande frei herab. Mit dem anderen Ende legen sie sich in einen am zweiten Thürgewände angebrachten Haken ein oder greifen mit einem Schlitz über eine Oese, durch welche dann der Bügel eines Vorhängeschloßes gesteckt wird. Die letztere Einrichtung wird dann getroffen, wenn die Stange von außen vorgelegt werden muß. Das Vorhängeschloß kann zweckmäßiger durch ein in das Gewände eingelegtes Sicherheitschloß ersetzt werden, in welches ein an der Stange angebrachter Zapfen eingreift.

Die Stange kann man auch in ihrer Mitte an der Thür befestigen; nur müssen dann beim Verschließen beide Enden fest geschlossen werden; auch kann man mehrere solcher Stangen quer über die Thür oder eine in schräger Richtung über dieselbe legen.

Im Ganzen ist die Einrichtung etwas veraltet; doch ist neuerdings in der Construction derselben durch die *Scheidenrecht* in Berlin patentirte drehbare, von außen zu bewegende Vorlegestange<sup>25)</sup> ein wesentlicher Fortschritt gemacht worden.

Es liegt dieselbe an der Innenseite der Thür und wird von außen mit einem Schlüssel so bewegt, daß sie sich um einen Zapfen dreht und in geschlossenem Zustande rechts und links in die Thürgewände und in passend angeordnete Haken hineinschlägt. Die Bewegung erfolgt durch an der Stange angebrachte Zähne mittels eines Getriebes, welches bei Verwendung eines *Yale*-Schloßes oder *Bramah*-Schloßes direct durch Drehung des Schlüssels gedreht werden kann. Die Einrichtung kann aber auch so getroffen werden, daß man die Stange durch einen aufzusteckenden einfachen Drehgriff dreht und die Oeffnung für diesen mit dem Riegel eines Sicherheitschloßes, etwa eines *Chubb*'schen, verschließt. Ausser dem Stahlriegel ist noch eine weitere Sicherung vorhanden, die eine Bewegung der Stange auch nach Durchbohren des Riegels erschwert.

Hierher gehört auch der Sicherheitsverschluß von *Patin*<sup>26)</sup>, welcher von außen durch einen besonderen Schlüssel bewegt wird.

Er besteht in einem Riegel, welcher an der Schlagleiste der zweiflügeligen Thür über die ganze Höhe hinweg geht und mit beliebig vielen kurzen Querleisten versehen ist, an deren Enden sich nach unten gerichtete Stifte befinden. Beim Verschließen bewegt sich der Riegel nach unten, wobei die erwähnten Stifte in entsprechend angebrachte Oesen eingreifen.

10.  
Vorlege-  
schlösser.

Das früher sehr übliche Anlegen von Vorlegeschlössern zur Vermehrung der Sicherheit der durch gewöhnliche Schlösser verschlossenen Thüren kommt wegen ihrer Unbequemlichkeit und nicht genügenden Sicherung immer mehr in Abnahme.

Die Einrichtung besteht darin, daß an der Thür eine Haspe mit einem Langloch angebracht wird, welches über eine am Gewände befestigte Oese greift, durch welche der Bügel des Vorhängeschloßes gesteckt wird, so daß sich die Haspe

<sup>24)</sup> D. R.-P. Nr. 40248 (Auszüge a. d. Patentschr. 1887, S. 555).

<sup>25)</sup> Siehe: Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1887, S. 422.

<sup>26)</sup> Siehe: *La semaine des constructeurs*, Jahrg. 10, S. 32. — Etwas verändert ist diese Einrichtung im D. R.-P. Nr. 32875. (Auszüge aus den deutschen Patentschriften. Herausgegeben vom kaiserlichen Patentamt. Berlin 1885. S. 664.)

zwischen diesem und dem Gewände befindet. Die Vorhängeschlösser gestatten ein Oeffnen der Thür nur von einer Seite her; sie selbst werden nach einem der vielen Systeme der Sicherheitschlösser construirt.

Ausgedehnte Anwendung finden zur Zeit die verschiedenen Arten der Sicherheits- oder Combinationschlösser, die zwar gewöhnlich auch nur von einer Seite zugänglich sind, von denen einige aber auch Abänderungen zulassen, welche ein Oeffnen von beiden Seiten gestatten. Eingehende Besprechung finden diese Schlösser in Theil III, Band 3, Heft 1 dieses »Handbuches«; es genügt an dieser Stelle daher ein Ueberblick über die zweckmäßigsten und gebräuchlichsten Formen.

Die gewöhnlichen Schlösser können, selbst wenn sie gut construirt sind, von einem erfahrenen Schlosser immer mit Sperrhaken oder Hauptschlüssel geöffnet werden; es lassen sich vom Schlüffeloch und den inneren Sicherungstheilen leicht Abdrücke nehmen und nach diesen Nachschlüssel anfertigen; ein gewaltfames Erweitern des Schlüffeloches ist ohne viel Geräusch zu bewerkstelligen. Eine gewaltfame Zerstörung wird indessen auch bei den am sinnreichsten und sorgfältigsten construirten Sicherheitschlössern immer möglich sein. Viel mehr zu fürchten ist jedoch das geräuschlose Oeffnen mittels geschickt angewendeter Sperrwerkzeuge, da der Einbrecher, welcher sich an das Aufsperrn eines Sicherheitschloßes wagt, mit den Einrichtungen desselben eben so vertraut sein muß, wie der Verfertiger selbst.

Der Zweck der Sicherheitschlösser muß demnach die möglichste Erschwerung des geräuschlosen Oeffnens sein; zugleich müssen sie aber selbstverständlich auch einen möglichst hohen Sicherheitsgrad gegen gewaltfames Oeffnen bieten.

Die an ein Sicherheitschloß zu stellenden Anforderungen sind nach *Lüdicke*<sup>27)</sup> die folgenden: 1) Das Nehmen eines Abdruckes muß unmöglich oder doch nutzlos gemacht werden. 2) Das Einbringen von Sperrwerkzeugen muß möglichst erschwert werden. 3) Die Sicherungstheile dürfen nur für eine einzige, ganz bestimmte Stellung Oeffnen des Schloßes zulassen, während sie beliebig viele Stellungen einnehmen können; die Wahrscheinlichkeit, diese richtige Stellung durch Versuche zu finden, muß möglichst gering sein. 4) Die Sicherungstheile sollen so beschaffen sein, daß sie nicht leicht in Unordnung gerathen. 5) Ihre gegenseitige Lage muß sich, wenn der rechte Schlüssel verloren gegangen oder in unrechte Hände gekommen ist, leicht so ändern lassen, daß selbst der richtige Schlüssel nun das Schloß nicht mehr zu öffnen im Stande ist, aber nur die Anfertigung eines neuen Schlüssels nöthig wird, um das Schloß wieder in schließfähigen Zustand zu versetzen. — Je nach dem erwünschten Sicherheitsgrade müssen alle diese Anforderungen erfüllt werden, oder man kann einige derselben vernachlässigen. Die unter 3 aufgestellte Bedingung enthält den Grundgedanken der jetzt ausschließlich angewendeten Sicherheitschlösser, der sog. Combinationschlösser.

Zur Beurtheilung des Werthes der Sicherheitschlösser ist hier noch die Bemerkung hinzuzufügen, daß in Folge ihrer sinnreichen Einrichtung viele Schlösser einen sehr hohen theoretischen Sicherheitsgrad besitzen, daß aber wegen der Unmöglichkeit, alle Theile mathematisch genau herzustellen und zusammenzupassen, der praktische Sicherheitsgrad derselben ein sehr geringer sein kann. Ferner ist darauf aufmerksam zu machen, daß man beim Verschließen eines jeden Sicherheitschloßes ohne Weiteres zu der Ueberzeugung muß gelangen können, das Schloß sei wirklich verschlossen. Trotz dieser fast selbstverständlichen Bedingung bieten viele von den in neuerer Zeit patentirten Sicherheitschlössern diese Sicherheit nicht.

Einen praktisch nur geringen Sicherheitsgrad besitzen die Combinationschlösser ohne Schlüssel, die Buchstabenchlösser, welche überdies auch fast nur als Vorhängeschlösser zu gebrauchen und im Dunkeln nicht zu öffnen sind.

11.  
Sicherheits-  
chlösser.

<sup>27)</sup> LÜDICKE, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinen-schlösser (Weimar 1878), dem wir in Obigem im Allgemeinen folgen. — Siehe auch: Derselbe, Neuerungen an Sicherheitschlössern in: Polyt. Journ., Bd. 241, S. 348.

Die besten Sicherheitschlösser unter den mit Schlüsseln schließbaren sind bis jetzt die *Chubb-Schlösser*, sowohl was den bei genauer Ausführung und größerer Zahl der Zuhaltungen zu erzielenden praktischen Sicherheitsgrad betrifft, als auch mit Rücksicht darauf, daß alle einzelnen Theile leicht so genau ausgeführt werden können, daß sich Störungen vermeiden lassen. In letzterer Beziehung bilden bei den *Chubb-Schlössern* gewöhnlicher Bauart die feinen Zuhaltungsfedern eine wunde Stelle. Einen gelungenen Versuch, jene Federn und damit auch die durch dieselben veranlassenen Störungen zu vermeiden, zeigt das von *Carl Hermann* in Nürnberg construirte *Chubb-Schloß*<sup>28)</sup>, welches für Thüren von Geschäfts- und Niederlagsräumen empfohlen wird. — Der allgemeineren Verwendung der *Chubb-Schlösser* stand bisher entgegen, daß dieselben nicht leicht für Schlufs von beiden Seiten eingerichtet werden können; doch ist diese Einrichtung möglich und auch auf verschiedene Weise getroffen worden.

Eine ganz befriedigende Lösung dieser Aufgabe scheint aber noch nicht vorzuliegen. Es mag hier darauf noch aufmerksam gemacht werden, daß von gewissenlosen Fabrikanten zuweilen Schlösser in den Handel gebracht werden, deren Schlüssel durch die Zahl der Abätze darauf schließsen lassen, daß das Schloß eine große Zahl von Zuhaltungen enthält, obgleich in Wirklichkeit nur eine solche vorhanden ist, welchem Betrug man nur durch Öffnen des Schloßes auf die Spur kommen kann; auch ist die Genauigkeit der Ausführung oft eine mangelhafte.

Für sehr verschiedene Zwecke anwendbar ist *Yale's* Sicherheitschloß, welches zu der Gattung der Stechschlösser gehört, von denen mancherlei Arten neuerer Zeit auch in Deutschland patentirt worden sind. Der praktische Sicherheitsgrad der *Yale'schen* Schlösser wird wesentlich durch die Schmalheit der Schlüffellocher (1,0 bis 1,5 mm) erhöht, welche das Einbringen von Sperrwerkzeugen sehr erschwert. Dazu kommt noch, daß mit Ausnahme des Schlüssels alle Theile Drehungskörper sind, sich also sehr genau herstellen lassen. Für die Anwendung ist das *Yale-Schloß* wegen seiner beträchtlichen Höhe etwas unbequem, weil es sehr starke Thürrahmen erfordert oder vor denselben vorsteht; auch hat die gewöhnliche Anordnung den Nachtheil, daß zum Schließen von der Außenseite immer der Schlüssel gebraucht werden muß. Es ist dies unbequem und führt die rasche Abnutzung von Schlüssel und Schloß herbei. Dieser letztere Mangel läßt sich aber durch geeignete Abänderungen beseitigen. Auch kann man mit dem Schloß einen gewöhnlichen Fallenverchlufs verbinden, so daß es sich sowohl für Zimmerthüren, als auch besonders für Vorzimmer- und Hausthüren geeignet herstellen läßt.

Die amerikanischen Sicherheitschlösser, von denen es außer dem *Yale-Schloß* noch zahlreiche andere giebt, haben sich durch ihre genaue Herstellung und sinnreiche Einrichtung einen bedeutenden Ruf erworben. Beschreibungen und Abbildungen von solchen finden sich in den unten<sup>29)</sup> angegebenen Quellen.

Ein sehr sicheres Schloß mit korkzieherartig gewundenem Stechschlüssel ist das von *G. Fuhrmann* in Berlin erfundene<sup>30)</sup>. Dasselbe läßt das bei allen anderen Sicherheitschlössern anwendbare Sperrverfahren des »Fühlens« nach den den meisten Widerstand bietenden Zuhaltungen nicht zu.

Das *Bramah-Schloß* bietet vom rein theoretischen Standpunkte aus nicht dieselbe Sicherheit, wie das *Chubb-Schloß*; außerdem werden durch den Bau seiner Theile leichter Störungen veranlaßt, als bei letzterem; auch läßt es sich leichter gewaltfam öffnen. Während es früher hauptsächlich bei Geldschränken Verwendung fand, wird es jetzt mehr für Hausthüren benutzt.

Sehr große Sicherheit und solide Construction besitzt das von *Carl Ade* in Stuttgart construirte Schloß<sup>31)</sup>, dessen Schlüssel die Form des *Syria-Schlüssels* zeigt und aus zwei gezahnten Platten besteht, die sich zum Schutze taschenmesserartig zusammenlegen lassen. Die später<sup>32)</sup> daran vorgenommenen Aenderungen erschweren das Nachmachen sehr, selbst wenn der richtige Schlüssel zur Verfügung steht, da derselbe 120 Veränderungen zuläßt.

Die höchste Sicherheit gegen Auffperrern suchen Geldschrank-Fabrikanten ihren Schlössern zuweilen dadurch zu geben, daß sie zwei Sicherheitschlösser gleicher oder verschiedener Systeme zu einem Ganzen

28) D. R.-P. Nr. 12 589.

29) Wochschr. d. niederöst. Gwbver. 1866, Nr. 13.

FINK, F. Der Bauschlosser. Leipzig 1868, S. 238.

LÜDICKE, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinenchlosser. Weimar 1878, S. 310.

Polyt. Journ., Bd. 180, S. 187.

Eine werthvolle Abhandlung über amerikanische Schlösser findet sich unter »*Builders Hardware*« in: *American architect* 1889, Bd. 25, S. 63, 87, 111, 123, 147, 183, 195. — Ebenfalls sehr beachtenswerth ist die Abhandlung von *O. Ludwig & H. Steinach* »Amerikanische Sicherheitschlösser« in: *Zeitschr. für Maschinenbau und Schlosserei* 1888 und 1889, dem Bayer. Ind.- u. Gwbebl. entnommen, auch im Sonderabdruck (München 1887) erschienen.

30) D. R.-P. Nr. 7228.

31) D. R.-P. Nr. 1585.

32) D. R.-P. Nr. 1757.

vereinigen. Dabei ist aber zu beachten, daß in Folge der complicirten Einrichtung leichter Störungen eintreten können. Man findet Verbindungen von *Bramah*-Schloß mit *Chubb*-Schloß, *Chubb*-Schloß mit *Styria*-Schloß und *Chubb*-Schloß mit *Chubb*-Schloß.

Unter den neueren Constructionen der letzteren Art zeichnet sich das Schloß von *Otto Kötter* in *Barmen*<sup>33)</sup> aus.

Die Sicherheit der Schlösser hat man auch durch verschiedene besondere Einrichtungen zu erhöhen gesucht. So hat *Chubb* an feinen Schlössern den fog. »Entdecker (*detector*)« angebracht, eine Einrichtung, welche dem Besitzer anzeigen soll, wenn Versuche gemacht worden sind, das Schloß heimlich zu öffnen. Hierher gehört auch *Hobb's* »Protector« und das Schloß von *Fenby*, wobei der Bart vom Schlüssel vollständig getrennt ist und vor dem Verschieben des Riegels beim Schließen in einen im Inneren des verschlossenen Raumes angebrachten Behälter fällt.

Zu diesen besonderen Einrichtungen gehören auch die Schlüsselloch-Verschlüsse, die erst geöffnet werden müssen, ehe man das Schloß aufschließen kann. Es mag hier die betreffende Anordnung von *Wilhelm Kromer* in *Freiburg i. B.*<sup>34)</sup> erwähnt werden. Es gehören ferner hierher die in Amerika sehr beliebten »*Yale*-Zeitfchlößer«, welche nur zu bestimmten Stunden mittels irgend eines anderen angewandten Schloßes geöffnet werden können<sup>35)</sup>.

Da die Schlüssel des *Chubb*- und namentlich des *Yale*-Schloßes sich leider leicht nachmachen lassen, so hat man auch versucht, diese Copirbarkeit zu erschweren oder unmöglich zu machen. Am vollständigsten geschieht dies dadurch, daß man die Schlüssel selbst permutirbar gestaltet. Gerühmt werden die bezüglichen Einrichtungen von *Kromer* in *Freiburg i. B.*, von *Newells* und von *Carl Ade* in *Stuttgart*<sup>36)</sup>.

Besondere Sicherheit sucht man sich mitunter dadurch zu verschaffen, daß man die Thüren von Geldschränken oder Tresors mit mehreren Schlössern versieht, deren Schlüssel sich in verschiedenen Händen befinden, so daß zum Eröffnen der Thür stets mehrere Personen zusammen berufen werden müssen. Dazu treten dann noch die permutirbaren Schlüssel oder Vexir-Zifferblätter, die es jedem Schlüsselbesitzer ermöglichen, die zum Oeffnen seines Schloßes nöthige Combination nach Belieben zu ändern.

Anstatt mehrerer Schlösser verwendet man zu dem angegebenen Zwecke häufig auch nur eines, welches eine Reihe Sicherheitstheile enthält, die mit einem besonderen Schlüssel geöffnet werden müssen, ehe der eigentliche Schlüssel gebraucht werden kann. Bei den meisten derartigen Verschlüssen ist die Einrichtung eine solche, daß beim Zuschließen auch gleichzeitig das Controle-Schloß wieder in Wirksamkeit tritt, also ein besonderes Abschließen desselben nicht nöthig ist. Es sind dies die Schlösser mit doppelter Sicherung<sup>37)</sup>.

Zu den Sicherungsmitteln der Thüren, welche in unmittelbarem Zusammenhange mit den Schlössern stehen, gehört die Bildung der Riegel, welche den Verschluss bewirken und durch Schließen des Schloßes bewegt werden. Sie sind im Querschnitt rechteckig oder kreisförmig und stellen den Verschluss gewöhnlich nur an der Schloßseite her. Bei Thüren, die große Sicherheit gewähren müssen, sollte der Riegelverschluss aber auf jeder Kante der Thür mehrfach vorhanden und überall auch der Vorsprung der Riegel gleich groß sein.

Die Riegel liegen entweder auf der Innenfläche der Thür, oder sie sind in dieselbe versenkt. Die ersteren bedingen eine Befestigung mit stärkeren Schrauben und Gangkapfeln, wirken bei Bränden als Wärmeleiter und bieten, da die Schrauben auf Abscheren in Anspruch genommen werden, nicht die Sicherheit gegen Einbruch, wie versenkte Riegel. Die letzteren erfordern, besonders wenn sie durchgehen und beiderseits oder gar über Kreuz sperren, große Thürdicken.

12.  
Riegel  
der  
Schlösser.

33) D. R.-P. Nr. 11014.

34) D. R.-P. Nr. 37474. (Auszüge a. d. deutschen Patentschriften 1887, S. 142.)

35) Dieselben sind besprochen in der in Fußnote 29 angeführten Abhandlung von *O. Ludewig & H. Steinach*.

36) D. R.-P. Nr. 1767.

37) Ueber dieselben vergl. die in Fußnote 29 angezogene Abhandlung von *O. Ludewig & H. Steinach*.

Beim Riegelverschluss nach mehreren oder allen Seiten verwendet man in der Regel Bascule-Riegel, d. h. folche, die sich gemeinsam bewegen, was durch Räder und Hebel bewerkstelligt wird.

Eine besonders innige Verbindung zwischen Thür und Gewänden wird durch Anwendung einer hakenförmigen Gestalt der Riegel erzielt. Diese Einrichtung wird häufig in der Weise getroffen, das ein cylindrischer Riegel sich beim Schliesen um 90 Grad dreht und das dabei zwei am Ende desselben angebrachte Flügel hinter das Schliesblech des Gewändes fassen.

Sehr gerühmt werden die *Chubb'schen* patentirten, in diagonaler Richtung an allen Thürkanten in die Zarge eingreifenden rechteckigen Riegel. Sie sollen wegen ihrer Einfachheit und Sicherheit alle anderen Constructionen übertreffen<sup>38)</sup>.

## b) Sicherungen des Verschlusses der Fensteröffnungen.

Die Fensteröffnungen können durch bewegliche oder durch fest stehende Einrichtungen gegen Einbruch gesichert werden. Die ersteren sind die Fensterläden, die zweiten die Fenstervergitterungen.

### 1) Fensterläden.

In Theil III, Band 3, Heft 1 (Abth. IV, Abschn. 1, C) dieses »Handbuches« wurden bereits die in Wohngebäuden, Geschäftshäusern etc. in der Regel angewandten Laden-Constructionen vorgeführt und deren Verschlusseinrichtungen beschrieben. Die Einbruchsicherheit der dort auch besprochenen hölzernen Vorfetz-, Schlag- und Klappläden ist nicht groß; sie kann ähnlich, wie bei den Thüren (siehe Art. 2, S. 4), durch einen Eisenblechbefschlag vermehrt werden. Die Zerstörung der Blechtafeln wird erschwert, wenn dieselben auf der Innenseite der Läden angebracht sind. Verstärkungen des Blechbefschlages können in der bei den Thüren angegebenen Weise erfolgen.

Noch sicherer construirt man, wenn man die Läden ganz aus Eisen macht und sie in gleicher Weise, wie die betreffenden Thüren herstellt (vergl. Art. 3, S. 6). Die gut gespannten Blechtafeln von 2 bis 3<sup>mm</sup> Dicke werden an den Rändern durch Flachschienen oder Winkeleisen versteift; eben so werden größere Läden auf ihrer Fläche noch durch Flach-, Winkel- oder T-Eisen in diagonaler oder lothrechter und wagrechter Richtung verstärkt.

Dieses Gerippe muss für den Fall, das dünnes Sturzblech (1 bis 2<sup>mm</sup> dick), welches sich ohne große Anstrengung mit einer Scheere ausschneiden lässt, Verwendung findet, so enge Maschen bilden, das ein Mensch sich durch dieselben nicht hindurchzwängen kann.

Der Verschluss erfolgt durch Schlösser, Schubriegel und Espagnolette-Stangen.

Als Beispiel für einen eisernen zweiflügeligen Schlagladen und zur Ergänzung zu der in Fig. 6 (S. 7) dargestellten Thür wird in Fig. 15 einer der schönen Läden des »Grünen Gewölbes« im Königl. Residenzschloss zu Dresden mitgetheilt<sup>39)</sup>.

Einen einfachen, nach außen schlagenden zweiflügeligen eisernen Schlagladen zeigen Fig. 16 u. 17, dessen Verschluss und Feststellung in geöffnetem Zustande selbstthätig durch eine in eine Röhre sich schiebende Stange bewirkt wird<sup>40)</sup>. Fig. 16 zeigt den geöffneten Laden von außen und Fig. 17 den geschlossenen von innen.

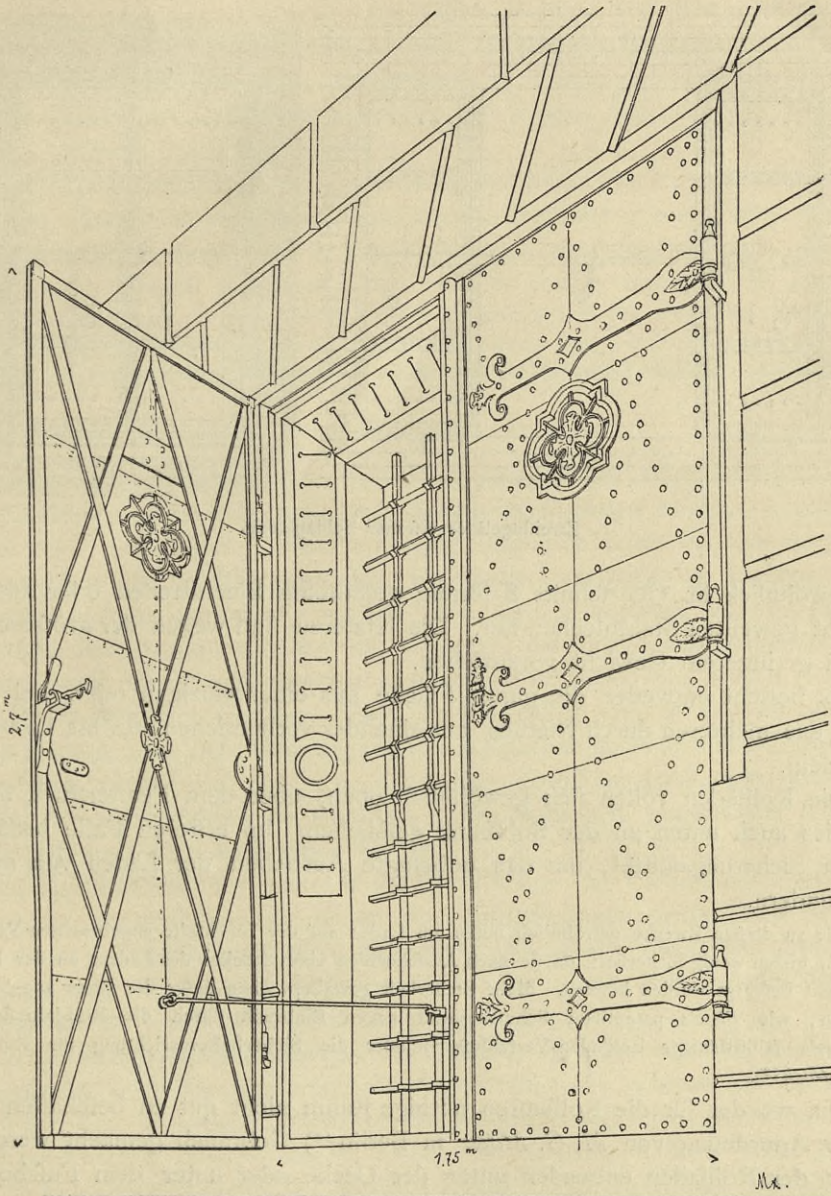
Die eisernen Läden werden gerade so, wie die hölzernen an den Außenwänden oder an den Laibungen der Fensternischen angeordnet; doch kann man sie unter Umständen, da die Theile sich sehr schmal machen lassen, gleichfalls in den Laibungen

<sup>38)</sup> Siehe: *Bauwerke*, Bd. 49, S. 374.

<sup>39)</sup> Die Zeichnung ist nach einem der Läden der gekuppelten Fenster an der Nord-Façade des Schlosses angefertigt.

<sup>40)</sup> Von *J. B. & J. M. Cornell* in New-York.

Fig. 15.

Eiserner Laden vom »Grünen Gewölbe« in Dresden <sup>39)</sup>.

der Gewände unterbringen. Auch schiebt man sie manchmal in Mauerschlitz aufserhalb der Fensterverglasung.

Wo Trefor-Räume mit Fenstern zu versehen sind, erhalten diese aufser Vergitterungen noch nach der Art der Cassenschrank-Thüren construirte Fensterläden.

Die aus Holzleisten angefertigten Rollläden bieten gegen Einbruch sehr geringe Sicherheit; die Holzleisten können leicht ausgebrochen oder ausgeschnitten werden. Deshwegen werden für Schaufenster jetzt vielfach eiserne Rollläden in Anwendung gebracht. Man stellt dieselben entweder aus einzelnen schmalen, in einander greifen-

Fig. 16.

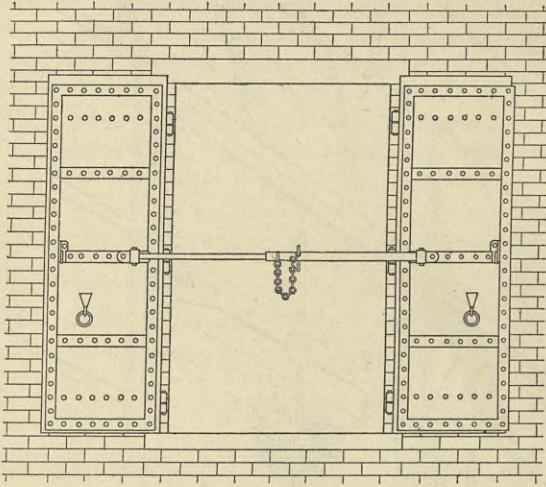
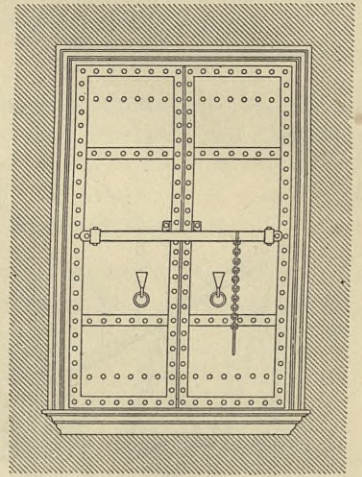


Fig. 17.



Zweiflügeliger eiserner Schlagladen.

den, gewöhnlich im Querschnitt **S**-förmig gestalteten Blechstreifen oder aus ganzen, wagrecht gewellten Stahlblechen her. Die letzteren sind wegen der größeren Sicherheit bei geringerem Gewicht vorzuziehen.

Es besteht entweder die ganze Fläche aus einer einzigen oder, bei größeren Läden, aus mehreren durch Nietung mit einander verbundenen, 0,5 bis 1,0 mm starken Blechtafeln.

Die Rollläden rollen sich gewöhnlich oben, über dem Fensterfutz, auf; doch kann dies auch unten an der Sohlbank geschehen. Im ersteren Falle bedarf es besonderer Sicherungsmittel, um das unbefugte Aufheben der Läden von aussen her zu verhindern.

Die zu diesem Zwecke gewöhnlich unten am Laden auf der Innenseite angebrachten Verschlussvorrichtungen bieten wenig Sicherheit, da sie nach Ausschneiden eines Stückes des Ladens an der betreffenden Stelle leicht beseitigt werden können. Mehr Sicherheit gewähren oben unter der Rolle angebrachte Vorkehrungen, wie *Block's* patentirter Schutzapparat gegen Einbruch durch die Roll-Jalousien<sup>41)</sup> oder *O. Krüger's* selbstthätiger Rollladen-Verschluss<sup>42)</sup> oder die Sicherheitsvorrichtung für Rollläden von *Gebr. Dubbick*<sup>43)</sup>.

Da, wo der für die Rollkästen nöthige Raum nicht gut zu beschaffen ist, kann von der Anordnung von *M. G. Mitter* in Berlin<sup>44)</sup> Gebrauch gemacht werden, nach welcher der Rollladen entweder unter der Decke oder unter dem Fußboden oder unter letzterem wagrecht geführt wird.

Für sehr breite Oeffnungen werden viel, namentlich in Paris, die Plattenläden verwendet, die aus einzelnen etwa 30 cm hohen, über einander greifenden Blechtafeln von verhältnismäßiger Dicke zusammengesetzt sind, welche sich entweder nach oben oder nach unten zusammenschieben lassen, wozu mehr oder weniger umständliche Einrichtungen nothwendig werden. Zur Bewegung der Läden wird anstatt Menschenkraft zuweilen auch hydraulischer Druck in Anwendung gebracht.

15.  
Plattenläden.

41) Beschrieben in: *ROMBERG's* Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1879, S. 230.

42) D. R.-P. Nr. 2827. — Beschrieben in: *Polyt. Journ.*, Bd. 235, S. 426.

43) D. R.-P. Nr. 39753.

44) D. R.-P. Nr. 41106. — Auch beschrieben in: *Centralbl. d. Bauverw.* 1888, S. 12.



Eine Versteifung und besondere Sicherung gegen unbefugtes Heben der Läden erhalten dieselben mitunter dadurch, daß hinter denselben an drehbaren Bolzen eiserne Rohre aufgehängt werden. An diesen Rohren sind Knaggen angebracht, welche über in entsprechender Höhe an den Blechtafeln befestigte Winkel greifen. Diese letzteren haben dann noch Ausschnitte, in welche sich eine an den Rohren befindliche gekrümmte Leiste durch Drehen des Rohres einlegen läßt, wodurch die Blechwand grössere Steifigkeit erhält<sup>45)</sup>.

Die einfachsten und sichersten Schaufensterverschlüsse sind jedenfalls diejenigen, bei welchen die ganze Oeffnung durch eine einzige versteifte eiserne Platte verschlossen ist, welche während des Tages in den Kellerraum hinabgelassen wird. Das Heben der Platte wird dadurch erleichtert, daß man sie durch Gegengewicht ausbalancirt.

Bei einer von *Gugitz*<sup>46)</sup> mitgetheilten Einrichtung dieser Art ist der obere Theil des Ladens durch Gitterwerk gebildet, so daß dadurch im herabgelassenen Zustande eine genügende Beleuchtung des Kellerraumes durch die im Bürgersteig angebrachten, mit Rohglas geschlossenen Lichtöffnungen ermöglicht wurde.

## 2) Fenstervergitterungen.

An denjenigen Fenster- oder Lichtöffnungen, welche einen beständigen Schutz ohne wesentliche Beeinträchtigung des Lichteinfalles haben müssen, werden eiserne Vergitterungen angebracht. Die Anordnung derselben kann in Beziehung auf die Fenstergewände eine verschiedene sein; sie können entweder im Lichten derselben oder vor denselben angebracht werden. Die erste Anordnung ist im Allgemeinen bei richtiger Befestigung der Gitter die sicherere; die zweite wird dagegen dann angewendet, wenn das Hinausbeugen aus dem Fenster ermöglicht bleiben soll. Beide Arten der Fenstergitter kommen schon im Mittelalter und in der Renaissance-Zeit vor, und es geben uns diese vergangenen Kunst-Epochen auch für diese Constructionen, wie überhaupt für die Eisenarbeiten, die besten Vorbilder dafür, wie unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Materials große Sicherheit, gepaart mit schöner und charakteristischer Form, zu erzielen ist.

Ein ausführliches Eingehen auf die Einzelheiten der Verbindungen ist hier zwar nicht nöthig, da dieselben von denen der Einfriedigungen (siehe Theil III, Band 1, Heft 2 dieses »Handbuches«) nicht wesentlich abweichen; doch wird immerhin eine Mittheilung der bei den Fenstergittern alter und neuer Zeit gebräuchlichen Verbindungsarten der Gitterstäbe nicht ohne Werth sein.

Die Gitterstäbe gehen entweder an einander vorüber, oder sie sind durch einander gesteckt, oder doppelte wagrechte Stäbe fassen die lothrechten. Im ersten und dritten Falle sind besondere Hilfsstücke, als Niete, Ringe etc. erforderlich, wie dies Fig. 18 *a—d* u. Fig. 20 *a, b* zeigen. Nach der zweiten, festeren Weise gehen entweder die Horizontalen durch Löcher der Verticalen (Fig. 19 *a*) oder, was häufiger vorkommt, die Verticalen durch Löcher der Horizontalen (Fig. 19 *b, c, d*). Im Mittelalter und bis zum XIX. Jahrhundert waren namentlich die Verbindungen nach Fig. 19 *b, c* üblich, welche an den Knotenpunkten Verdickungen der Eisenstäbe erfordern, während man sich jetzt gewöhnlich der zwar bequemer, aber auch weniger schönen Anordnung nach Fig. 19 *d* bedient. Das festeste, allerdings sehr schwierig herzustellende

16.  
Schiebeläden.

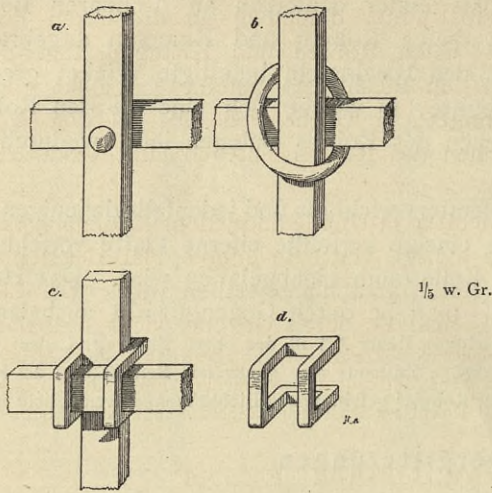
17.  
Allgemeines.

18.  
Verbindung  
der  
Gitterstäbe.

<sup>45)</sup> Ueber diese Construction siehe: Deutsches Bauhandbuch. Bd. II. Berlin 1880. S. 105.

<sup>46)</sup> In: Neue und neueste Wiener Bauconstructionen aus dem Gebiete der Maurer-, Steinmetz-, Zimmermanns-, Tischler-, Schlosser-, Spengler- u. f. w. Arbeiten. Auf Veranlassung und mit Unterstützung des k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht herausgegeben von den Fachlehrern der bautechnischen Abtheilung an der k. k. Staats-Gewerbeschule in Wien unter der Leitung des Directors *G. Gugitz*. Wien.

Fig. 18.



Ueber einander gelegte Gitterstäbe.

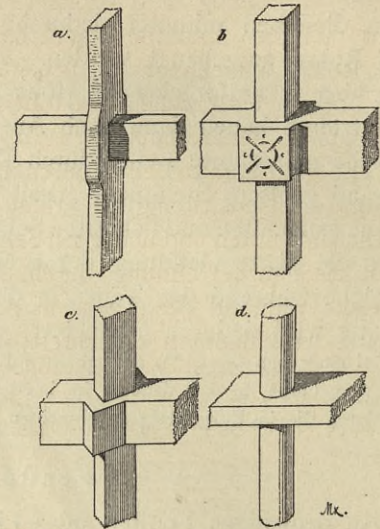
Flechtwerk von Gitterstäben erhält man, wenn man dieselben abwechselnd sich gegenseitig durchdringen läßt (Fig. 21<sup>47)</sup>). Die Anordnung in Fig. 19c ist besonders häufig angewendet worden, und mit Recht, da die über Ecke gestellten Verticalstäbe einem Auseinanderbiegen oder einer Verbiegung senkrecht zur Gitterebene einen größeren Widerstand entgegensetzen, als Stäbe von demselben quadratischen Querschnitt, aber in der Anordnung nach Fig. 19b.

Zu den Verbindungen von Gitterstäben durch besondere Hilfsstücke gehört auch die in Fig. 22 dargestellte, bei welcher ein lothrechter und zwei wagrechte Rundstäbe durch solche Stücke aus gegossenem Metall gesteckt sind. Der Hartfuß wird auf den Kreuzungsstellen der Schmiedeeisenstäbe unmittelbar ausgeführt und soll eine gute Schweifsung ersetzen<sup>48)</sup>.

Für Drahtgitter werden zu gleichem Zwecke, Vergießen von zwei sich kreuzenden Drähten in verschiedener Form und Größe des Knotenstückes, von der Werkzeugfabrik von Robert Sedlmayr in München Gittereingufsangen geliefert.

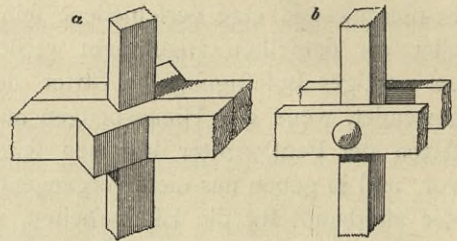
Mit den Gitterstäben stellt man entweder ein regelmässiges Maschenmuster her, oder man bringt die wagrechten Stäbe in beträchtlich größeren Entfernungen an, als die lothrechten. Die erstere Art war besonders

Fig. 19.



Durch einander gesteckte Gitterstäbe.

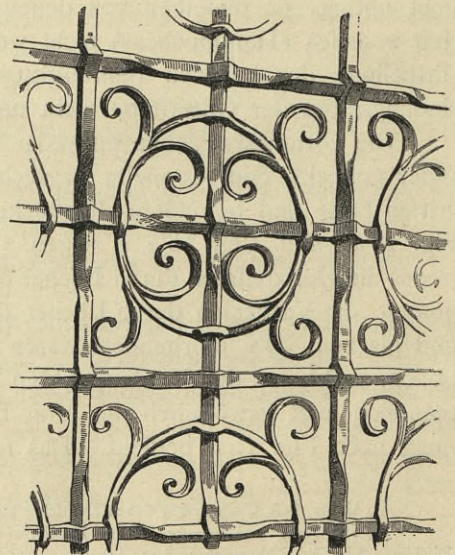
Fig. 20.



Verdoppelung der wagrechten Gitterstäbe.

 $\frac{1}{5}$  w. Gr.

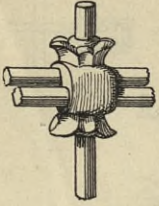
Fig. 21.

Wechsel im Durcheinanderstecken der Gitterstäbe<sup>47)</sup>.

<sup>47)</sup> Facf.-Repr. nach: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Bd. 6. Paris 1863. S. 76: Artikel „grille“.

<sup>48)</sup> Patent Three-bar Chilled Process von Composite Iron Works Co. in New-York.

Fig. 22.



bei sich durchdringenden Stäben beliebt; dieselben können dabei wagrecht und lothrecht (Fig. 21) oder auch schräg (Fig. 26) laufen. Solche Gitter erhalten mitunter Ornamente, die sich gleichmäßig über die Fläche vertheilen (Fig. 21) oder nur an einzelnen Punkten derselben angebracht werden (Fig. 29).

Bei der zweiten Art der Gitter dürfen die lothrechten Stäbe höchstens 13 cm Zwischenraum erhalten, während die wagrechten nach dem Bedürfnis der Sicherheit über die Höhe vertheilt werden.

Die Ausstattung mit Ornament kann bei solchen Gittern in der verschiedensten Weise erfolgen.

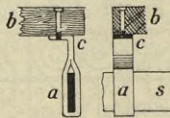
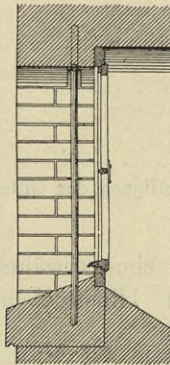
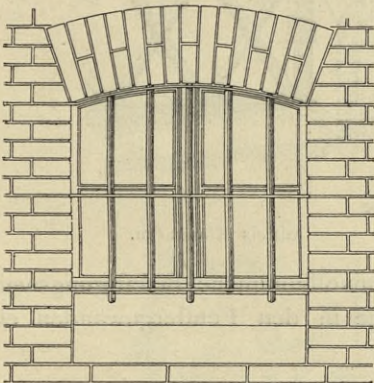
Für Gefängnisse hält man es für genügend sicher, wenn die wagrechten Stäbe von 5 cm Breite und 1 cm Dicke, durch welche runde Verticalstäbe von 2,5 cm Durchmesser gesteckt sind, in Entfernungen von 65 bis 80 cm angebracht werden.

Zu Gittern, welche einbruchsicher sein sollen, ist nur bestes Schmiedeeisen zu verwenden, Gußeisen aber ganz auszuschließen.

Auch das festeste Gitter wird keine Sicherheit gewähren, wenn die Fensterumfassung nicht auch von entsprechend festem Material hergestellt und das Gitter an derselben nicht gut befestigt ist.

Eine wirklich sichere Befestigung von Gittern im Lichten der Fensteröffnungen erreicht man nur, wenn die Enden der Hauptstäbe gleich bei der Herstellung der Oeffnungen in den Stein eingelassen oder vermauert werden.

Fig. 23.



Gitter im Lichten des Fenstergewändes<sup>49)</sup>. —  $\frac{1}{30}$  u.  $\frac{1}{10}$  w. Gr.

an schlagsfläche zusammenfällt. Die Verkröpfung erhält ein Loch mit Schraubengewinde, so daß an derselben der Fensterfutrerrahmen *b* angefräht werden kann. Damit die Gefangenen diese Befestigungsschrauben nicht lösen können, erhalten letztere so hohe Köpfe, daß durch Abfeilen der Kopfsehnitt beseitigt werden kann. Diese Befestigungsweise ist der oft angewendeten des Spaltens der Querschienen-

19.  
Gitter  
im Lichten  
der Fenster-  
gewände.

Zweckmäßig erscheint es dabei allerdings, von den eng stehenden Verticalstäben nur einen um den anderen in Sturz und Sohlbank eingreifen zu lassen, damit letztere Constructionstheile nicht zu stark schwächt werden.

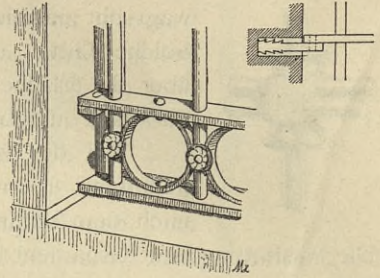
In dem in Fig. 23<sup>49)</sup> dargestellten Gitter einer Gefängniszelle ist die zuletzt erwähnte Anordnung getroffen worden. Die nicht eingemauerten Verticalstabenden sind mit den oben und unten angebrachten Querschienen verzapft und vernietet. Die übrigen greifen circa 16 cm in das Mauerwerk ein, während die Querschienen 23,5 cm in die Fugen des Backsteinmauerwerkes hinein gehen. Diese erhalten eine weitere Befestigung durch aus  $26 \times 7$  mm starken Schienen gebildete Halseisen *a*, welche mit einer Verkröpfung *c* versehen sind, deren

<sup>49)</sup> Nach: Zeitfchr. f. Bauw. 1864, S. 365 u. Bl. 46.

enden und des Auf- und Abbiegens dieser Enden bei Weitem vorzuziehen, wodurch die Festigkeit des Mauerwerkes leidet. Beim Einlassen in Haufteingewände werden die Stabenden in der Regel aufgehauen.

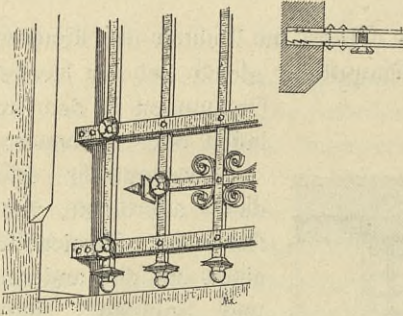
Die gleichzeitige Herstellung von Gitter und Oeffnungen ist nun allerdings unbequem und umständlich. Deshalb verfährt man auch häufig in der Weise, daß man, um die Gitter erst nach der Vollendung des Gebäudes einsetzen zu können, die Horizontalstäbe nicht viel länger macht, als die Oeffnung breit ist, auf der einen Seite in das Gewände tiefe und weite Löcher schlägt, in diese die Stabenden einschiebt und so die Möglichkeit erhält, auch die entgegengesetzten Stabenden in die gegenüber liegenden Löcher hineinzubringen. Etwa vorhandene Verticalen können dabei eine Befestigung durch Eingreifen nicht erhalten.

Fig. 24.



Befestigung der Gitterstäbe mittels Hilfsstücke.

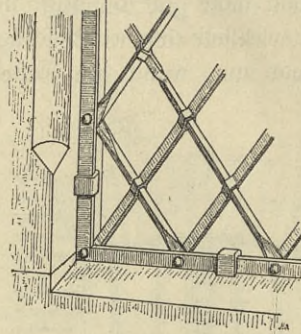
Fig. 25.



mittels Hilfsstücke.

Befestigung der Gitterstäbe

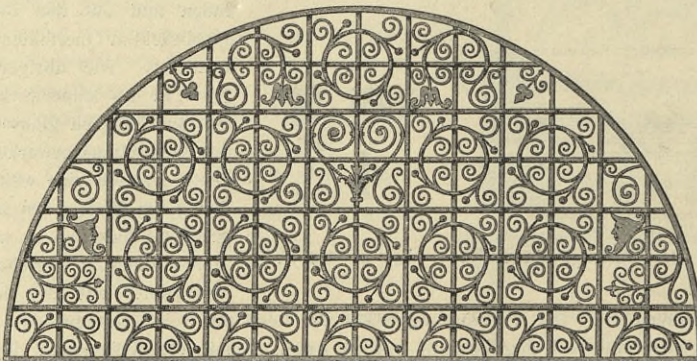
Fig. 26.



mittels Klammern.

Häufiger und besser, als die eben erwähnte unvollkommene Befestigungsweise ist die Befestigung mit besonderen Hilfsstücken, die in den Fenstergewänden ein-

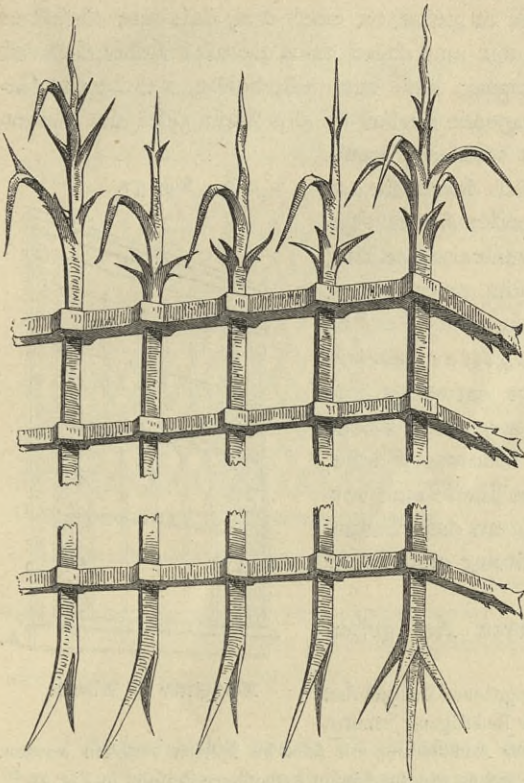
Fig. 27.

Oberlicht-Gitter einer Thür in Frankfurt a. M. <sup>50)</sup>.

1/20 w. Gr.

<sup>50)</sup> Fac.-Repr. nach: RASCHDORFF, J. Abbildungen deutscher Schmiedewerke. Berlin 1875—78. Heft VI, Bl. 5.

Fig. 28.

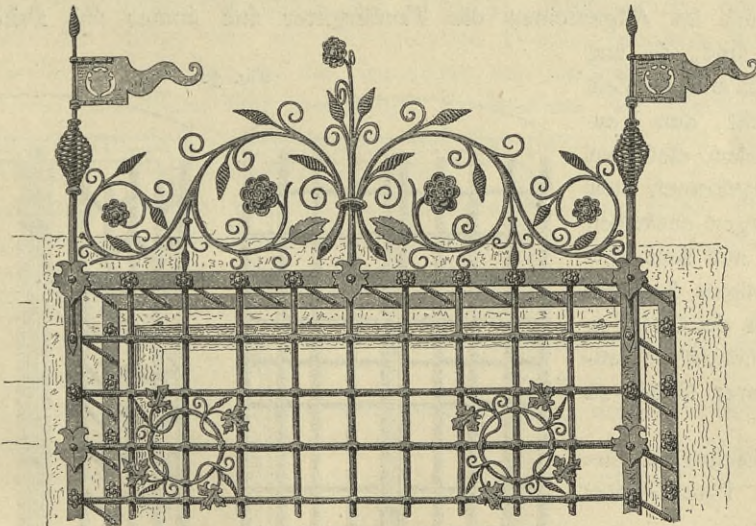
Ebenes Korbgitter<sup>51)</sup>.

gelassen und mit den Gitterstäben durch Schrauben oder zweckmäßiger durch Nieten verbunden werden. Zwei hierher gehörige gebräuchliche Ausführungsarten sind in Fig. 24 u. 25 dargestellt.

Ebenfalls häufig verfährt man in der Weise, daß man die Gitter mit Rahmen versieht und diese an den Gewänden mit Klammern befestigt, wie Fig. 26 zeigt, oder daß man den aus Flacheisen hergestellten Rahmen mit der Breitseite an das Gewände legt und an diesem durch Schrauben oder Haken in Holzdübeln fest macht, welche durch den Rahmen verdeckt sind. Eine solche Verbindung ist selbstverständlich sehr leicht lösbar. Macht man die Schraubenköpfe so hoch, daß man den Kopfeinschnitt abfeilen kann, so wird die Verbindung wesentlich besser.

Zu den in das Lichte der Öffnungen eingesetzten Gittern gehören auch die Oberlichtgitter von Thüren und Thoren, für welche in Fig. 27<sup>50)</sup> ein Renaissance-Beispiel geboten wird.

Fig. 29.

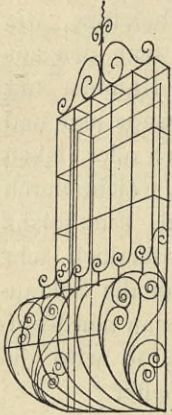
Ebenes Korbgitter aus Herborn im Dill-Thal<sup>52)</sup>.

<sup>51)</sup> Facf.-Repr. nach: VIOLETT-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Bd. 6. Paris 1863. S. 75: Artikel »grilles«.

<sup>52)</sup> Facf.-Repr. nach: RASCHDORFF, J. *Abbildungen deutscher Schmiedewerke.* Berlin 1875—78. Heft IV, Bl. 7.

Die vor die Fenstergewände gefetzten Gitter haben außer dem schon erwähnten Vortheil, das Hinausbeugen aus dem Fenster zu gestatten, noch den, daß man dieselben nach der Fertigstellung des Gebäudes bequem und dabei auch ziemlich sicher dadurch an den Fenstergewänden zu befestigen vermag, daß man alle Stäbe, welche das Gerippe des Gitters bilden, mit den umgebogenen Enden in den Stein oder das Mauerwerk einlassen und gut verbleien kann.

Fig. 30.



KorbGitter in Erfurt.

Bei dem in Fig. 28<sup>51)</sup> gegebenen Beispiel sind nur die wagrechten Stäbe zur Befestigung benutzt, dagegen die Enden der lothrechten zur Abwehr einer Annäherung mit scharfen Spitzen versehen worden.

Die Befestigung kann keine so sichere werden, wenn, wie das schöne Renaissance-Beispiel in Fig. 29<sup>52)</sup> zeigt, die Seitenstäbe des Fensterkorbes auf einem Rahmen befestigt sind, der sich an das Fenstergerüst legt.

In Fig. 30 u. 31 sind Beispiele der zweiten Art abgebildet. Diese Formbildung war namentlich im XVII. und XVIII. Jahrhundert sehr beliebt.

Obgleich im Allgemeinen die Fenstergitter fast immer fest stehende Constructions sind, so hat man doch in neuerer Zeit auch versucht, den Vortheil der Läden, dieselben beim Nichtgebrauch von den Oeffnungen entfernen zu können, mit dem Vorzug beständigen Lichtzutrittes durch die Gitter in der Construction zusammenschiebbarer Gitter zu verbinden.

Ein solches ist das *Born'sche Patent-Gitter* (Fig. 32<sup>53)</sup>.

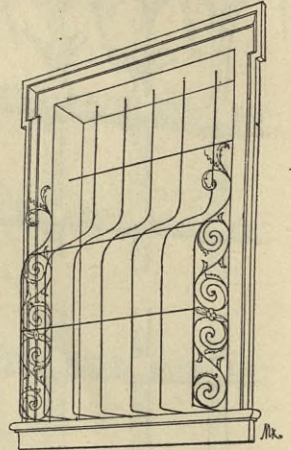
Es besteht dasselbe aus zwei Flügeln, die nach Bedürfnis zusammengefohen und

Die Festigkeit, wie sie sich durch die am Eingang des vorhergehenden Artikels geschilderte Constructionsweise erzielen läßt, ist hierbei allerdings nicht zu erreichen.

Die in Frage stehenden Fenstergitter können als KorbGitter bezeichnet werden. Sie bilden entweder eine mehr oder weniger weit vorgelegte Ebene oder sich ausbiegende krumme Fläche, oder sie haben im unteren Theile eine vorspringende Erweiterung, um das Hinauslegen aus der Fensteröffnung noch mehr zu erleichtern.

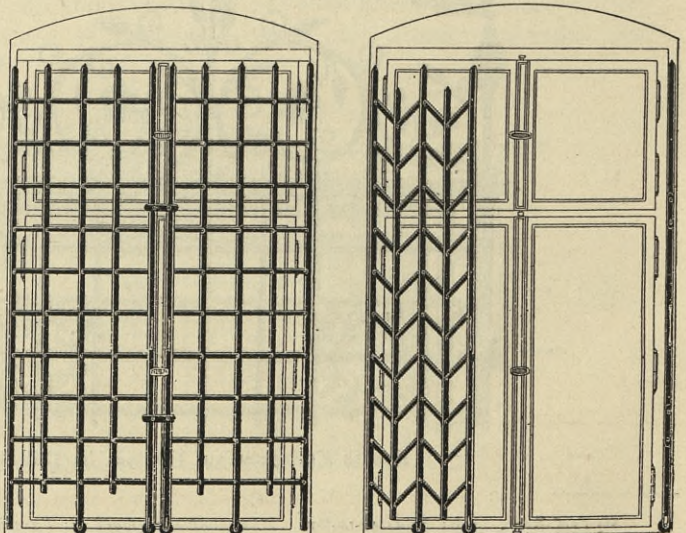
Beispiele der ersteren Art geben Fig. 28 u. 29.

Fig. 31.



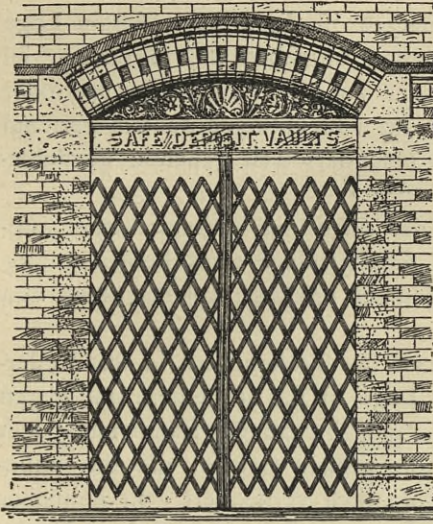
KorbGitter in Worms.

Fig. 32.

*Born's Patent-Gitter* 53).

53) D. R.-P. Nr. 5570.

Fig. 33.

Pitt's zusammenschiebbares Gitter <sup>54)</sup>.

schmale Gitter, die ebenfalls sich zusammenschieben, versteift <sup>54)</sup>.

Mittheilungen über zusammenschiebbare französische Fenstergitter finden sich in unten angegebener Quelle <sup>55)</sup>.

### c) Sicherungen gegen Durchbruch der Wände, Decken und Fußböden in besonderen Räumen (Trefors).

Es hat sich im Laufe der Zeit ergeben, daß Cassenschränke allein für sich nicht die genügende Sicherheit gegen Einbruch und Feuer bieten, sondern daß sie in besonders fest construirten Räumen, den Trefors, untergebracht werden müssen.

Je nach der Menge der aufzubewahrenden Werthe erhalten dieselben verschiedene Gröfse <sup>56)</sup>, was aber auf die Grundsätze der Construction von keinem Einfluß ist. Diese Grundsätze sind: möglichste Erschwerung des Durchbrechens der Raumumschließungen bei Rücksichtnahme auf Feuerficherheit und Ermöglichung einer Aufsicht über diese Raumumschließungen.

Wegen Mangels dieser letzteren Vorsicht sind wohl die früher mitunter von Banken angewendeten Sicherheitschächte, in welche aufer der Geschäftszeit die Schätze verfenkt wurden <sup>57)</sup>, nicht mehr gebräuchlich.

Man verwendet jetzt folgende zwei Arten von Trefor-Anlagen:

1) ummauerte Räume, welche in organischem Zusammenhange mit dem betreffenden Gebäude stehen;

2) nach Art von Geldschränken construirte Trefors, welche in den Gebäuden an geeigneten Plätzen aufgestellt und unter Umständen so eingerichtet werden können, daß sie zerlegbar und an anderen Orten wieder aufstellbar sind.

<sup>54)</sup> Siehe: *Building*, Bd. 9, *Trade Suppl.*, Nr. 9.

<sup>55)</sup> *La semaine des constructeurs*, Jahrg. 10, S. 173.

<sup>56)</sup> So hat der Trefor der deutschen Reichsbank in Berlin eine Grundfläche von 1000 qm, wozu noch ein sehr geräumiger Vortrefor tritt.

<sup>57)</sup> Eine solche Vorkehrung findet sich beschrieben in: *Polyt. Journ.*, Bd. 68, S. 405 — ferner in: *Building news*, Bd. 18, S. 294.

## 1) Gemauerte Trefors.

23.  
Lage  
der  
Trefors.

In Bezug auf die Ueberwachung der Wandungen ist die zweckmäsigste Lage eines Trefors die, bei welcher er rings von Räumen umgeben ist, in denen viel Verkehr stattfindet. Diese Lage ist entschieden der an einer Nachbargrenze oder an einem Raume vorzuziehen, welcher selten oder nur von untergeordnetem Personal betreten wird. In letzteren Fällen muß man an besonders weit gehende Vorkehrungsregeln, Armirungen etc. denken.

Den nicht immer zu erreichenden Vortheil der rings von Verkehrsräumen umgebenen Lage kann man geeigneten Falles auch durch Anlage eines Beobachtungsganges um alle oder mehrere Seiten des Trefor-Raumes ersetzen, welcher öfters von besonderen Wächtern durchschritten wird.

Der größeren Feuerficherheit wegen legt man die Trefors gern in das Keller- oder wenigstens in das Erdgeschoß. Die letztere Lage ist die bequemere und gegen Einbruch unter Umständen die sicherere, besonders dann, wenn der Raum unter dem Trefor öfters betreten wird. Es wird dadurch die größte Gefahr, die des unbemerkten Unterminirens des Trefor-Fußbodens, wesentlich vermindert. In ähnlicher Weise sollte die Decke beständig durch den Verkehr controlirt werden; denn Decke und Fußboden sind die verwundbarsten Stellen des Trefors und müssen daher, wenn man, wie das sehr oft der Fall, die Raumanlage nicht in der oben angedeuteten Weise treffen kann, besonders fest construirt werden.

So untermauert man in Amerika kleine Trefors, in welchen nur ein Geldschrank sich befindet, mit einem massiven Mauerklotz vom Gebäude-Fundamente an. Bei uns verfährt man jedoch bei Lage des Trefors im Erdgeschoß in der Regel so, daß man den ringsummauerten Kellerraum mit Sand oder Schutt verfüllt. Für besser wird es aber gehalten, diesen Raum mit dem Trefor durch eine Treppe in Verbindung zu setzen und ihn beständig zu beaufsichtigen.

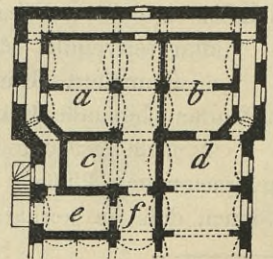
Dann sollte man aber sowohl den unteren, als den oberen Fußboden einbruchficher herstellen und auch die Treppenöffnung verschließen können.

Liegen die Trefors nicht im Keller, so hat man auf die sorgfältigste Gründung Bedacht zu nehmen und die Mauern immer bis auf den gewachsenen Boden hinabzuführen.

Fig. 34<sup>58)</sup> zeigt die Anordnung eines Beobachtungsganges um den Caffee- und Documenten-Raum des Verwaltungsgebäudes der Königl. Bergwerks-Direction zu St. Johann a. S. Derselbe liegt im Erdgeschoß des betreffenden Gebäudes. Die unter denselben befindlichen Theile des Kellergeschoßes sind mit Erde und Schutt ausgefüllt; darüber liegen Geschäftszimmer. *a* ist die Hauptcaffee, *b* der Documenten-Raum, *c* die Handcaffee, *d* die Buchhalterei, *e* die Packkammer und das Wächter-Local, *f* das Zimmer des Rendanten. Eiserne Thüren, welche durch Tapetenthüren verblendet sind, schliessen die Caffee-Räume nach dem Wächter- und Packzimmer, dem Rendantenzimmer und der Buchhalterei ab. Der Beobachtungsgang beginnt im Wächterzimmer und endet in der Buchhalterei. Außere und innere Fenster sind stark vergittert. Die letzteren haben außerdem noch eiserne Läden, und ihre Sohlbänke sind 2<sup>m</sup> über dem Fußboden gelegen. Die Caffee-Räume sind stark überwölbt.

In den neueren englischen und nordamerikanischen Bankhäusern scheint die Anordnung eines Beobachtungsganges um die oft sehr ausge dehnten Trefors sehr üblich zu sein.

Fig. 34.



Caffee-Räume  
mit Beobachtungsgang  
im Verwaltungsgebäude der  
Kgl. Bergwerks-Direction  
zu St. Johann a. S. 58).  
1/500 w. Gr.

<sup>58)</sup> Nach: Zeitfchr. f. Bauw. 1882, S. 439 u. Bl. 56.



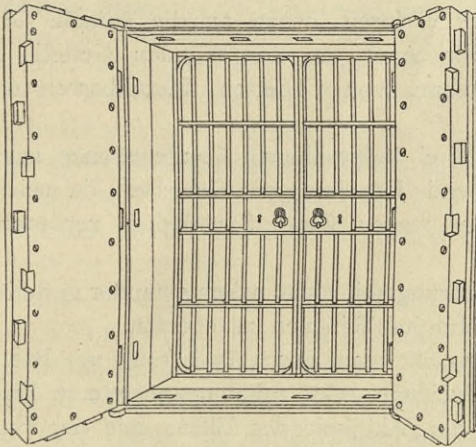
Abbildungen der Grundrisse des Gebäudes der *Mercantile Trust & Deposit Co.* in Baltimore mit dieser Einrichtung finden sich in den unten angegebenen Quellen<sup>59)</sup>.

Als Mauermaterial empfehlen sich für die Trefors, der Festigkeit und Feuerficherheit wegen, festeste Klinker, wenn man nicht eine entsprechende Eigenschaften besitzende natürliche Steinart, wie Glimmerschiefer, Kiefelsandstein, Trachyt etc. zur Verfügung hat. Die Mauern werden bei kleinen Anlagen  $1\frac{1}{2}$  Stein, bei größeren 2 und mehr Stein stark gemacht und in Cement-Mörtel hergestellt. Die Thüröffnungen sind in der früher angegebenen Weise zu verwahren (siehe Art. 5, S. 8).

Gewöhnlich wird die Oeffnung mit zwei hinter einander liegenden Thüren versehen, und zwar entweder mit zwei Geldschrankthüren, von denen die innere dann

mitunter als Schiebethür behandelt wird, oder mit nur einer äußeren Geldschrankthür, welche des bequemeren Verkehres wegen während der Geschäftsstunden in der Regel geöffnet bleibt, und einer inneren einfachen Eisen- oder Gitterthür (Fig. 35).

Fig. 35.



Trefor-Thür von Chubb.

entweder im Einlegen von Eisen- oder Stahlstäben in die Fugen des Mauerwerkes oder in einer Panzerung mit Gitterwerk, Eisenbahnschienen oder Platten.

α) Die einfachste und billigste, vielfach auch für praktisch und ausreichend gehaltene Armirung besteht im Einlegen von Eisen- oder Stahlstäben in die Lager-

fugen oder in die der Länge nach durchlaufenden Stosfugen des Mauerwerkes.

Fig. 36.

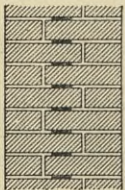


Fig. 37.

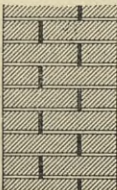
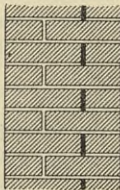
 $\frac{1}{25}$  w. Gr.

Fig. 38.



Die letztere Weise (Fig. 37) ist die bessere, weil die flach liegenden Schienen (Fig. 36) sich leichter mit der Feile angreifen und auch eher aus einander biegen lassen, als die hochkantig gestellten. Bei einer sparsamen Ausführung kann wohl auch ein Stab um den anderen weggelassen werden (Fig. 38). Es sind dann aber die Schienen jedenfalls so hoch zu machen, wie Steindicke und Fugendicke zusammen (also circa 75 bis 80 mm).

Die Schienen können an den Mauerecken durch Verschraubung verbunden werden. Bei Verwendung von Stahl muß das Bohren der zugehörigen Löcher in der Fabrik erfolgen. Es genügt fog. Federstahl,

<sup>59)</sup> *American architect*, Bd. 17, Nr. 491 — und: *Moniteur des architectes* 1886, Pl. 16.

<sup>60)</sup> Die Trefors von größeren Bankhäusern haben mitunter Fenster, so u. A. der Trefor der Deutschen Reichsbank in Berlin und jener der Bank für Handel und Industrie in Darmstadt. Solche Fenster sind fast unentbehrlich, wenn die Beamten sich längere Zeit in den Trefor-Räumen aufzuhalten haben.

Der Preis für Eifenschienen ist dem von Zug- oder Balkenankern fast gleich; Federstahl ist selbstverständlich theurer.

Die Querschnitts-Abmessungen der Schienen werden verschieden angenommen. Bei der Trefor-Anlage der deutschen Reichsbank in Berlin wurden in jeder Schicht des Mauerfeinverbandes hochkantig gestellte Eifenschienen von 65 mm Breite und 13 mm Dicke eingelegt.

β) Häufig kommt jetzt eine Gitterpanzerung aus sich kreuzenden, vernieteten Eifenschienen zur Anwendung. Dieselbe wird mit Steinschrauben oder durch besondere Befestigungseisen und Dübel an der Innenseite der Wände fest gemacht. Das Härten ganzer Gitterfelder ist mit großen technischen Schwierigkeiten verbunden.

γ) Eben so häufig wird jetzt eine Panzerung mit Eisenblechen verwendet. Sie ist theurer, als die unter α und β aufgeführten Armirungen, hat aber den Vortheil, daß sie schwerer, als jene zu durchfeilen ist. Zu Gunsten des Gitterwerkes spricht der Umstand, daß begonnene Zerstellungsarbeiten des Mauerwerkes bald bemerkt werden müssen. Dieser Vortheil geht aber verloren, wenn an die Wände Geldschränke gestellt oder, wie dies häufig vorkommt, an den Wänden Gestelle angebracht werden, deren Fächer zur Aufnahme von Cassetten, Metallbarren oder Geldfäcken dienen.

Die Verwendung von Stahl bei den drei besprochenen Constructionen macht dieselben wesentlich theurer ohne entsprechende Erhöhung der Sicherheit, da weicher Stahl wie Eisen durchbohrt, Hartstahl aber wegen seiner Sprödigkeit zerbrochen werden kann.

δ) Sehr große Sicherheit ist durch Panzerung mit dicht neben einander gestellten und fest mit einander verbundenen Eisenbahn-Stahlschienen zu erzielen.

ε) Ebenfalls sehr große Sicherheit erreicht man durch Panzerung mit Patent-Panzerplatten, welche aus zusammengeschweißten oder zusammengeneteten Eisen- und Hartstahlblechen bestehen und daher die Zähigkeit des Eisens mit der Härte des Stahles vereinen. (Ueber die Verwendung solcher Eisen-Stahl-Platten siehe Art. 4, S. 6.)

In Amerika verringert man mitunter die Kosten dieser sehr theuren und schwierig herzustellenden Construction dadurch, daß man auf dem Eisenblech ein Netzwerk von Stahlstäben mit etwa 16 cm Maschenweite anbringt.

Zur Erhöhung der Dauer der Armirungen dürfte eine Verzinkung aller Eisentheile sehr zweckmäßig sein.

Die Beschreibung und Abbildung einer älteren Panzerung eines Cassen-Zimmers findet sich in der unten angegebenen Quelle<sup>61)</sup>. Das betreffende Gemach ist 3,80 m lang, 2,22 m breit und 2,53 m hoch und besteht aus einem aus drei Theilen zusammengeneteten wasserdichten Behältniß aus 4,4 mm dickem, verzinktem Eisenblech, welches in 315 mm starke Mauern eingesetzt ist und mit der Cassenschrank-Thür, aber ohne Mauerwerk, 1600 Gulden östr. W. gekostet hat (1865).

Nach Angaben von S. J. Arnheim in Berlin, welcher schon sehr viele Trefor-Einrichtungen geliefert hat, kostet (1882) eine Gitterpanzerung aus Eisenstäben von 39 × 10 mm Stärke und 100 mm Maschenweite (einschl. Befestigungseisen und Dübel) für 1 qm 24 Mark; eine Eisenblechpanzerung (einschl. Befestigung) von 5, 6 und 7 mm Stärke bezw. 40, 47 und 54 Mark; eine Panzerung mit Patent-Panzerplatten (einschl. Befestigungsschienen und Verbindung) von 5, 6 und 7 mm Stärke bezw. 75, 87,5 und 100 Mark.

Die sog. Stahlkammer der Hamburger Filiale der Deutschen Bank, in welcher unter Mitverschluß der Inhaber gegen Miete in Wandkasten Werthpapiere aufbewahrt werden, hat ungefähr 10,5 m Länge und 3,5 m Breite und ist auf der Innenseite mit den unter δ erwähnten Eisenbahn-Stahlschienen gepanzert. Die Mauern sind in Cement-Mörtel 50, bezw. 70 cm stark aufgeführt und ebenfalls mit Stahlschienen durchsetzt. Die Stahlkammer wurde 1888 nach Haller's Angaben hergestellt und liegt mit einer Langseite an der Nachbargrenze.

<sup>61)</sup> Zeitchr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1866, S. 248.

Der von *Chubb & Son* für die *National Bank of Scotland* in Edinburgh 1885 construirte Trefor<sup>62)</sup> hat Panzerplatten, die aus weichem und hartem Stahl zusammengesetzt und von einer starken Betonmauer umschlossen sind. Der Trefor-Raum ist 15,25 m lang und 4,27 m weit und in drei Abtheilungen geschieden, von denen jede durch eine Thür (1,016 m breit, 2,115 m hoch und 0,178 m dick) zugänglich ist. Die Thüren haben je 20 von den in Art. 12 (S. 18) erwähnten Diagonalriegeln, und jede wiegt ungefähr 1,5 t. Hinter denselben sind selbst schließende Gitterthüren angeordnet. Die Scheidewände sind nach Art derjenigen der Caffenschränke mit einer die Wärme schlecht leitenden Füllung hergestellt und sind 10,0 bis 12,5 cm dick. Sie haben für gewöhnlich geschlossene, kleine feuerfichere Thüren (oder besser Mannlöcher), durch welche man im Nothfalle aus einer Abtheilung in die andere gelangen kann. Das Eisenwerk wiegt zusammen 100 t. Der Trefor ist von einem Beobachtungsgang umzogen.

ζ) Der Vollständigkeit wegen sei hier noch die von *M. Mc Lean* erfundene Sicherung der Wände von Trefors oder Gefängniszellen erwähnt, welche in einem in oder auf der Wand angebrachten Netzwerk von Wasserröhren besteht<sup>63)</sup>.

Die Röhren durchkreuzen sich rechtwinkelig in Abständen von etwa 25 cm. Vier derselben müssen durchschnitten werden, um ein Durchdringen der Wand zu ermöglichen. Der Einbruch verräth sich also durch eine Ueberflchwemmung, so wie durch Druckverminderung in dem im Wächterzimmer angebrachten Druckmesser. Dieses Röhrennetzwerk kann auch für Decken und Fenstergitter angewendet werden.

Die Trefor-Räume sind mit starken Gewölben oder mit Rollschichten oder Betonmauerwerk über starken eisernen Trägern zu überdecken. Bei kleinen Trefors genügt eine Gewölbedicke von 25 cm; bei wichtigeren Anlagen ist jedoch diese Dicke zu vermehren. Darüber folgt dann eine mindestens 35 cm dicke Sandschicht, um bei Bränden die Hitze abzuhalten und auch die Wucht der Stöße einfallender Bautheile zu vermindern.

Eine Armirung kann, wie bei den Wänden, durch Einlegen von Eisenschienen in den Wölbverband, bezw. die Rollschichten, oder durch eine der bei den Wänden ausgeführten Panzerungen erfolgen. Ist die Wölbung über eisernen Trägern ausgeführt, so verwendet man zur Panzerung gebogene Platten oder bombirte Wellenbleche oder Gitter, die ihr Auflager auf den Trägerflanschen finden.

Bei der in Art. 24 erwähnten Stahlkammer der Hamburger Filiale der Deutschen Bank ist die Decke den Wänden ähnlich hergestellt, d. h. sie besteht aus dicht neben einander gelegten und gut verbundenen Eisenbahn-Stahlschienen, überdeckt mit einer 70 cm starken Betonschicht.

Die Decke über dem Schatzraum für Werthpapiere (*jalle des titres*) des neuen Rathhauses in Paris ist gegen Einbruch durch Durchstemmen durch ein an ihrer Unterseite angebrachtes Gitter geschützt. Die Decke besteht aus zwischen I-Trägern gewölbten Kappen, die auf 3,56 m von einander entfernten Blechträgern ruhen. Auf der unteren Gurtung der letzteren finden L-Eisen ihr Auflager, welche ihrerseits dreimal durch hochkantig gelegte Flacheisen verbunden sind, welche die 27 × 22 mm starken und etwa 15 cm von einander entfernten Vierkanteisen des Gitters tragen. Dieses ist mit Stuck ausgefakt und bündig mit der Unterkante der Hauptträger verputzt<sup>64)</sup>.

Auf die Gefahr der Unterminirung der Trefors und auf einige Abwehrmittel gegen dieselbe wurde schon in Art. 23 (S. 28) aufmerksam gemacht. Zu diesen hat nun noch sehr sorgfältige und feste Herstellung zu treten. Eine starke Cementbetonschicht und Belag mit mehreren Klinkerschichten oder mit Granit- oder Eisenplatten wird bei im Kellergechofs gelegenen Trefors in der Regel genügen.

Bei der Deutschen Reichsbank in Berlin hielt man einen Belag mit starken Granitplatten wegen der hohen Lage des Grundwasserstandes, welcher eine Unterminirung erschweren würde, für ausreichend. Es setzt dies allerdings voraus, daß der Grundwasserstand im Lauf der Zeit nicht sinkt.

Bei der im Kellergechofs gelegenen, in Art. 24 u. 25 schon besprochenen Stahlkammer in Hamburg besteht der Fußboden aus starken Eisenplatten, welche auf einer ungefähr 2,5 m mächtigen und bis auf den immerwährenden Grundwasserstand hinabreichenden Betonschicht ruhen.

25.  
Trefor-Decken.

26.  
Trefor-  
Fußböden.

62) Nach: *Builder*, Bd. 49, S. 373 — und: *American architect*, Bd. 18, S. 188.

63) Siehe: *Baugwksztg.* 1883, S. 546 (nach: *Scientific American*).

64) Nach: *CONTAG*, M. Neuere Eisenconstruktionen des Hochbaues in Belgien und Frankreich. Berlin 1889, S. 17.

Liegt der Tresor im Erdgeschoss oder in einem oberen Stockwerke, so müssen, wenn eine Ausfüllung der unter ihm befindlichen Räume nicht beliebt wird, unter demselben starke Gewölbe angeordnet werden, welche der größeren Feuersicherheit wegen ohne Anwendung von Eisenträgern auszuführen wären.

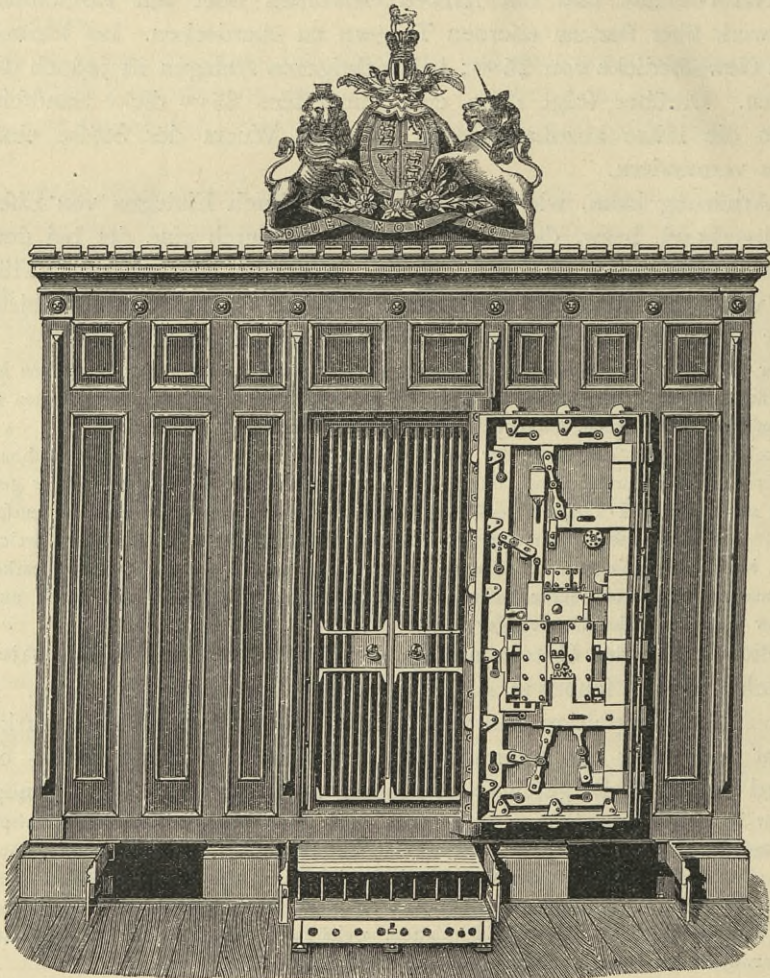
Zu diesen Constructionen können noch die bei den Wänden besprochenen Armirungen (siehe Art. 24, S. 29) treten. Bei einer Armirung mit Eisenplatten scheint es nach in Amerika und Rußland gemachten Erfahrungen zweckmäÙig zu sein, unter den Platten einen niedrigen Hohlraum anzuordnen. Zu den Eisenplatten wählt man Riffelbleche, um das Ausgleiten zu verhüten.

## 2) Geldschrankartige Tresors.

27.  
Beschreibung.

In England sind mehrfach an Stelle der gemauerten Tresors solche zur Anwendung gekommen, welche sich von den Geldschranken nur durch die Größe

Fig. 39.



Geldschrankartiger Tresor<sup>65)</sup>.

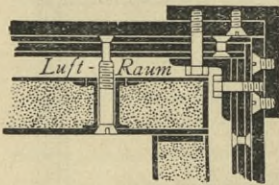
<sup>65)</sup> Facf.-Repr. nach: *Stummer's Ing.*, Bd. 4, S. 247.

unterscheiden. Sie werden in schon an und für sich sicheren Räumen aufgebaut und können bei geschickter Aufstellung leicht ringsum beaufsichtigt werden. Stehen sie über dem Kellergefchofs, so sind wegen des großen Gewichtes derselben sehr starke Unterbauten nothwendig. Auch bei ihnen hält man häufig einen niedrigen Hohlraum unter dem Plattenboden für erforderlich. Im Inneren bilden diese Trefors entweder einen einzigen Raum, oder sie werden in einzelne hinter einander gelegene Abtheilungen zerlegt.

Ein in London von *Chubb & Son*<sup>66)</sup> für ein Bankgeschäft construirter Trefor (engl. *strongroom*) ist 6,10 m lang, 3,66 m breit, 2,74 m hoch und wiegt nahe an 23,5 t. Er enthält drei Räume: zunächst einen Vorraum, in welchem mehrere Eisen-Caffen aufgestellt sind, und zwei stärker gebaute Abtheilungen, von denen die erste zur Aufnahme von gemünztem Gold und Metallbarren dient, während die dritte, geräumigste Abtheilung an den Wänden eiserne Gestelle mit Fächern zur Unterbringung von Cassetten hat. Ein besonderer, eigens verschließbarer Theil dieser Fächer ist zur Aufbewahrung von Juwelen und besonderen Werthen bestimmt. Die Hauptthür ist aus Schmiedeeisen und Stahl hergestellt und wiegt etwa 1 t; sie wird mittels zweier *Chubb*-Schlösser abgesperrt. Bei Tage bleibt diese Cassen-Thür offen, und eine eiserne Jalousie-Thür vermittelt die nöthige Lüftung des inneren Cassen-Raumes. — Mit Rücksicht auf den Transport ist das ganze Cassen-Zimmer in einzelne Stücke zerlegbar, welche jedoch alle von innen heraus zusammengesetzt werden, so daß weder Schrauben, noch Niete an der äußeren Wandfläche hervortreten, und alle Platten übergreifen sich dergestalt, daß keine einzige Fuge durch die ganze Wanddicke geht. Eine Kostenangabe ist in der Quelle nicht enthalten.

Ein anderes feuerfestes und einbruchsicheres Cassen-Zimmer ist von *Hobbs, Hart & Co.* in London construiert worden; dasselbe ist 4,27 m breit, 2,29 m tief und 3,66 m hoch. Fig. 39<sup>65)</sup> zeigt eine äußere Ansicht dieses Cassen-Zimmers, welches nahezu 35 t wiegt und 2500 £ gekostet hat. Es ist aus 62 einzelnen Theilen mit der größten Genauigkeit zusammengesetzt und hat doppelte Wände (Fig. 40), von denen die innere die feuerichere, die äußere die einbruchsichere Wand genannt werden kann. Zwischen diesen beiden Wänden ist ein Luftraum zur Erhöhung der Feuerichereit frei gelassen. Unter dem Trefor ist ein gut zusammengefügter Boden von 16 mm starken Eisenplatten, auf welchem die Träger für das eigentliche Cassen-Zimmer aufrufen, so daß zwischen ihnen ein Hohlraum entsteht, der das Unterminiren verhindern soll. Dieser Hohlraum ist nach vorn mit Thüren versehen. — Die Hauptthür hat verschiedene Schlösser, deren Schlüssel permutirbare Bärte haben. Die

Fig. 40.



Schlösser werden von außen durch eine einfache Vorrichtung vollständig gedeckt, um das Aufsprengen mit Pulver oder Dynamit zu verhindern. Hinter dieser Thür ist zur Benutzung während des Tages eine Gitterthür vorhanden. — Die äußeren Wände bestehen aus 16 mm dicken Staffordshire-Eisenblechen, die mit sehr kohlenstoffreichen Stahlplatten verkleidet sind, welche sich ohne vorheriges Erhitzen nicht anbohren lassen.

Ein ähnliches einbruchsicheres Gemach ist für *Windsor Castle* zur Aufbewahrung der Juwelen der Königin von England angefertigt worden.

Ein in New-York für die *Haffau-Bank* hergestellter Trefor ist 10,68 m lang, 6,71 m breit und ungefähr 3,65 m hoch. Seine Wände bestehen aus zwei Panzern von Chromstahlplatten (vergl. Art. 4, S. 8) mit einer 23 cm dicken Zwischenlage von einer Art feuerfestem Cement (Franklinit<sup>67)</sup>).

Ebenfalls von sehr großer Ausdehnung sind die Trefors *The Chancery — Lane Safe Deposit* zu London. In einem großen, erst nach verschiedenen Umständlichkeiten erreichbaren inneren Raume (*safe-vestibule*) sind außer einem Trefor für Aufbewahrung von Silbergeschirr und einem solchen für Geldkasten, die nur über Nacht aufgehoben werden sollen, noch vier Trefors aufgestellt, in welchen zur Verwahrung von Documenten und anderen Werthpapieren 5000 Einzelabtheilungen angebracht sind. Diese letzteren Trefors haben ein Gesamtgewicht von 500 t, und jede der Thüren derselben wiegt 2 t. Diese Thüren besitzen ein mechanisches Uhrwerk, welches ein Öffnen nur zu gewissen Stunden gestattet, so daß auch die Schlüsselbesitzer außer der Geschäftszeit nicht in das Innere gelangen können. Die Wände sind aus Kesselflech mit Stahlblecheinlagen hergestellt und sollen außerordentlich stark sein. Das Innere

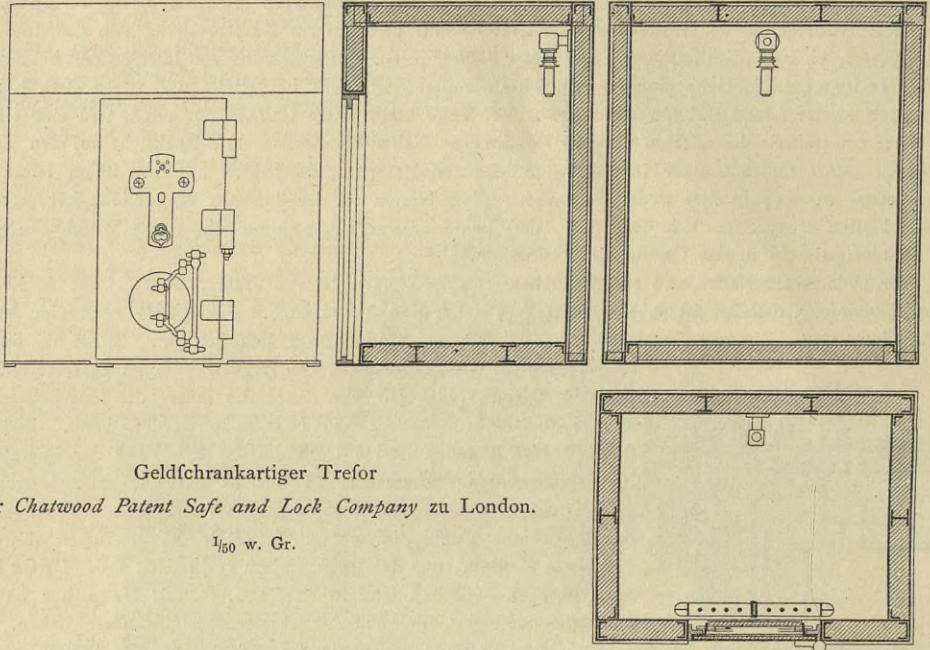
<sup>66)</sup> Siehe: *Engineer*, Bd. 42, S. 343 — und: *Polyt. Journ.*, Bd. 223, S. 108.

<sup>67)</sup> Siehe: *Baugwksztg.* 1883, S. 13.

wird durch elektrisches Licht beleuchtet; doch ist zur Aushilfe auch Gasbeleuchtung vorgesehen. Die Trefors ruhen auf eisernen Säulen der unter ihnen befindlichen gewölbten Räume und sind vollständig von allen Mauern getrennt, so daß sie ringsum, von unten und oben in der Nacht bewacht werden können. Sie wurden 1885 von *Messrs. Milner* ausgeführt<sup>68)</sup>.

Fig. 41 zeigt einen kleineren geldschrankartigen Trefor, welcher auf der Ausstellung in Manchester (1887) von der *Chatwood Patent Safe and Lock Company* zu London ausgestellt war, in Ansicht, Querschnitt, Längenschnitt und Grundrifs. Die äußeren Abmessungen sind 1,676 m Breite, 2,134 m Länge und 2,438 m Höhe. Wände, Boden und Decke sind gleichartig aus Stahlplatten hergestellt, welche an stählerne I- und L-Schienen genietet sind. Die Thür hat eine aus weichem und hartem Stahl angefertigte Panzerplatte. Die Herstellung derselben erfolgte in der Weise, daß zwei Platten von Stahl mit geringem Kohlen-

Fig. 41.



Geldschrankartiger Trefor  
der *Chatwood Patent Safe and Lock Company* zu London.

$\frac{1}{150}$  w. Gr.

stoffgehalt mit einer zwischen ihnen befindlichen von hohem Kohlenstoffgehalt zusammengeschweisft und dann ausgewalzt wurden. Nachher fand erst die Härtung statt. (Ueber solche Platten vergl. Art. 4, S. 6). Die Hohlräume der Wände sind mit einer Masse ausgefüllt, welche beim Erhitzen Krytallisationswasser abgiebt, das verdampft und die durch den äußeren Panzer eingedrungene Hitze am Vordringen in das Innere des Trefors abhalten soll. Die Thür hat in ihrer unteren Hälfte eine besonders verschlossene Oeffnung (Mannloch), welche nur im Nothfalle benutzt werden soll, wenn der Thürschlüssel verloren worden sein sollte. Sie kann nur mit einem besonderen, an einem sicheren Orte aufzubewahrenden Schlüssel geöffnet werden, nachdem vier an der Thür befindliche Zifferblätter auf gewisse Buchstaben, die beliebig verändert werden können, eingestellt worden sind. Das Innere des Trefors ist mit Gas beleuchtet<sup>69)</sup>.

Zur Bildung der Wände könnte wohl auch die von *E. de Limon* in Düsseldorf vorgeschlagene Panzerung aus ungleichmäßig gehärteten und zusammengienieteten Stahlwellblechen, welche in den Wellen gegen einander verschoben sind, Verwendung finden. Die Hohlräume sollen mit schlechten Wärmeleitern ausgefüllt werden<sup>70)</sup>.

#### d) Sicherung durch Meldevorrichtungen.

Es wurde schon in Art. I (S. 1) darauf hingewiesen, daß vollständige Sicherheit gegen unbefugte Angriffe auf das Eigenthum auch bei finnreichster und bester

68) Nach: *Builder*, Bd. 48, S. 671.

69) Nach: *Engng.*, Bd. 44, S. 574.

70) Siehe: *Schweiz. Gewbbl.* 1878, S. 240.

Construction der Sicherheitsvorrichtungen nur durch sorgfältige und unermüdliche Ueberwachung erzielt werden könne und das es Sache der Technik sei, diese Ueberwachung zu erleichtern. Wesentliche Hilfsmittel zu diesem Zwecke sind die Meldevorrichtungen, auch Signal- und Alarmvorrichtungen genannt.

In der Regel folgen dieselben durch Geräusch den Bewachenden darauf aufmerksam machen, sobald ein bestimmter Verchluss geöffnet oder an gewisse Gegenstände von Unbefugten herangetreten wird.

Diese Signale werden entweder durch mechanische oder elektrische Vorrichtungen hervorgebracht.

Bei den großen Fortschritten in der Anwendung der Elektrizität ist namentlich der letztere Weg der bevorzugtere und zweckmäßigere. Da aber die elektrischen Haustelegraphen an anderer Stelle (Theil III, Bd. 3, Heft 2 dieses »Handbuches«, Abth. IV, Abschn. 2, C) behandelt werden, so können wir uns hier auf einige Bemerkungen über die verschiedenen Arten der Meldevorrichtungen beschränken.

Eine sehr verbreitete Einrichtung ist die der Anbringung von Glocken an den Thüren, welche durch deren Oeffnen und Schließen zum Erklingen gebracht werden.

Gewöhnlich begnügt man sich mit einem einzelnen Glockenton, namentlich in Geschäftsräumen, in denen ein anhaltender Verkehr stattfindet. In anderen Fällen ist es aber erwünscht, das das Klingeln während der ganzen Zeit des Offenstehens der Thür fort dauert, oder, wenn wirkliche Sicherheit gegen das Eindringen von unberechtigten Personen geboten sein soll, das das Klingeln auch noch nach dem Wiederschließen nicht aufhört. Alle diese Einrichtungen sind mit Hilfe des elektrischen Stromes leicht herzustellen, während die mechanischen Vorkehrungen, besonders wenn das Klingeln fort dauern soll, bis es abgestellt wird, umständlich sind und das Anbringen von Uhrwerken erfordern.

Von den hierher gehörigen mechanischen Apparaten mag ein in unten angegebener Quelle <sup>71)</sup> beschriebener erwähnt werden, welcher durch Vorkehrungen im Thürschloß den Eintritt oder Austritt einer Person durch verschiedene Glockensignale kenntlich macht und sich durch Anbringen von zwei Doppelglocken dahin erweitern läßt, das das Erkennen des Oeffnens und Schließens von außen oder innen durch vier verschiedene Signale möglich wird.

Ebendasselbst <sup>72)</sup> wird auf eine in der Bremer Gegend angewendete Construction aufmerksam gemacht, bei welcher am Thürriegel ein bogenförmiger Eisenstab befestigt ist, welcher 5 bis 6 Glocken von ungleicher Größe trägt. Eine an der Thür angebrachte Feder streift beim Auf- und Zugehen die Glocken der Reihe nach. An der mit umgekehrter Reihenfolge der Töne entstehenden Tonleiter ist leicht zu erkennen, ob die Thür zum Oeffnen oder Schließen in Bewegung gesetzt ist, und eben so ist erkennbar, ob die Thür in halb geöffnetem Zustande gelassen wird.

Hierher gehören auch der »elektrische Thür-Contact mit selbstthätiger Aus- und Einschaltung« von *H. Barchewitz* in Breslau <sup>73)</sup> und die Vorrichtung von *H. Haack & M. Haack* in Bramfeld <sup>74)</sup> für Thüren, welche je nach deren Schwingungsrichtung verschiedene Töne durch eine Glocke und eine Saite geben.

An den Fenstern können ähnliche Vorkehrungen getroffen werden.

Außer den bisher erwähnten Einrichtungen, die fortwährend arbeiten sollen, giebt es nun auch solche, welche nur zu gewissen Zeiten in Thätigkeit treten dürfen, um entweder durch starke Geräusche, wie Geläute oder Schüsse, oder durch Beides vereinigt Diebe oder Einbrecher zu verscheuchen, oder um diesen unbewußt den Eigenthümer oder den Wächter zu benachrichtigen, bezw. im Schlafzimmer zu wecken.

Die Einrichtungen ersterer Art bestanden früher darin, das beim Oeffnen von

29.  
Arten  
der Melde-  
vorrichtungen.

<sup>71)</sup> Deutsche Bauz. 1875, S. 113.

<sup>72)</sup> Deutsche Bauz. 1875, S. 411.

<sup>73)</sup> D. R.-P. Nr. 38 304 (Auszüge a. d. Patentschr. 1887, S. 118).

<sup>74)</sup> D. R.-P. Nr. 30 215 (Ebendaf. 1885, S. 214).

Thüren und Fenstern Explosionen von Knallpulver unmittelbar herbeigeführt wurden (fog. Diebsfchrecker <sup>75</sup>), oder dafs man dieselben oder das Ertönen eines Geläutes mittelbar durch Berührung von ausgepannten Drähten herbeiführte (Schlofs von *Wilkinson* <sup>76</sup>) oder Vorrichtung von *Fickell* <sup>77</sup>).

Ein tragbarer Apparat mit Lätewerk ist der von *H. Völtz* in Berlin <sup>78</sup>). Derselbe wird gegen die Innenseite der Thür gelehnt und stemmt sich gegen den Fußboden. Er dient theils als unmittelbares Sperrmittel, theils wirkt er dadurch, dafs beim Versuch des Eintrittes ein starkes Geräusch vermittels eines Uhrwerkes hervorgebracht wird, so lange der Druck auf dasselbe dauert.

Ein tragbarer Klingelapparat, welchen Reisende an den Drehknöpfen der Hôtelthüren befestigen können, ist der von *Patterfon* <sup>79</sup>).

Jetzt werden solche Einrichtungen auch mit Hilfe der Elektrizität getroffen.

Hierher gehört die Sicherheitsvorrichtung für Geldschränke von *Louis Rentzsch* <sup>80</sup>), welche aus einem in einen Rahmen gespannten Netz von Telegraphendrähten besteht, welches über den Schrank gestellt oder daran befestigt wird. Um an den Schrank zu unbefugtem Oeffnen gelangen zu können, muß unbedingt einer der Drähte zerstört werden, wodurch eine an beliebiger Stelle anzubringende Lärmglocke in Thätigkeit gesetzt wird. Diese Einrichtung ist auch für Thüren und Fenster anwendbar.

Verwandte Vorkehrungen sind der »Contact für Alarmvorrichtung« von *J. F. Klentze & Co.* in Hamburg <sup>81</sup>) und die »Sicherheitsvorrichtung gegen Einbruch« von *Eduard Bettelheim* in Mailand <sup>82</sup>).

Meldevorrichtungen mit Glocke oder mit Schuß und Glocke, mit und ohne Hilfe der Elektrizität, sind in neuerer Zeit mehrfach patentirt worden. Es mögen hier als solche noch angeführt werden: *Welter's* Schiefs- und Lätewerk zur Sicherung gegen Diebe <sup>83</sup>), *Bauer's* elektrische Sicherheitsvorrichtung für Hausthüren und Fenster <sup>84</sup>), *Penckert's* Sicherheits-Thürverchlufs mit Schuß und Glocke <sup>85</sup>) und *Adolf Römheld's* selbstthätiger Signal- und Alarm-Apparat <sup>86</sup>).

Lätewerke sind oft auch in den Thürschlössern angebracht oder mit diesen in Verbindung gesetzt. Sie werden mitunter mit Federn versehen, welche durch Bewegen des Thürdrückers oder durch Vorfchieben eines Riegels angespannt werden, so dafs dann beim unbefugten Oeffnungsversuch das Lätewerk in Wirkung treten kann.

Hierher gehörige Einrichtungen sind die von *Charpin* <sup>87</sup>), das »Schloß mit Alarmapparat« von *Andreas Federle* in Ulm <sup>88</sup>), die Alarmvorrichtung von *Chaim Wächter & Hermann Gottlieb* in Wien <sup>89</sup>), das »Thürschloß mit Lätewerk« von *François Onésime Blanchot* in Paris <sup>90</sup>), die Alarmvorrichtung von *J. L. Petit* in Antwerpen <sup>91</sup>), das »Alarmschloß« von *Carlos Accioli de Azevedo Basto* in Rio de Janeiro <sup>91</sup>).

Lange fortgesetztes Raffeln der elektrischen Lätewerke kann unter Umständen recht störend werden. Da, wo dasselbe in Folge der Einrichtung so lange andauert, bis es abgestellt ist, empfiehlt sich daher der Ersatz durch eine langsam schlagende elektrische Glocke, namentlich dann, wenn die Thüren Tags über viel benutzt werden.

Eine derartige Vorkehrung ist die von *Schäfer & Montanus* in Frankfurt a. M. <sup>93</sup>).

<sup>75</sup>) Siehe: *Polyt. Journ.*, Bd. 10, S. 511 — und *Schweiz. Gewbl.* 1880, S. 143.

<sup>76</sup>) Siehe: *Polyt. Journ.*, Bd. 65, S. 288.

<sup>77</sup>) Siehe ebendaf., Bd. 8, S. 48.

<sup>78</sup>) Siehe: *Deutsche Bauz.* 1875, S. 114.

<sup>79</sup>) Siehe: *Scient. American*, Bd. 37, S. 262 — Ueber hierher gehörige Apparate siehe auch: *Builder*, Bd. 44, S. 487.

<sup>80</sup>) Siehe: *Polyt. Journ.*, Bd. 221, S. 483.

<sup>81</sup>) D. R.-P. Nr. 41 617 (Auszüge a. d. *Patentfchr.* 1887, S. 894).

<sup>82</sup>) D. R.-P. Nr. 42 504 (Ebendaf. 1888, S. 191).

<sup>83</sup>) D. R.-P. Nr. 1356.

<sup>84</sup>) D. R.-P. Nr. 546.

<sup>85</sup>) D. R.-P. Nr. 3845.

<sup>86</sup>) Siehe: *Schweiz. Gwbl.*, 1881, S. 6.

<sup>87</sup>) Siehe: *La semaine des constructeurs*, Bd. 10, S. 507.

<sup>88</sup>) D. R.-P. Nr. 22 423 (Auszüge a. d. *Patentfchr.* 1883, S. 338).

<sup>89</sup>) D. R.-P. Nr. 31 559 (Ebendaf. 1885, S. 323).

<sup>90</sup>) D. R.-P. Nr. 31 318 (Ebendaf. 1885, S. 301).

<sup>91</sup>) D. R.-P. Nr. 35 316 (Ebendaf. 1886, S. 227).

<sup>92</sup>) D. R.-P. Nr. 49 218 (Ebendaf. 1889, S. 888).

<sup>93</sup>) Siehe: *Deutsches Baugwksbl.* 1884, S. 376.



Zu Einrichtungen der zweiten Art, welche an entfernten Orten, meist in Schlafzimmern oder Wachtstuben, Glockensignale geben sollen, eignet sich ganz besonders die elektrische Leitung. An möglichst unverfänglichen oder versteckten Stellen, welche nur eingeweihten Personen bekannt sind, werden Contacte angeordnet, welche durch Wegnahme eines Gegenstandes, z. B. einer Caffette in einem Trefor, oder durch Berühren (z. B. durch Treten auf Bretter, welche um die freien Seiten eines Geldschrankes gelegt sind und unter denen sich eine Anzahl leicht federnder solcher Contacte befindet) geschlossen werden und dadurch die Läutewerke in Thätigkeit setzen. Während der gewöhnlichen Benutzungszeit der betreffenden Räume (während der Geschäftsstunden etc.) sind die Contacte durch nicht sichtbar angebrachte Arretirungen außer Wirkung zu setzen.

Hierher gehörige Vorkehrungen sind der »verbesserte Feuer- und Einbruch-Avifeur« von *Peter Baumbach* in Wien<sup>94)</sup> und der »Alarmteppich« von *Rudolf Rienzi & Gustav Edler von Medvey* in Hernald bei Wien<sup>95)</sup>.

Manche der oben besprochenen Vorkehrungen können auch auf Fernwirkung eingerichtet werden.

Das hörbare Signal kann durch ein optisches ersetzt werden. Es ist dies besonders dann zweckmäßig, wenn die Wachtstube im Inneren sich befindet, in welchem Falle Diebe durch das Geräusch eines Glocken-Signals verfehlt werden könnten.

Bei der Vorrichtung von *Henry Diggins & Adolph Glück* in London<sup>96)</sup> erfolgt die Meldung durch eine gefärbte Glascheibe, welche vor das Licht von in der Wachtstube oder außen am Gebäude gut sichtbar angebrachten Lampen fällt und dasselbe verändert.

## 2. Kapitel.

### Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik.

Von AUGUST ORTH.

In dem am Schluffe des vorliegenden Kapitels angefügten Literaturverzeichniß ist nur ein Theil dessen aufgenommen, was in Betreff der Akustik der Räume veröffentlicht worden ist. Die älteren Veröffentlichungen (vor 1810) spiegeln wesentlich nur die Unklarheit auf diesem Gebiete wieder; eine Analyse ihres Inhaltes ist in der Schrift von *C. F. Langhans* »Ueber Theater oder Bemerkungen über Katakustik (Berlin 1810)« enthalten. Diese Schrift ist auf dem Gebiete der Akustik grundlegend gewesen, und es bestätigen desselben Verfassers im Jahre 1860<sup>97)</sup> mitgetheilte fünfzigjährige Erfahrungen das Gefagte.

Wie weit noch jetzt in diesen Fragen der Zufall spielt, beweist recht schlagend *Garnier*, der Architekt der großen Oper in Paris, in seiner Schrift »*Le théâtre*« (Paris 1871), wofelbst (S. 211 bis 219) er sagt: »... *il faut bien que j'explique que je n'ai eu aucun guide, que je n'ai adopté aucun principe, que je ne me suis basé sur aucune théorie, et que c'est du hasard seul que j'attends ou l'insuccès ou la réussite*« ...

Alle wissenschaftlichen Werke, wie die von *Tyndall* und *Helmholtz*, alle Schriften von *Langhans* und *Orth* auf dem Gebiete der praktischen Akustik, so wie jene Mittheilungen, welche *Haege* über die im Auftrage des Präsidenten der Vereinigten

30.  
Vor-  
bemerkung.

31.  
Haupt-  
gesetzte.

94) Siehe: Zeitschr. f. ang. Electricität, 1881, S. 214.

95) D. R.-P. Nr. 49 491 (Auszüge a. d. Patentschr., S. 866).

96) D. R.-P. Nr. 22 202.

97) Siehe: LANGHANS. Principien der Akustik und ihre Anwendung bei Theaterbauten. Zeitschr. f. Bauw. 1860, S. 330.

Staaten von *Meigs*, *Bache* und *J. Henry* angestellten Veruche anführt, thun überall die Gefetzmäßigkeit der Schallbewegung dar, weisen nach, wie die schädlichen und nützlichen Schallwirkungen durchweg auf den rein physikalischen Gefetzen beruhen und nur danach zu beurtheilen sind; Interferenz-Erscheinungen sind für die Akustik praktisch von keiner Bedeutung<sup>98)</sup>.

Hauptgesetze für die Beurtheilung der einschlägigen Verhältnisse sind:

- 1) Das über die Reflexion des Schalles, wonach Schallwellen unter gleichem Winkel, unter dem sie eine Fläche treffen, von derselben zurückgeworfen werden.
- 2) Das über die Verminderung des Schalles nach dem Quadrate der Entfernung von der Erzeugungsstelle.
- 3) Das Erfahrungsgesetz über die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft.

Die im Jahre 1822 vom Personal des *Bureau des Longitudes* bei Paris in Gegenwart von *Arago*, *Prony*, *Mathieu*, *Humboldt*, *Gay-Lussac* und *Bouvard* ausgeführten Veruche zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit ergaben 340,88 m in der Secunde bei einer Lufttemperatur von 16 Grad R.; das Barometer stand auf 756,6 mm und das *Saussure'sche* Hygrometer auf 78 Grad. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in der Luft ist vom Barometerstande unabhängig, aber veränderlich mit der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Für trockene Luft und eine Temperatur von Null Grad ergibt sich aus den gedachten Veruchen eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 331,05 m in der Secunde. *Moll* und *van Beek* in Holland haben hierfür 332,05 m gefunden.

4) Hierzu treten noch die Erfahrungen über Mittönen von Körpern und dem entsprechend Verminderung der Refonanz, ferner über Zusammenwirken von Schallwellen derselben Schallquelle bei nahezu gleich langen Wegen und über das Gegeneinanderwirken bei wesentlich ungleichen Wegen oder verschiedenen Schallquellen.

- 5) Das Bewegungsgesetz sich durchschneidender Schallwellen.

Im Allgemeinen bewegen sich Schallwellen wie Lichtwellen, und, wie *Helmholtz's*<sup>99)</sup> angiebt, setzen Schallwellen, welche von verschiedenen Seiten kommen und sich durchschneiden, ihre Bewegung darüber hinaus fort, als ob jede für sich allein existire, ohne von einer anderen Welle durchschnitten zu werden, ähnlich wie bei den Wasserwellen und Lichtwellen, welche einander durchschneiden. Das Gleiche tritt auch ein, wenn Schallwellen durch feste Körper, welche spröde oder von großer Masse sind, reflectirt werden, abgesehen von der durch die Reflexion erzeugten neuen Bewegungsrichtung. In Brennpunkten concentrirte Schallwellen bewegen sich weiter, als ob sie von den anderen Schallwellen unberührt geblieben wären; der Brennpunkt wirkt nicht wie eine neue Schallquelle, sondern nur wie ein Durchgangspunkt des Schalles.

### a) Akustisch günstige Gestaltung der Räume.

Die im Vorstehenden angeführten Gesetze sollen nunmehr in ihrer Anwendung auf die akustisch günstige Gestaltung neu zu erbauender größerer Räume in nachfolgenden Hauptgesichtspunkten erläutert werden.

- 1) Zusammenwirken der Schallwellen derselben Schallquelle.

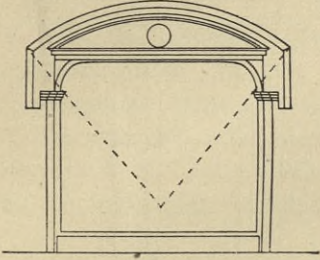
Die Grenzen für dieses Zusammenwirken fest zu stellen, ist eine der wichtigsten Aufgaben der Akustik, weil sonst viele Erscheinungen im Dunkel bleiben, und es soll deshalb mit der Feststellung dieser Grenzen begonnen werden.

Das von *C. G. Langhans* 1800 in Berlin erbaute, später abgebrannte und durch den *Schinkel'schen* Bau ersetzte Schauspielhaus führte den Sohn des erstgenannten Architekten, *C. F. Langhans*, dahin, diese Grenzen in das Auge zu fassen. Der Bogen über dem Proscenium (Fig. 42<sup>100)</sup> concentrirte den Schall in

<sup>98)</sup> Siehe: ORTH. Die Akustik großer Räume mit speziellem Bezug auf Kirchen. Zeitschr. f. Bauw. 1872, S. 192 u. 193.

<sup>99)</sup> In: HELMHOLTZ, H. Die Lehre von den Tonempfindungen etc. 3. Aufl. Braunschweig 1870. S. 41 bis 47.

<sup>100)</sup> Nach: LANGHANS, C. F. Ueber Theater oder Bemerkungen über Katakustik. Berlin 1810. Nr. 45.

Fig. 42<sup>100)</sup>.

Kopfhöhe des Sprechenden; doch bewirkte die Neigung im Längenschnitt, daß die starke Concentration, der Brennpunkt des Schalles in den Parquet-Raum fiel, und wenn sich der Schauspieler von rechts nach links oder umgekehrt bewegte, so bewegte sich das Echo entsprechend von links nach rechts und umgekehrt.

Der indirecte Schall machte hier einen Weg von 28,25 m (= 90 Fufs), der directe von 12,53 m (= 40 Fufs); die Differenz von 15,7 m (= 50 Fufs) entspricht bei der bekannten Schallgeschwindigkeit einem Zeitraume von  $\frac{1}{22}$  Secunde. Langhans, welcher diesen Zeitraum auf  $\frac{1}{27}$  Secunde berechnete, setzt hier keine schädliche Schallverlängerung voraus und nimmt dieselbe erst bei  $\frac{1}{18}$  Secunde Zeitdifferenz an, während ein deutliches Echo im Allgemeinen  $\frac{1}{9}$  Secunde

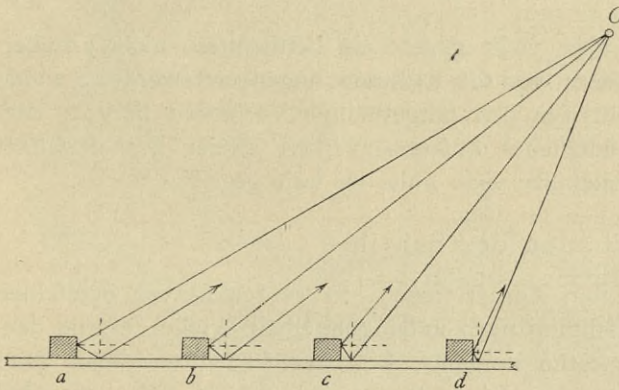
Zeitdifferenz braucht.

Es entspricht  $\frac{1}{18}$ , bezw.  $\frac{1}{9}$  Secunde einem Wege der Schallwellen von bezw. ca. 19 und 38 m. Es wird in dem eben erwähnten Falle der von der gewölbten Decke kommende Schall so erdrückend stark gewesen sein, daß man den directen Schall bei  $\frac{1}{22}$  Secunde Zeitdifferenz schon deshalb nicht mehr gegenüber dem stärkeren indirecten und nahe damit zusammentreffenden Schall unterschieden hat. —

Die von dem Amerikaner J. Henry mitgetheilten und von Haege<sup>101)</sup> angeführten, anscheinend mit großer Sorgfalt angestellten Versuche über die Grenze der Vernehmbarkeit eines Echos, wenn man sich einer geraden Wand nähert, geben ähnlich wie oben ca.  $\frac{1}{18}$  Secunde Zeitdifferenz bei 21,34 m (= 2 × 35 Fufs engl.) Weg an.

Derartige Schallverlängerungen von so geringer Zeitdifferenz mögen in vielen Fällen schon nicht mehr nachtheilig sein; jedoch ist bei der Rede die Grenze wesentlich enger zu ziehen, weil schon der Nachklang eines Vocals, welcher mit dem

Fig. 43.



Hauptklang eines Consonanten zusammentrifft, die Schallwirkung unklar macht, das Ohr unangenehm berührt.

Verfasser wurde durch eigene Beobachtungen auf engere Grenzen geführt.

Auf der früheren Unterbaum-Brücke zu Berlin hörte derselbe bei O (Fig. 43) den von einer ganzen Reihe von Pfählen a, b, c, d... einer hölzernen, jetzt verschwundenen Uferschälung zurückgeworfenen Schall deutlich unterscheidbar, wie wenn man mit einer Säge rasch über einen Gegenstand hinfährt. Es war dieses die einzige Stelle, wo der Lage

nach ein derartiges Echo zurückkommen konnte. Die Pfähle der Uferschälung mochten ungefähr 1,5 bis 2,0 m von einander entfernt sein, so daß höchstens ca. 3 bis 4 m Differenz der Wege bei zwei benachbarten Pfählen eintrat.

Ein anderer Fall ist vom Verfasser in der Zeitschrift für Bauwesen (1872, S. 196) mitgeteilt. Bei einem Viaduct in Greene bei Kreienfen, dessen Längenschnitt in Fig. 44 skizzirt ist, hörte Verfasser ein ganz ähnliches schnarrendes Geräusch in der Mitte a zwischen zwei Pfeilern, und zwar bei mehrfachen und zu verschiedenen Zeiten fortgesetzten Versuchen. Es konnte das Geräusch nur durch mehrfache Reflexion der Pfeilerwände geschehen, ähnlich wie eine Lichtquelle zwischen zwei parallel einander in gleicher Höhe gegenüber stehenden Spiegeln bei geeigneter Stellung des Auges unzählige Male gesehen wird. Wechselte man den Standpunkt und trat an den Pfeiler bei b, so war das Zeitintervall etwa das doppelte, während bei c gar kein Echo sich ergab, ein deutlicher Beweis, daß die Wände und nicht das Gewölbe die Ursache des Echos waren. Die Pfeiler waren etwas über 6 m (ca. 20 Fufs) von einander

<sup>101)</sup> In: Zeitschr. f. Bauw. 1859, S. 585.

entfernt, und bei der Stellung in  $a$  war die Differenz der Wege zweier auf einander folgender Schallreflexe eben so groß. Bei der Stärke der Schallwirkung wurden sie trotz der geringen Zeitdifferenz von etwa  $\frac{1}{50}$  Secunde wesentlich durch die Wiederholung und das Eigenthümliche des Tones bemerkbar.

Bei nicht zu starkem Schall und nicht zu übermächtig raschem Sprechen wird man annehmen können, daß innerhalb der Grenze von etwa 5 m Differenz der Wege an das Ohr gelangende Schallwirkungen derselben Schallquelle zusammenwirken, sich gegenseitig unterstützen, in der Wirkung also addiren. Es entspricht dieses etwa einer Zeitdifferenz von  $\frac{1}{67}$  Secunde.

Bei Musik und bei mehrstimmigem Gesänge wird man diese Grenze weiter ziehen können, wie schon die vielfach größere Tiefe des Orchesters nachweist; doch dürften bei einem Quartett solche Entfernungen der einzelnen Instrumente nach der Tiefe des Orchesters, auch der Zeitintervalle wegen, schon nicht mehr zulässig fein.

Will man aber in bewusster Absicht auf das Zusammenwirken aus derselben Schallquelle auf verschiedenen Wegen kommender Schallwellen hinarbeiten, so wird man zweckmäßiger Weise die Differenz der Wege auf weniger als 4 bis 5 m zu beschränken suchen. Die Wirkung wird um so größer sein, je geringer die Differenz der Wege ist, wenn auch bei geringem Nachklang der Ton voller, runder und weniger hart wirkt.

Es soll mit obigen Zahlen aber nicht gerade ein bestimmtes, nicht zu überschreitendes Maß aufgestellt, sondern nur die Richtung angedeutet werden, wohin man wirken muß. Jedenfalls geht aus den mitgetheilten Versuchen hervor, daß die früheren Angaben für ein nützlich Zusammenwirken zweier aus derselben Schallquelle kommenden Schallwellen für viele Fälle zu weit gegriffen waren.

## 2) Reflexion des Schalles.

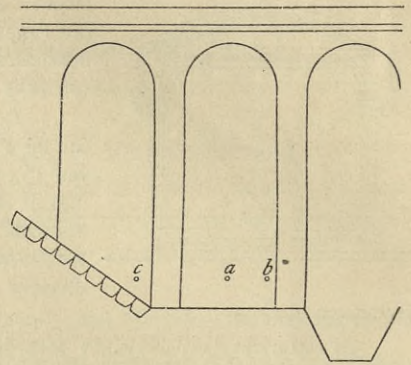
Wenn Schallwellen einen festen Körper treffen, so werden sie von demselben zurückgeworfen, und zwar der Richtung nach unter demselben Winkel, als sie denselben treffen. Es ist dies der gleiche Vorgang, wie beim Licht, und man kann mit Sicherheit annehmen, daß, wo man einen Redner im Spiegel sieht, man bei einer mit dem Spiegel in der Richtung zusammenfallenden Wand bei genügender Differenz der Schallwege einen Schallreflex hört.

Concave Wände sammeln den Schall, convexe zerstreuen ihn, und zwar überall nach dem eben ausgesprochenen Gesetze, daß der Schall unter gleichem Winkel zurückgeworfen wird, als er die reflectirende Fläche trifft.

Die Schallrichtung deutet man der klareren Darstellung wegen durch Schallstrahlen an, so wie man auch einen Ausschnitt aus der Schallwelle damit begrenzen kann.

Je glatter die Fläche ist, welche reflectirt, und je fester und dichter der betreffende Körper, desto vollkommener ist die Reflexion, welche dann allein durch

Fig. 44<sup>102)</sup>.



33.  
Gesetz  
der  
Reflexion.

34.  
Beschaffenheit  
der  
reflectirenden  
Flächen.

102) Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1872, S. 196.

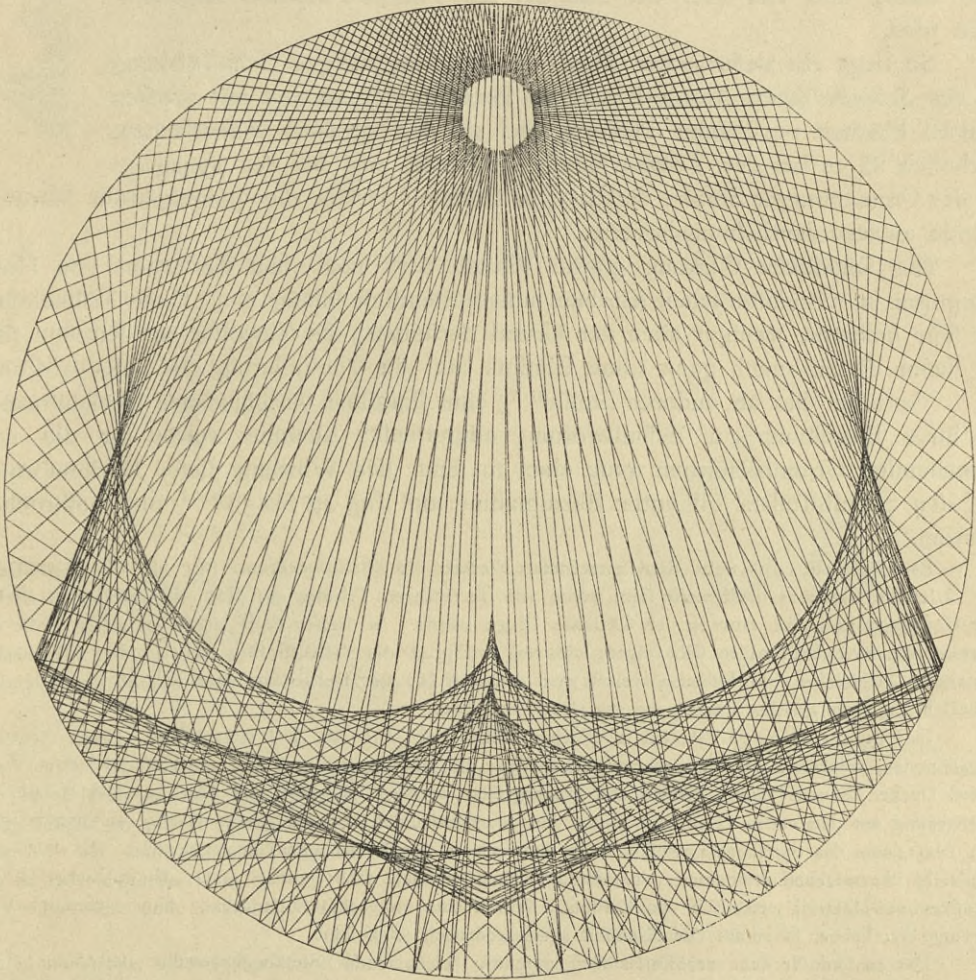
die Elasticität der Luft bewirkt wird. Ueber das elastische Mittönen der Wände soll weiter unten (unter 3) gesprochen werden.

So einfach obiges Gesetz ist, so complicirt kann es sich besonders bei doppeltem Zurückwerfen gestalten.

35.  
Grundriffsform.

Langhans theilt in seiner »Katakustik« (in Fig. 46 u. 47) zwei Beispiele mit, worunter besonders das durch Fig. 45<sup>103)</sup> wiedergegebene interessante Schall-Concentrationen zeigt. Diese können in doppelter Weise ungünstig wirken, entweder wenn sie wesentlich verschiedene Weglängen haben, oder durch die übermäßige

Fig. 45<sup>103)</sup>.



Stärke des Schalles, welche für das Ohr erdrückend, ja betäubend wirken kann, wie in dem eben mitgetheilten Falle (früheres Theater auf dem Schiller-Platz in Berlin).

Runde, sowohl kreisförmige, wie elliptische Grundriffsformen können deshalb akustisch sehr gefährlich werden, wenn nicht die Brennpunkte, bzw. die Punkte starker Concentration in der Luft liegen, entfernt von den Zuhörern. Bei Theatern und ähnlichen Hörfälen ist dieses nicht immer der Fall.

<sup>103)</sup> Facf.-Repr. nach: LANGHANS, C. Ueber Theater oder Bemerkungen über Katakustik in Beziehung auf Theater. Berlin 1810.

Aber nicht blofs die Brennpunkte folcher Schallstrahlen find gefährlich; fondern es liegen auch starke Schall-Concentrationen nahe am Umfang, was für höhere Ränge von Theatern etc. von übler Wirkung fein kann. Aus diefem Grunde schlägt *Langhans* für die Brüstungen von Theater-Logen Querschnittsformen vor, welche den Schall stärker zerstreuen, als die Grundrifsform denselben fammelt. Brüstungen, wie die neben stehende (Fig. 46), oder folche mit Docken oder mit starkem Relief werden dies bewirken und find in folchem Falle fehr zu empfehlen.

Fig. 46.



Es kann jedoch der Schall-Reflex auch ohne Concentration der Schallwellen fehr fchädlich fein, wie dies bei glatten geraden Wänden fehr häufig und viel öfter der Fall ift, als von den Meiften angenommen wird.

So liegt ein wefentlicher Theil der fehr ungünstigen Schallwirkung in der *Schinkel'schen Nicolai-Kirche* zu Potsdam<sup>104)</sup> an den mit grofsen glatten Flächen versehenen Pfeilern und an den grofsen Wandflächen. Aehnlich ift es bei der *Thomas-Kirche* in Berlin und bei der Synagoge in der Oranienburger Strafsse dafelbft; in letzterer wirken die fpiegelglatten Marmorwände aufserordentlich nachtheilig.

Die fchädliche Wirkung glatter Wände tritt nach dem Entfernen von Holz-Emporen in mittelalterlichen Kirchen aufserordentlich häufig ein. Diefes Erfcheinung ift fehr bekannt, weniger aber der Grund derfelben; die Gewölbe der Kirchen find in diefen Fällen meift ganz ohne Einflufs auf die Veränderung der Schallwirkung.

36.  
Deckenform.

Verfaffer hat an anderer Stelle<sup>105)</sup> eine Parallele verfchiedener Deckenformen in ihrer Beziehung zur Schallwirkung mitgetheilt; diefelbe würde für die entfprechenden Grundrifsformen ganz eben fo fein. Die Wirkung diefer Deckenformen auf den Schall-Reflex foll unter Bezugnahme auf Fig. 47 bis 50<sup>106)</sup> hier befprochen werden.

Es zeigt fich, dafs unter den betrachteten Formen die Stichbogenform (Fig. 48) die ungünstigfte ift. Diefelbe würde es noch mehr fein, wenn, wie im früheren Theater auf dem *Schiller-Platz* in Berlin, der Gewölbemittelpunkt etwa in der Ohrhöhe liegen würde. In diefem Falle würde an diefer Stelle ein Brennpunkt der Schallstrahlen fich bilden, während in Fig. 48 die Schallstrahlen das Gewölbe faft parallel verlaffen. Abgesehen vom Reflexionsverlust wird demnach bei der Deckenform nach Fig. 48 der reflectirte Schall unten etwa gleiche Stärke, wie am Gewölbe haben.

In Fig. 47, 49 u. 50 ift oben in gleicher Höhe  $AD$ ,  $AC$  und  $AC$  fefte Wand, bezw. Gewölbe angenommen, während, wie im vorhergehenden Falle, die Schallquelle in  $O$  ift; unterhalb der feften Wand, bezw. Decke können Pfeiler, Säulen etc. vorausgefetzt werden. Es zeigt fich hier an dem Grade der Zerftreuung auf den erften Blick, dafs unter den gewählten Beifpielen die gerade Decke am ungünstigften ift, dafs dann das Spitzbogengewölbe folgt und zuletzt das Kreisbogen-Tonnengewölbe. Es wird dies vielleicht überraschend erfcheinen, da gerade Decken vielfach fehr günstig find; allein hierbei ift das Constructions-Material wefentlich von Einflufs. Würde man wagrechte Steindecken ohne wefentliche Vorfprünge etc. haben, fo müfste der Nachhall aufserordentlich stark fein.

Das an und für fich verhältnismäfsig ungünstig erfcheinende Spitzbogengewölbe tritt felten in der einfachen Form von Fig. 50 auf, fondern meiftens in der Form des Kreuzgewölbes, wo der untere fchädlichfte Theil faft ganz von den Rippen in Anspruch genommen wird. Bei der *Werder'schen Kirche* in Berlin find jedoch über den fchmalen Seitenschiffen derartige fchmale Gewölbe, wie in Fig. 50, und es wirken diefelben überaus ungünstig.

Im Allgemeinen kann man unter fonft gleichen Verhältniffen das Kreisbogengewölbe als günstiger, wie das Spitzbogengewölbe anfehen; unter den Spitzbogen-

<sup>104)</sup> Siehe: Zeitfchr. f. Bauw. 1872, S. 220 u. ff.

<sup>105)</sup> Ebendaf., Bl. F.

<sup>106)</sup> Facf.-Repr. nach: Zeitfchr. f. Bauw. 1872, Bl. E.

Fig. 47<sup>106</sup>).

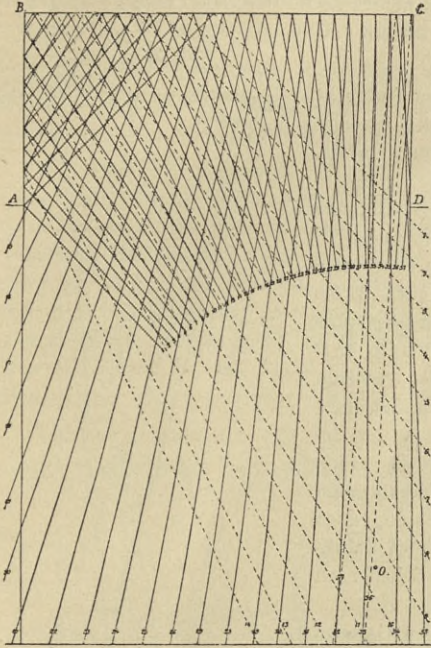


Fig. 48<sup>106</sup>).

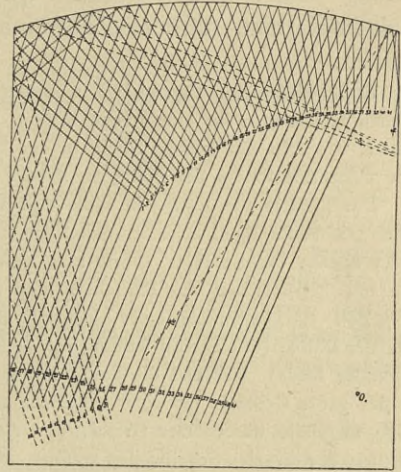


Fig. 50<sup>106</sup>).

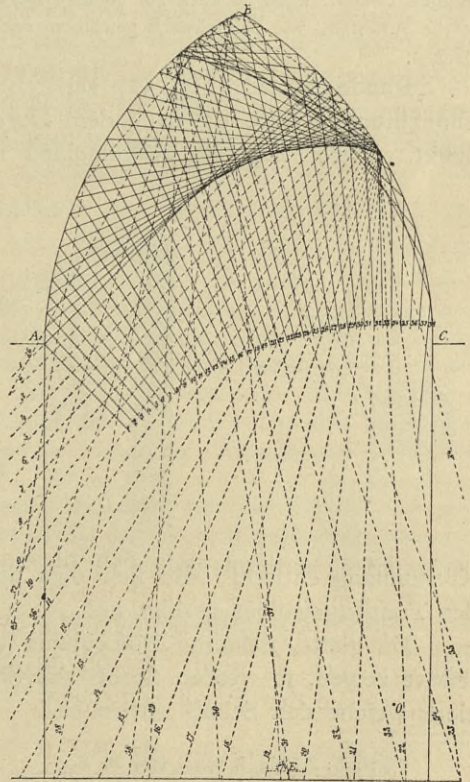
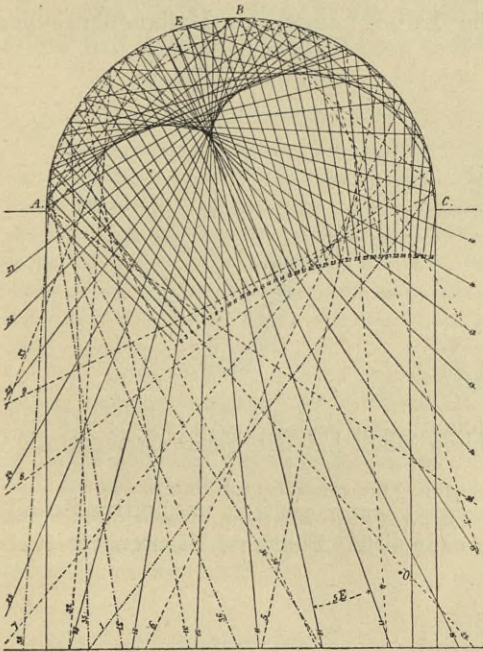


Fig. 49<sup>106</sup>).



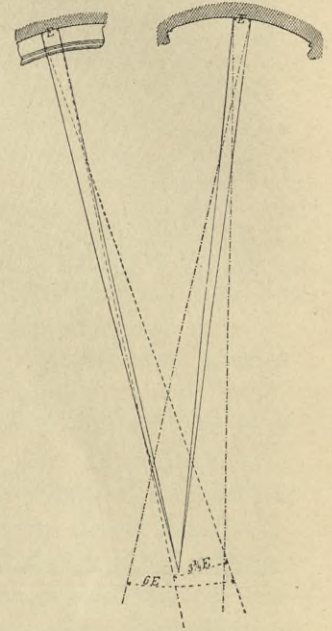
gewölben sind diejenigen mit großem Halbmesser im Allgemeinen ungünstiger, als diejenigen mit kleinerem Halbmesser der Wölbung. Zweckmäßig wird man bei Anwendung beider Gewölbeformen speciell beim Kreuzgewölbe die Kappen stechen, um dadurch eine stärkere Zerstreuung des Schalles zu bewirken.

Es ist dieselbe in Fig. 51<sup>107)</sup> nach zwei auf einander senkrecht stehenden Richtungen für eine solche Kappe dargestellt, und es zeigt sich hier, wie sehr ein solcher Stich in der Kappe zerstreudend wirkt, da die Concentration in der Nähe der Decke erfolgt.

Das Theater von *Runge* in Philadelphia<sup>108)</sup> zeigt, wie sehr eine schwach trichterförmige Decke den Schall sammeln kann. Wie *Runge*<sup>109)</sup> von der oberen Galerie sagt, »hörte man dafelbst auf dem allerletzten »Sitze mit Bestimmtheit das Plätschern und Riefeln des etwa 32 mm (= 1/8 Zoll) starken Strahles einer kleinen Fontaine am allerentlegensten »Ende der Bühne (in einer Entfernung von beiläufig »180 Fufs (= 55 m »in gerader Linie), während die ganze Bühne mit Draperien verhängt »und das ganze Gebäude mit einer wogenden und fummenden Menschenmenge angefüllt war.« Der Grund, den *Runge* hierfür in der Ungeföhrtheit der directen Schallwellen anführt, ist nicht zutreffend. Schon *Langhans* weist<sup>110)</sup> den richtigen Grund in der Schall-Concentration der Decke nach; ein zweiter Grund möchte noch in der doppelten Reflexion der den oberen Theil der Galeriewände treffenden Schallwellen beruhen, wo die stark geneigte Decke (Fig. 53) den Schall nach den Sitzreihen herunter wirft.

Bekannt sind ähnliche Erscheinungen bei den oberen Galerien anderer Theater, wenn sie auch bei geraden Decken felten in gleicher Stärke auftreten, wie bei schwach gewölbten oder schwach zeltartigen Decken.

Runde Säulen (Fig. 52) zerstreuen bei der Reflexion den Schall, eben so Cannelirungen (Fig. 54) nach dem Durchgang der Schallstrahlen durch den Brennpunkt. Dieser liegt im Allgemeinen um die halbe Länge des Halbmessers vom

Fig. 51<sup>107)</sup>.

37.  
Säulen  
u. dergl.

Fig. 52.

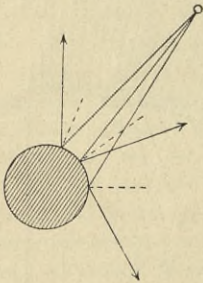


Fig. 53.

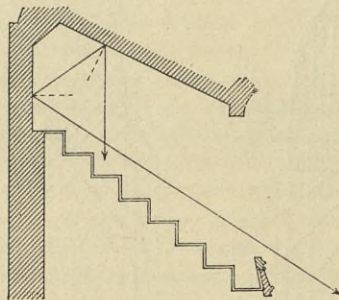
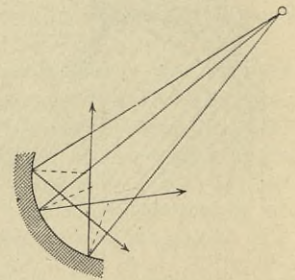


Fig. 54.



Kreisumfang entfernt, wie sich dies auch schon oben bei der Schall-Concentration des Tonnengewölbes gezeigt hat.

Da glatte, steinerne Prosceniums-Wände der Theater vielfach ungünstige Schallreflexe zeigen, so werden sie oft mit Säulen, cannelirten Pilastern, Figuren etc. verziert, welche den Schall zerstreuen.

<sup>107)</sup> Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1872, Bl. F.

<sup>108)</sup> Siehe: Zeitschr. f. Bauw. 1860, S. 146 u. ff.

<sup>109)</sup> Ebendaf., S. 150.

<sup>110)</sup> In: Zeitschr. f. Bauw. 1860, S. 336.



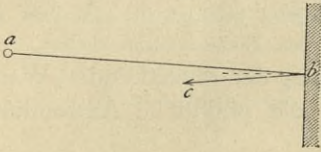
## 3) Mittönen von Wänden und Decken.

Bei elastischen Körpern und besonders bei solchen von geringer Masse bewirken die Schallwellen ein elastisches Schwingen dieser Objecte. Hierdurch wird einerseits die Reflexion wesentlich abgeschwächt; andererseits entstehen durch die Schwingungen des reflectirenden Körpers wieder neue Schallschwingungen, gewissermaßen eine neue Schallquelle, welche den reflectirten Schall unterstützt, aber nur auf eine geringere Entfernung, als der reflectirte Schall wirkt.

Von Haege<sup>111)</sup> mitgetheilte Versuche mit einer Stimmgabel, welche mit dem Kopf gegen eine hölzerne Wand gehalten wurde, zeigten eine ganz gleiche Schallwirkung an beiden Seiten der Wand, eben so ober- und unterhalb einer Tischplatte, wenn man die Stimmgabel darauf hielt; es ging deshalb für die eine Seite des Raumes an und für sich die Hälfte der Schallwirkung verloren. Wenn trotzdem eine Verstärkung des Schalles durch das Auftreten der Stimmgabel auf eine mittönende Platte eintrat, so war die Dauer der Schallwirkung eine um so viel geringere. Dies zeigte sich beim Schwingen, bezw. kaum merkbaren Tönen der Stimmgabel, in freier Luft an einem Faden aufgehängt, im Verhältniß zu dem beim Auftreten derselben auf eine Platte; im ersten Falle war die Dauer des Schwingens 252 Sekunden, im zweiten weniger als 10 Sekunden, allerdings bei verstärkter Schallwirkung.

Da die Abnahme des Schalles nach dem Quadrate der Entfernung erfolgt, so ist beim reflectirten Schallstrahl (Fig. 55) das Quadrat  $(ab + bc)^2$  maßgebend, bei der neuen, durch Mittönen entstehenden Schallquelle jedoch das Quadrat  $bc^2$ . Letzteres wächst im Verhältniß viel rascher, als die vorhergehende Größe; also muß die Abnahme des Schalles hier auch viel rascher vor sich gehen. Derartige mittönende Wände müssen demnach ungeachtet des Schallverlustes nach außen sehr nützlich wirken; weil der Schall in geringer Entfernung sowohl den Schallreflex als den directen Schall, welche beide zusammenwirken, unterstützt und nur auf größere Entfernung für den Schallreflex verloren geht; dies ist aber betreff der Schall-Collisionen directer und reflectirter Schallwellen bei ausreichender Differenz der Wege sehr nützlich. Die in der Nähe eine kurze Zeit und sehr nützlich wirkende Verstärkung des Schalles kann man leicht bei Hörfällen mit hölzernen Paneelen, wenn man in deren Nähe sitzt, beobachten.

Fig. 55.



Der neuen, durch Mittönen entstehenden Schallquelle jedoch das Quadrat  $bc^2$ . Letzteres wächst im Verhältniß viel rascher, als die vorhergehende Größe; also muß die Abnahme des Schalles hier auch viel rascher vor sich gehen. Derartige mittönende Wände müssen demnach ungeachtet des Schallverlustes nach außen sehr nützlich wirken; weil der Schall in geringer Entfernung sowohl den Schallreflex als den directen Schall, welche beide zusammenwirken, unterstützt und nur auf größere Entfernung für den Schallreflex verloren geht; dies ist aber betreff der Schall-Collisionen directer und reflectirter Schallwellen bei ausreichender Differenz der Wege sehr nützlich. Die in der Nähe eine kurze Zeit und sehr nützlich wirkende Verstärkung des Schalles kann man leicht bei Hörfällen mit hölzernen Paneelen, wenn man in deren Nähe sitzt, beobachten.

Ein elastisches Mittönen, wie bei der Stimmgabel, weist Tyndall<sup>112)</sup> bei einem Holzstabe nach, welcher einerseits mit einer Schneide auf dem Resonanzboden eines Musikinstrumentes steht und andererseits einen zweiten Resonanzboden trägt. Wenn ein solcher Stab durch mehrere Stockwerke reicht und in den Zwischendecken in Zinnröhren mittels Kautschukbändern vollständig isolirt ist, so hört man oben die Musik des unteren Instrumentes vollständig klar und deutlich. Das Tönen hört auf, sobald man den oberen Resonanzboden entfernt; derselbe kann auch durch eine Violine, Gitarre etc. ersetzt werden. Es werden auch hier die Schallwirkungen intensiver fein, und zwar auf Kosten der Wirkungsdauer der Schallschwingungen.

Als verwandte Erscheinungen sind die unangenehmen Erfahrungen mit den Etagen-Wohnungen größerer Städte zu betrachten, wo die Musik einzelner Stockwerke leicht zu einer Qual für die Bewohner entfernter Geschosse, welche dieselbe mit zu »genießsen« gezwungen sind, werden kann. Es dürften hierbei die Zwischendecken als Resonanzböden wirken.

Bei den verschiedenen Rängen von Theatern verstärken Holzwände und -Decken den Schall in der Nähe durch Mittönen, je nach der Anordnung auch durch Schallreflex. Doch ist dieses Mittönen nicht bloß eine Eigenschaft des Holzes, sondern aller dünner elastischen Körper, welche eine nicht zu geringe Flächenentwicklung haben.

<sup>111)</sup> In: Zeitschr. f. Bauw. 1859, S. 587.

<sup>112)</sup> In: TYNDALL, J. *Sound*. 4. Aufl. London 1883. — Deutsch von H. HELMHOLTZ & G. WIEDEMANN. Braunschweig 1874. S. 95 bis 97.

Wenn die mittönenden Flächen nahe der Schallerzeugungsstelle liegen, so wirken sie auch auf grössere Entfernungen, wie dies die Refonanzböden der musikalischen Instrumente beweisen. Es fällt hier die Entfernung des Refonanzbodens von der Schallquelle gegen die Entfernung der Zuhörer nicht mehr in das Gewicht. Es sind hier für grössere Entfernungen das Quadrat der Entfernung für den directen und für den reflectirten, so wie für den durch Mittönen bewirkten Schall nahezu identisch.

Der Schalldeckel (über den noch unter 5 gesprochen werden wird) wirkt zum Theile durch Mittönen der Fläche, zum Theile durch Reflexion des Schalles, aber wegen der Nähe der Schallquelle auch bezüglich des Mittönens auf grössere Entfernungen.

39.  
Mittönen  
verschiedener  
Materialien.

Wie weit das Mittönen bei einzelnen Materialien und bei welchen Stärken derselben es in erheblichem Masse eintritt, ist durch präcise Versuche noch nicht fest gestellt. Dieselben können voraussichtlich nur durch Unterstützung der Regierungen oder in deren Auftrage bewirkt werden, da sie mit wesentlichen Kosten verknüpft sind.

Wichtig würde es sein, wenn durch unmittelbare Versuche fest gestellt würde, wie weit bei Holz, bei Putz auf Drahtnetz, bei dünnen Marmorplatten, bei Spiegel- und anderen Glascheiben etc. das Mittönen der Fläche, wie weit der Reflex eintritt; ferner in wie weit darauf die Dicke und die Befestigung von Einfluß sind. So wird Holz, in Putz eingebettet, einen geringeren Theil seiner Refonanz durch Mittönen einbüßen, als frei schwingendes Holz, während nicht zu dicker Putz auf Drahtnetz weit stärker mittönen wird, als Holz, welches auf den Putz der massiven Wand dicht anliegend befestigt ist. Da Putz auf Drahtnetz für Theater ohne Feuersgefahr ist, würde er vielleicht Holz zum Theile ersetzen können.

40.  
Reflexions-  
verlust durch  
Mittönen.

Das Verhältniß des Reflexionsverlustes zum Mittönen der reflectirenden Wand durch unmittelbare Versuche fest zu stellen, würde für die praktische Anwendung der Akustik von besonderer Wichtigkeit sein.

Verfasser hat bei einer Decke aus gehobelten Brettern von ca. 3 bis 4 cm Stärke diesen Reflexionsverlust auf über 75 Procent geschätzt<sup>113)</sup>, während aus vergleichenden Versuchen, welche der Architekt der Synagoge in der Oranienburger StraÙe zu Berlin mit einer geputzten Fläche und einer Marmorplatte anstellte, hervorging, daß geschliffene und polirte Marmorplatten sehr wenig Reflexionsverlust ergeben<sup>114)</sup>, wie dies auch andererseits aus dem starken Schallreflex der glatten Marmorwände dieses Bauwerkes hervorgeht.

#### 4) Deflexion des Schalles.

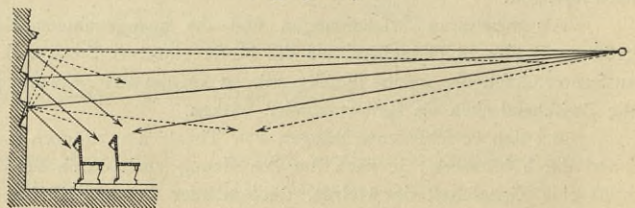
41.  
Ablenkung  
der  
Schallwellen.

Verfasser hat die Bezeichnung »Deflexion« oder »Ablenkung« der Schallwellen eingeführt für die Ablenkung derselben in einer bewußt bestimmten Richtung, um reflectirte Schallwellen theils nutzbar, theils unschädlich zu machen<sup>115)</sup>.

Wie man durch Bekleiden mit Holz die Umfassungswände durch Mittönen für die Schallwirkung nützlich machen kann, so kann man dies auch durch Aenderung der Flächenneigung in den Wänden.

In Fig. 56<sup>116)</sup> ist eine lothrechte Wand im Schnitt dargestellt. Ist dieselbe glatt, so werden die Schallwellen einer bestimmten Schallquelle zum Theile weit in den Raum hinein

Fig. 56<sup>116)</sup>.



113) Siehe: Zeitschr. f. Bauw. 1872, S. 209 u. 210.

114) Siehe: Ebendaf., S. 209.

115) D. R.-P. Nr. 12135.

116) Nach: Deutsche Bauz. 1881, S. 9.

Fig. 57.



Fig. 58.

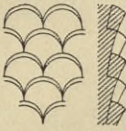


Fig. 59.

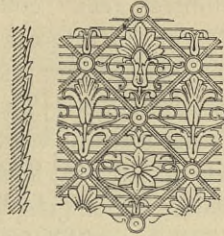
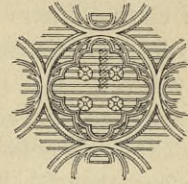
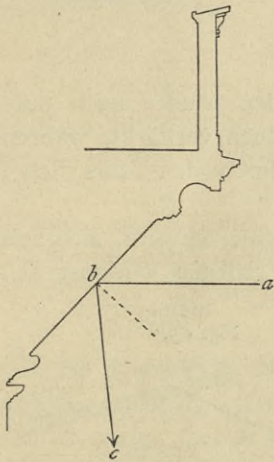


Fig. 60.



zurückgeworfen und werden hier Collisionen mit den directen Schallwellen bewirken, während die in Fig. 56 dargestellte, partiell geänderte Wandneigung den Schall nach den nahe gelegenen Sitzplätzen reflectirt. Fig. 57 bis 60 geben die Anwendung, wie dieses Princip, ohne den Flächeneindruck zu beeinträchtigen, durchführbar ist.

Fig. 61.



Dieselbe Wirkung tritt bei schrägen Unteransichten von Gesimsen, bei vorspringenden schrägen Unterflächen von Emporen etc. ein. In Fig. 61 wird dies durch den dem Schallstrahl entsprechenden Linienzug *abc* ohne Weiteres klar.

Wie weit man derlei geneigte Wandflächen in der GröÙe reduciren und durch Wiederholung derselben ersetzen kann, darüber fehlen noch genaue Versuche.

In einer Kirche zu Pyrmont hat Verfasser bei den großen Wandflächen unterhalb der Emporen die in Fig. 62 skizzirte Quaderung angewendet und dadurch sehr günstige Ergebnisse bezüglich der Schallzerstreuung erreicht: die Wände zeigen keinen schädlichen Schallreflex.

Eben so wirken die mit einem sorgfältigen, in der äußeren Erscheinung nicht hervortretenden Stäppputz versehenen Gewölbe der Kirche; jedoch wirkt Beides nur zerstreugend, ohne den Schall noch nutzbar zu machen.

Wie man durch Deflexion der Schallwellen nützliche Resultate erzielen kann, ist in jedem einzelnen Falle besonders zu untersuchen; jedoch wird man vielfach wirkungslos sich zerstreudenden Schall durch einfache Mittel nützlich, so wie schädlichen Schallreflex wirkungslos machen können. Für das Erstere sei noch bei ansteigenden Emporen oder Sitzreihen in Fig. 63 ein Beispiel angeführt. Schwach gebogene Flächen der Rückwände unterhalb der oberen Abßchlusßgesimse werden hier den Schall nahe dem Ohr des Hörenden concentriren, besonders wenn die reflectirende Fläche aus festem, glattem Material gebildet ist.

Fig. 63.

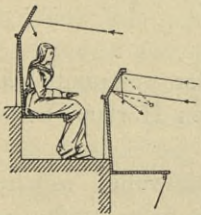


Fig. 62.



42.  
Anordnung  
der  
geneigten  
Flächen.

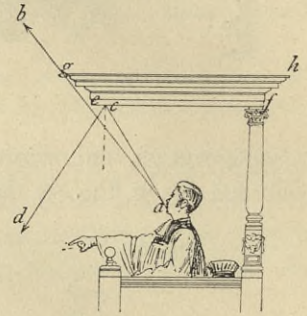
### 5) Schalldeckel.

Es ist schon in Art. 38 (S. 46) angedeutet worden, daß der Schalldeckel theils durch Schallreflexion, theils durch Mittönen, je nach Herstellung und Material, wirken kann, und es wird derselbe je nach dem Zwecke, der mit ihm erreicht werden soll, verschieden zu behandeln sein.

43.  
Größe.

Was zunächst die GröÙe des Schalldeckels betrifft, so wird dieselbe nach der beabsichtigten Wirkung zu bestimmen sein. Soll der Schalldeckel dazu dienen, um Theile eines Raumes möglichst von der directen Schallwirkung abzufperren, so wird man von der Schallquelle die geeigneten Richtungs-  
linien  $ab$  (Fig. 64) nach dem betreffenden Theile des Raumes ziehen, wodurch man in der Kante  $e$  den vorderen Rand des Schalldeckels begrenzt. Doch wird immer noch ein wesentlicher Theil des Schalles dahin gehen, wo er schädlich wirkt und wo man ihn auszuschließen sucht, so fern die Schalldecke  $ef$  elastisch miterschwingt und mit-  
tönt. Es wird hier für die schädliche Schallwirkung nach oben nur der Schallreflex  $cd$  und das Mittönen nach unten in Abzug kommen, abgesehen von dem Schallverlust durch Reflexion. Will man durch den Schalldeckel den Schall stärker abschließen, so thut man gut, über  $ef$ , etwa in  $gh$ , eine schwere, wenig elastische  
Platte anzubringen; es wird dann ein Theil der Schallwellen wieder nach unten geworfen und bei der geringen Entfernung von  $ef$  das Mittönen verstärkt, während der andere Theil durch den Reflex verloren geht, bezw. durch den Stoß sich in Wärme umsetzt.

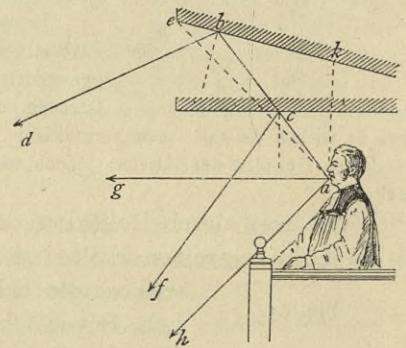
Fig. 64.



44.  
Neigung  
und  
Material.

Für die Wirkung auf größere Entfernung wird eine feste, schwere, möglichst  
glatt polirte, etwas geneigte Platte  $ek$  (Fig. 65) von der größten Wirkung sein, während ein wagrechter Schalldeckel  $cn$  bezüglich des Schallreflexes wesentlich auf geringere Entfernung wirkt, wie dies die bez. Schallstrahlen  $abd$  und  $acf$  zeigen. Durch eine geringe Wölbung kann man die Wirkung des Schalldeckels in gewissen Richtungen wesentlich verstärken.

Fig. 65.



Wie in der Synagoge in der Oranienburger StraÙe zu Berlin das Sprechen des nach der Altarnische sich wendenden Predigers gegen eine polirte Marmorplatte zeigt, entsteht bei derartigem Material außerordentlich wenig Reflexionsverlust, da der Prediger nahezu eben so, als wenn er nach der Kirche hinein spricht, gehört wird. Es wird demnach auch bei obiger Anordnung einer Marmorplatte der gefamnte dieselbe treffende Theil des Schalles mit sehr geringem Verlust für den Hörfaal, bezw. die Kirche nutzbar.

Vergleicht man den durch  $gah$  bezeichneten Theil der Schallwelle, welcher direct nutzbar wird, mit dem Theile  $eak$ , so sieht man leicht, daß man durch eine geeignete Anordnung und durch geeignetes Material des Schalldeckels die Schallwirkung verdoppeln kann. Für die Schallwirkung würde es hierbei nicht ungeeignet sein, den über dem Kopf des Redners befindlichen Theil des Schalldeckels aus Holz herzustellen, so daß derselbe durch den starken Schallreflex nicht selbst zu stark betäubt wird. Bringt man hinter dem Redner und zur Seite desselben mittönende Holzwände an, so kann auch hierdurch eine Schallverstärkung eintreten.

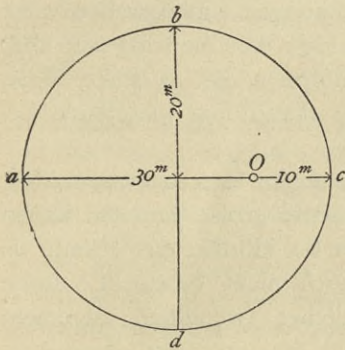
Man wird den Schalldeckel in jedem einzelnen Falle je nach den beabsichtigten Wirkungen stets besonders construiren müssen, sowohl bezüglich der Anordnung als des Materials, und es wird meistens hierauf nicht genug Gewicht gelegt; vielmehr sind die Schalldeckel häufig nur von sehr geringer Wirkung.

### 6) Diffusion des Schalles.

Beim Schall, wie beim Licht tritt die Schall-, bezw. Lichtwirkung nicht bloß in der geraden Richtung von der Schall-, bezw. Lichtquelle aus ein. Tritt ein Körper in den Weg, so werden die Schall-, bezw. Lichtstrahlen an den Kanten gebeugt. Man hört auch hinter den Pfeilern einer Kirche, hinter den Säulen eines Saales etc. und nicht bloß durch Schallreflex. Man hört gleichfalls im Rücken des

Redners, wenn auch auf geringere Entfernung, als in der Richtung, nach welcher der Redner spricht; allerdings wirkt dabei auch der Schallimpuls mit, welcher seinen Knotenpunkt, bezw. sein Centrum der Verbreitung in geringer Entfernung vor dem Munde des Sprechers haben wird.

Fig. 66.



Nimmt man den Redner in  $O$  (Fig. 66) an, so wird man nach vorn etwa dreimal so weit, nach den Seiten etwa zweimal so weit, als nach rückwärts hören, und es wird ein durch die Punkte  $a, b, c, d$  gelegter Kreis eine Linie gleich starken Schalles sein, in so fern man nicht durch künstliche Mittel die Wirkung der Stimme unterstützt. Ohne solche Mittel, wie sie z. B. ein Schalldeckel darbietet, wird ein derartiger Kreis von ca. 40 m Durchmesser auch bei einer sehr starken und klaren Stimme die Grenze bequemen Hörens bilden. Hierbei dürfen jedoch keine schädlichen Schallverwirrungen entstehen, da in einem solchen Falle die Grenzen viel enger zu ziehen sind. Bei einem geeignet construirten Schalldeckel kann man die Grenze guten Hörens wesentlich weiter ziehen<sup>117)</sup>.

### 7) Maßstab für den Schall und Untersuchung eines Raumes auf Grund von Zeichnungen.

Will man die Schallwirkungen eines Raumes klar beurtheilen können, so wird hierfür in vielen Fällen ein Maßstab von Nutzen sein, wobei man jedoch stets bedenken muß, daß die Schallstärke im umgekehrten Verhältniß zum Quadrat der Entfernung von der Schallquelle steht. Der Maßstab kann nur durch eine Schallfläche, durch einen Querschnitt eines Schallauschnittes gebildet werden.

Einen passenden Grundmaßstab bildet ein Quadrat von 1 cm Seitenlänge bei 10 m Entfernung von der Schallquelle. Ist der Maßstab der verfügbaren Zeichnungen klein, so wird man mit 2 bis 3 cm Seite klarere graphische Ergebnisse erreichen.

Will man auf Grund einer Zeichnung untersuchen, wo und wie weit eine Schallrichtung schädlich ist, so wird man die durch vier Schallstrahlen begrenzte Pyramide, welche ihre Spitze in der Schallquelle hat, bis dahin verfolgen, wo die Schallrichtung schließlich das Ohr des Zuhörers erreicht. Man construirt sich an

45.  
Wefen  
der  
Diffusion.

46.  
Maßstab.

47.  
Raum-  
untersuchung.

<sup>117)</sup> Siehe auch Theil IV, Halbbd. 1 (Art. 241 bis 245, S. 245 bis 247) dieses »Handbuches«.

dieser Stelle den Querschnitt des Schallauschnittes und vergleicht diese Fläche mit derjenigen, welche in gleicher Gröfse bei directer Fortbewegung des Schalles entstanden wäre; alsdann kann man mit Hilfe des Gesetzes über die Abschwächung nach dem Quadrat der Entfernung leicht abschätzen, wie sich schliesslich der Schall zu dem an der Grenze des deutlichen Hörens verhält, also bei ca. 30<sup>m</sup> Entfernung.

48.  
Prüfung  
in den  
Entwürfen.

Beispiele einer solchen Unterfuchung sind in der unten<sup>118)</sup> genannten Quelle mitgetheilt. Es empfiehlt sich, eine solche Unterfuchung bei allen gröfseren Hörfällen bereits im Entwurf vorzunehmen, wenn man nicht schon vorher durch vielfache Unterfuchungen ein genügendes Urtheil für den einzelnen Fall gewonnen hat.

Die Prüfung eines Raumes auf seine Schallwirkung wird sich ausserdem auf Grundlage der Zeichnungen meistens leichter durchführen lassen, als die Prüfung des Raumes selbst, weil sich in letzterem Falle so viele Schallwirkungen durchkreuzen und den Einzeleindruck so verwirren, dass man auch bei einigermaßen geübtem Urtheil gern auf die Prüfung der Akustik aus den Zeichnungen zurückgreifen wird. Eine solche Unterfuchung ist allerdings immer sehr schwierig; dieselbe wird sich aber erst dann vermeiden lassen, wenn sich für gewisse Raumformen das akustisch Nothwendige durch wissenschaftliche Unterfuchungen und die daran sich knüpfende Erfahrung fest gestellt hat.

Die alljährlich sich fortsetzenden ungünstigen Erfahrungen über unweckmäfsig für den Bau grosser Hörfäle, Kirchen, Theater etc. verwendete grosse Summen haben es bis jetzt noch nicht vermocht, dahin zu führen, dass für Hörfäle das Hören als eine Hauptbedingung betrachtet wird; sie haben es noch nicht vermocht, durch consequent fortgesetzte Beobachtungen auf wissenschaftlicher Grundlage allgemein zu einer klaren einfachen Praxis zu gelangen.

#### b) Verbesserung der Akustik in vorhandenen Räumen.

49.  
Erkenntnifs  
der  
Fehler.

Im Allgemeinen werden dieselben Mittel, welche in neu zu erbauenden Räumen die Akustik derselben günstig beeinflussen, auch bei vorhandenen Räumen das Gleiche bewirken, so fern sie noch angewendet werden können. Dem stehen nach mancher Richtung die Bedingungen der Benutzung, vielfach auch die architektonische Raumgestaltung entgegen, und man wird deshalb in der Anwendung dieser Mittel manchen Beschränkungen unterliegen; auch wird man in den meisten Fällen die Raumformen selbst nicht mehr ändern können, wodurch die Akustik in sehr vielen Fällen vorzugsweise ungünstig beeinflusst wird.

Bei Beurtheilung der gegen eine fehlerhafte Akustik anzuwendenden Mittel ist vor Allem eine Erkenntnifs der Fehlerursachen wichtig. Dies ist aber in den meisten Fällen sehr schwer, weil meistens eine ganze Reihe von Fehlern zugleich wirksam sind, so dass sich die wirkliche Ursache vielfach der unmittelbaren Beurtheilung entzieht. Es wird hierbei die Unterfuchung des Raumes auf Grund von Zeichnungen häufig die Beurtheilung wesentlich erleichtern.

Man würde auch bald zu einem rascheren Ergebnifs gelangen, so fern man die Schallquelle in nächster Nähe für einzelne Richtungen in geeigneter Weise unwirksam machen könnte, wofür aber bis jetzt die Instrumente fehlen. Es werden sich diesem Mangel weitere Unterfuchungen und Arbeiten, mehr als bisher geschehen ist, zuwenden müssen.

<sup>118)</sup> Zeitfchr. f. Bauw. 1872, S. 213 bis 222.

Für Decken sind in neuerer Zeit Netze oder ausgespannte Fäden und Drähte von Eisen oder Stahl mehrfach verwendet worden. Dieselben werden durch die Schallwellen in Mitschwingen veretzt und entziehen dadurch der Luftbewegung, sowohl auf dem Wege zur Decke, als zurück, einen wesentlichen Theil der Kraft, so daß der Schallreflex dann zu schwach und unschädlich wird.

So ist in der *Thomas-Kirche* zu Berlin ein wesentlicher Theil der sehr ungünstigen Schallwirkung beseitigt, jedoch nur für die Kuppel, unter welcher das Netz gespannt ist. Bei der Höhe des Raumes fällt dieses Netz wenig auf. An anderen Stellen, besonders vor Wänden in Menschenhöhe, wird man solche Netze nicht aufspannen können, und es werden für lothrechte Wandflächen wagrecht aufgespannte Netze meistens unwirksam sein.

Die ersten Angaben über dieses seit etwa 10 Jahren in Aufnahme gekommene Verfahren sind in englischen und amerikanischen Fachzeitschriften (siehe das unten stehende Literaturverzeichnis) zu finden. Aus diesen und anderen Mittheilungen geht hervor, daß es bei richtiger Anwendung meist von gutem Erfolge begleitet war, daß das Netz nicht zu hoch über dem Fußboden gespannt und die Maschenweite nicht zu groß sein darf. *Favaro*<sup>119)</sup> theilt hierüber folgende Einzelheiten mit.

Nach *J. M. Allen* wurde u. A. in der *Asylum Hill Congregational Church* zu Hertford der Draht in Abständen von 63 mm (= 2,5 Zoll engl.) in Kämpferhöhe des spitzbogigen Tonnengewölbes gespannt und Draht Nr. 21 verwendet. Nach *Dolbear*<sup>120)</sup> sollen es Drähte von der Dicke der Clavierfäden sein, die in solcher Weite zu spannen sind, daß sie, wenn mit dem Finger angeschlagen, einen tiefen Ton erklingen lassen. In vielen Kirchen Englands, in der *Madeleine-Kirche* zu Paris etc. sind mit Baumwollfäden von 2 bis 3 mm Dicke gute Ergebnisse erzielt worden. Im Sitzungsfaale des Provinzialrathes von Treviso wurden Baumwollfäden von ca. 3 mm Dicke in Maschen von 12 cm Weite allerdings mit nur theilweisem Erfolge, in der Garnisons-Kirche zu Stuttgart ein Seilnetz von ca. 20 cm Maschenweite ohne allen Erfolg angewendet; in beiden Fällen wurde offenbar die Maschenweite zu groß gewählt, in Stuttgart das Netz in zu großer Höhe angebracht, so fern nicht die Wände der Hauptgrund für die schlechte Akustik sind.

Wände, welche akustisch ungünstig wirken, werden auch durch Bekleidung mit rauhen Stoffen akustisch wesentlich günstiger. Hier werden in den meisten Fällen auch in dem in Art. 41 (S. 46) angegebenen Sinne deflectirende Flächen nützlich sein können. Stoffvorhänge schliessen sehr häufig Nischen ab, so daß entweder die Wand- oder Deckenflächen nicht mehr schädlich reflectiren, wie dies bezüglich der Halbkuppeln des Kreuzschiffes in der *Thomas-Kirche* zu Berlin der Fall ist. Diese Halbkuppeln sind etwa auf halber Höhe nach der Kirche hin durch Draperien verhängt.

Wand- und Deckenflächen sind auch wohl durch ausgespannten und in der Farbe dieser Flächen gestrichenen Stoff unschädlich gemacht. Alle solche mitschwingende Flächen entziehen dem Schall seine Kraft und werden, an richtiger Stelle angewandt, vielfach nützlich wirken.

Ein Rautmachen der Wandflächen, eine Stuck-Ornamentirung etc. können die gleiche Wirkung haben. So wirken beispielsweise in der *St. Peters-Kirche* zu Rom die Deckenformen, welche jenen in der *Nicolai-Kirche* zu Potsdam und in der *Thomas-Kirche* zu Berlin ähnlich sind, in Folge der reichen Decken-Decoration weitaus günstiger. Es liegt dies nicht an den größeren Abmessungen; vielmehr müßte dafelbst ein concentrirter Schallreflex ein noch deutlicheres Echo bewirken.

Die Erkenntniß der Fehlerursachen ist jedoch überall das Wichtigste, und es wird dafür in vielen Fällen das vom Verfasser angewandte und in der unten<sup>121)</sup> stehenden

<sup>119)</sup> In: FAVARO, A. *L'acustica applicata alla costruzione delle sale per spettacoli e pubbliche adunanse*. Turin 1882.

<sup>120)</sup> DOLBEAR, A. E. *The telephone etc.* Boston 1877.

<sup>121)</sup> Zeitschr. f. Bauw. 1872, S. 190.

Quelle dargestellte Verfahren ausreichend Licht geben. Jedoch müssen genaue Versuche sich vielfach anschließen, wozu provisorische Verhüllungen der als schädlich anzusehenden Flächen zu empfehlen sind, so fern man die Schallbegrenzung nicht auf andere Weise erreichen kann.

### Literatur

über »Akustik der Räume«.

- DUMONT, G. M. *Parallèle des plans des plus belles salles de spectacle de l'Italie et de la France.* Paris 1766.
- PATTE, P. *Essai sur l'architecture théâtrale.* Paris 1782.
- SAUNDERS, G. *A treatise on building theatres.* London 1790.
- STIEGLITZ, CH. L. Encyclopädie der bürgerlichen Baukunst etc. Ueber Schauspielhaus. Leipzig 1792—98.
- LANGHANS, C. G. Vergleichung des neuen Schauspielhauses zu Berlin mit verschiedenen älteren und neueren Schauspielhäusern in Rücksicht auf akustische und optische Grundsätze. Berlin 1800.
- RHODE, J. G. Theorie der Verbreitung des Schalls für Baukünstler. Berlin 1800.
- CATEL, L. Vorschläge zur Verbesserung der Schauspielhäuser. Berlin 1802.
- WEINBRENNER, F. Ueber Theater in architektonischer Hinsicht mit Beziehung auf Plan und Ausführung des neuen Hoftheaters zu Karlsruhe. Tübingen 1809.
- LANGHANS, C. F. Ueber Theater oder Bemerkungen über Katakustik. Berlin 1810.
- WETTER, J. Untersuchungen über die wichtigsten Gegenstände der Theaterbaukunst, der vortheilhaften Formen des Auditoriums und der zweckmäßigen Anordnung der Bühne und des Prosceniums, in optischer und akustischer Hinsicht. Mainz 1829.
- OTTMER, C. T. Architektonische Mittheilungen. 1. Abth. Das Königstädter Schauspielhaus zu Berlin etc. Braunschweig 1830.
- LACHEZ. *Sur l'optique et acoustique des salles de réunion publique.* Paris 1848.
- HENRY, J. *On acoustics applied to public buildings. Annual report of the Smithsonian institution etc. for the year 1856.* Washington 1857.
- A few gropings in practical acoustics. Builder,* Bd. 8, S. 411, 421.
- On the arrangement of buildings with reference to sound. Building news,* Bd. 4, S. 1178, 1195, 1228.
- HAEGE. Bemerkungen über Akustik, mit Bezug auf öffentliche Bauwerke in den Vereinigten Staaten und in England. *Zeitschr. f. Bauw.* 1859, S. 581.
- LANGHANS. Principien der Akustik und ihre Anwendung bei Theaterbauten. *Zeitschr. f. Bauw.* 1860, S. 330.
- SMITH, T. *On acoustics. Builder,* Bd. 18, S. 815, 833.
- SMITH, T. R. *A rudimentary treatise on the acoustics of public buildings.* London 1861.
- HELMHOLTZ, H. Die Lehre von den Tonempfindungen etc. Braunschweig 1862. — 4. Aufl. 1877.
- The acoustic properties of rooms. Builder,* Bd. 19, S. 469, 578.
- ORTH. Verhältniß der Akustik in baulicher Beziehung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1864, S. 296.
- TYNDALL, J. *Sound.* London 1867. — 4. Aufl. 1883.
- Akustische Neuigkeiten. *Wochbl. d. Arch.-Ver. zu Berlin* 1867, S. 369.
- TYNDALL, J. *Sound: A court of eight lectures.* London 1869. Deutsche Ausg. von H. HELMHOLTZ & G. WIEDEMANN. Braunschweig 1874.
- Acoustics and buildings. Builder,* Bd. 27, S. 402.
- Gutachten des Königl. Geh. Regierungsraths Prof. Dr. DOVE über die bei der Errichtung eines neuen Domes in Berlin zu beobachtenden Rücksichten auf Akustik. *Zeitschr. f. Bauw.* 1871, S. 245. Deutsche Bauz. 1871, S. 231.
- ORTH. Die Akustik großer Räume mit speciellem Bezug auf Kirchen. *Zeitschr. f. Bauw.* 1872, S. 189. — Auch als Sonderabdruck im Buchhandel erschienen: Berlin 1872.
- SAELTZER, A. *Treatise on acoustics in connection with ventilation.* London 1873.
- Akustik. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1874, S. 30, 46.
- DREW, TH. *On the application of wires to remedy acoustic defects in public buildings. Builder,* Bd. 32, S. 477.
- Der Entwurf zu einem Volks-Opernhause für Paris. Der Schall im Theater. Deutsche Bauz. 1876, S. 344.
- Notiz zur Akustik großer Räume. Deutsche Bauz. 1877, S. 330.



- LÖFFLER. Akustik im geschlossenen Raume. Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1877, S. 115.
- HENRY, J. *Researches on sound. Annual report of the Smithsonian institution etc. for the year 1879.* Washington 1879.
- Aphorismen über Akustik. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1879, S. 13.
- The acoustic properties of buildings. Building news*, Bd. 36, S. 410. NOSTRAND's *electric engng. mag.* Bd. 22, S. 153, 369.
- Concert rooms and sound. Building news*, Bd. 37, S. 277.
- The acoustic improvement of large halls. Engng.*, Bd. 28, S. 399.
- The acoustic improvement of large halls. Engng.*, Bd. 30, S. 136, 148.
- Effect of the motion of the air within an auditorium upon its acoustic qualities. Builder*, Bd. 37, S. 44. *Philosoph. magaz.*, Bd. 7, S. 111.
- WATSON, T. L. *The acoustics of public buildings. Building news*, Bd. 38, S. 234, 245.
- An experiment in acoustics. Building news*, Bd. 39, S. 176.
- Vorrichtungen in Wänden, Decken und Sitzbänken bei Kirchen, Theatern, Kuppeln, Parlaments- und anderen Hörfälen zur Beförderung der Akustik durch Deflexion der Schallwellen. Deutsche Bauz. 1881, S. 9.
- Die Verbesserung der Akustik in Hörfälen. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 160.
- Aus der Lehre vom Schall. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1881, S. 50, 57.
- LACHEZ, TH. *Acoustique et optique des salles de réunion etc.* Paris 1881.
- OAKY, A. F. *Acoustics in architecture. Architect*, Bd. 40, S. 195.
- Acoustics in architecture. Engineering magazine 1881. Building news*, Bd. 41, S. 391.
- FAVARO, A. *L'acustica applicata alla costruzione delle sale per spettacoli e pubbliche adunanze.* Turin 1882.
- Verbesserung der Akustik durch Netze von Metalldrähten. Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 78. Gefundh.-Ing. 1882, S. 217.
- Ueber die Akustik der Säle. St. Gallen 1886.
- EICHHORN. Die Akustik großer Räume nach griechischer Theorie. Deutsche Bauz. 1886, S. 22.
- EICHHORN, A. Die Akustik großer Räume nach altgriechischer Theorie etc. Berlin 1888.

### 3. Kapitel.

## Glockenftühle.

Von KÖPCKE.

Schon seit dem frühen Mittelalter finden wir für gottesdienstliche Zwecke die Thürme der christlichen Kirchen, später auch die Festungs- und Rathhausthürme (Belfriede) für die Zwecke der bürgerlichen Gemeinden mit Glockengeläuten versehen; jedoch kommen erst seit der Mitte des XIII. Jahrhunderts grössere gegossene Glocken vor, deren Anbringung und Bewegung uns hier zu beschäftigen hat.

Eine Glocke stellt einen Rotationskörper dar, welcher beim Anschlagen in Transversalschwingungen geräth, deren Knotenpunkte in zwei sich rechtwinkelig kreuzenden Durchmessern liegen, welche die Klangfigur bilden, während der Körper an der Durchkreuzungsstelle in der Axe fest gehalten wird. Maßgebend für die Höhe des Haupttones einer Glocke ist außer dem größten Durchmesser die Wandstärke nächst dem unteren Rande, wohin der Klöppel trifft. Die Stärke an dieser Stelle heisst der Schlag und bildet im Wesentlichen die Grundlage für alle übrigen Abmessungen der Glocke, deren Verhältnisse im Laufe der Zeit für grössere Bezirke ziemlich fest stehende geworden sind. Bei ähnlichen Glocken aus demselben Materiale steht die Tonhöhe in umgekehrtem Verhältniß zur Grösse; eine Glocke also, welche einen um eine Octave höheren Ton geben soll, als eine andere, muß linear halb, an Inhalt also  $\frac{1}{8}$  so groß sein, als die den Grundton liefernde. Der Axenschnitt einer Glocke wird die Rippe genannt, und man kennt in Mittel-Europa namentlich die deutsche und die französische Rippe, welche hauptsächlich dadurch von einander abweichen, daß bei der deutschen Rippe der untere Durchmesser 14 Schlag, die Höhe 10,27 Schlag, bei der französischen der untere Durchmesser 15 Schlag, die Höhe 12 Schlag groß sind.

Es sind indess die Gewichte der Glocken auch bei der Anwendung derselben Rippe nicht ohne Weiteres aus der Tonhöhe oder dem Durchmesser zu berechnen; es kommt vielmehr bei dieser Berechnung

zunächst das Material in Frage. Bekanntlich werden die Glocken fast ausschließlich aus Bronze — etwa  $\frac{3}{4}$  bis  $\frac{4}{5}$  Kupfer und  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  Zinn — gegossen; es kommen aber auch Glocken aus Gußstahl und Gußeisen vor, welche ungeachtet der etwa gleichen Gestalt und Größe deshalb nicht gleich hohe Töne wie Bronze-Glocken geben können, weil die Tonhöhe (Zahl der transversalen Schwingungen in der Zeiteinheit) mit dem Elasticitäts-Coefficienten und umgekehrt mit dem Einheitsgewichte zunimmt. Da nun Gußstahl einen größeren Elasticitäts-Coefficienten und ein kleineres Einheitsgewicht, als Bronze hat, so müssen Gußstahlglocken höhere Töne geben, als Bronze-Glocken von gleichen Abmessungen; sie müssen daher behufs Erzielung gleich hoher Töne entweder durchweg größer oder bei gleichen äußeren Abmessungen mit dünneren Wandungen versehen sein, als Bronze-Glocken; thatsächlich werden die Stahlglocken leichter, und zwar nach der *Juncck'schen* Tabelle <sup>122)</sup> mit ca. 72 bis 75 Procent des Gewichtes der Bronze-Glocken hergestellt.

Es ist indessen selbst bei Verwendung gleichen Materials wegen der mechanischen Einwirkungen der flüssigen Glockenmasse auf die Gußform äußerst schwer, das Glockengewicht von vornherein genau zu bestimmen; sodann aber ist es auch nicht zweckmäßig, den Glocken eine vollkommen ähnliche Form zu geben, wenn mehrere derselben zusammen ein Geläute bilden sollen, weil die Glocken je nach ihrer Gestalt außer dem Haupttone noch mehrere andere Töne, insbesondere die nächst höhere Octave und dazwischen die kleine oder große Terz oder Quarte, unterscheiden lassen. Da nun beispielsweise drei Glocken, wovon die größte den Grundton *C*, die mittlere die große Terz *E* und die kleinste die Quinte *G* liefert, während alle drei daneben die ihrem Haupttone zugehörige große Terz als Zwischenton geben, die Töne

<i>C</i>	<i>E</i>	<i>C</i>		
	<i>E</i>	<i>Gis</i>	<i>E</i>	
		<i>G</i>	<i>H</i>	<i>G</i>

unterscheiden lassen und somit wegen des gleichzeitigen Vorkommens der Töne *G* und *Gis*, so wie *H* und *C* einen höchst unharmonischen Klang erzeugen würden, so ist es nothwendig, bei der mittleren Glocke durch Abändern ihrer Form statt des *Gis* ein *G* (also die kleine Terz) und bei der kleinsten Glocke statt des *H* ein *C* (also eine Quarte) zu Stande zu bringen. Ist es hiernach schon gar nicht zulässig, die Glocken genau ähnlich herzustellen, so kommt als fernere Ursache von Abweichungen der bis jetzt noch bestehende Mangel an einer genügenden wissenschaftlichen Glocken-Akustik, in Folge dessen ein gewisses Herumtappen bei der Wahl der Abmessungen und oft das Bestreben der Glockengießer hinzu, möglichst an Material zu sparen, und es ist daher erklärlich, daß die vorhandenen Tabellen über Glockengewichte große Abweichungen unter einander aufweisen.

Wir haben das Vorstehende deshalb hier einleitungsweise erwähnen zu müssen geglaubt, um den Leser auch in der Glockenkunde einigermaßen zu orientiren, namentlich aber, um der irrigen Annahme zu begegnen, als seien alle Glocken von gleicher Tonhöhe auch gleich groß und schwer, eine Annahme, die wir der Einfachheit halber und weil es sich bei der Berechnung der Glockenstuhl-Constructionen nur um die Kräftewirkungen beim Läuten handelt, gleichwohl behufs Berechnung von Zahlenbeispielen zu Grunde legen werden.

### a) Theoretische Untersuchungen.

Eine schwingende Glocke ist als ein physikalisches Pendel anzusehen. Man bedarf daher behufs der Ermittlung der Kraftwirkungen bei dem Schwingungsvorgange und der Schwingungszeit der Kenntniß der Lage ihrer festen Drehachse, des statischen und des Trägheitsmomentes, somit auch ihrer Masse und der Lage ihres Schwerpunktes. Alle die gefuchten Größen sind auf den größten Glockendurchmesser am unteren Rande als Einheit zu beziehen. Es ist im Folgenden die deutsche Rippe <sup>123)</sup>, als die in Deutschland gebräuchlichste, den Ermittlungen zu Grunde gelegt, und es sind die benötigten Werthe dadurch möglichst genau ermittelt worden, daß das Profil zunächst in eine Anzahl von Ringen zerlegt wurde, welche man einzeln als Kegel ansah und demnächst die Summe der für den

<sup>122)</sup> In: JUNCK, D. V. Wiener Baurathgeber etc. Wien 1880. S. 249.

<sup>123)</sup> Dieselbe ist beschrieben und gezeichnet zu finden in:

OTTE. Glockenkunde. Leipzig 1858. S. 63.

RAU, E. Glockengießerkunst. Allg. Bauz. 1872, S. 330.

Hohlraum gefundenen Gröfsen von der Summe der für die Oberfläche berechneten subtrahirt<sup>124)</sup>.

Die gefundenen Gröfsen find unter Nichtbeachtung der Henkel der Glocken folgende:

Inhalt der Glocke . . . . .	$Q = 0,052292 D^3;$
Abstand des Schwerpunktes vom Scheitel der Glocke	$= 0,500045 D;$
Höhe des Schwerpunktes über der Grundebene . . .	$= 0,2346 D;$
Trägheitsmoment in Bezug auf eine parallel der Grundebene gelegte Schwerpunktsaxe . . .	$\mathcal{I} = 0,005437 D^5 \frac{\gamma}{g},$
oder	$\mathcal{I} = 0,10397 Q D^2 \frac{\gamma}{g}^{125)}.$

Für Glocken, die nach der französischen Rippe geformt sind, hat *Schinz*<sup>126)</sup> durch Zerlegen des Glockenprofils der Höhe nach in 20 Ringe, »welche ohne erheblichen Fehler so angenommen werden konnten, als ob die ganze Masse im Umfange des Kreifes durch die Schwerpunkte der Querschnitte gleich vertheilt sei«, gefunden: den Inhalt zu  $2\pi \cdot 7041,5 p^3$ , worin  $p$  einen Punkt oder  $\frac{1}{90}$  des unteren Durchmessers bezeichnet; demnach würde in  $D$  ausgedrückt der Inhalt sein

$$Q = 0,059373 D^3.$$

Für das Trägheitsmoment, bezogen auf einen unteren Durchmesser, findet *Schinz*

$$\mathcal{I} = 2\pi \cdot 13480897 p^5 = 0,014327 D^5 \frac{\gamma}{g}.$$

Rechnet man dagegen unferen obigen Werth entsprechend um, so folgt (nach Gleichung 42 in Theil I, Bd. I, erste Hälfte, S. 266 dieses »Handbuches«<sup>127)</sup>)

$$\mathcal{I}_1 = \mathcal{I} + 0,2346^2 Q \frac{\gamma}{g} = D^5 \frac{\gamma}{g} (0,005437 + 0,2346^2 \cdot 0,052292) = 0,008315 D^5 \frac{\gamma}{g},$$

welcher Unterschied aus der länglicheren Form des von *Schinz* benutzten Glockenprofils zum Theile zu erklären ist.

Der Unterschied wird geringer, wenn man das Trägheitsmoment in  $Q$  und  $D^2$  ausdrückt, mithin den Rauminhalt, welcher bei der *Schinz*'schen Glocke gegenüber der deutschen Glocke im Verhältniß von 59 : 52 gröfser ist, ausscheidet; alsdann findet sich bei *Schinz*

$$\mathcal{I}_1 = 1914 p^2 Q \frac{\gamma}{g},$$

oder durch  $8100 = 90 \times 90$  dividirt,

$$\mathcal{I}_1 = 0,236 Q D^2 \frac{\gamma}{g},$$

während sich bei unferer Glocke findet:

$$\mathcal{I}_1 = 0,159 Q D^2 \frac{\gamma}{g}.$$

Endlich ist zur Erklärung dieses Unterschiedes darauf hinzuweisen, dafs bei uns der Schwerpunkt um  $0,2346 D$  über dem unteren Rande liegt, dagegen bei *Schinz*:

$$\frac{\text{Statifches Moment}}{\text{Rauminhalt}} = \frac{2\pi \cdot 204803 p^4}{2\pi \cdot 7041,5 p^3} = 29,08 p = 0,323 D,$$

ein Unterschied, der sich aus der gröfseren Höhe ( $0,8 D$  gegen  $0,7346 D$  bei der deutschen Glocke) allein nicht erklärt und der somit eine noch sonst abweichende Massenvertheilung voraussetzen läßt.

Das Gewicht einer Glocke von 1 m Durchmesser nach der deutschen Rippe ergibt sich nach unferer obigen Ziffer beim Einheitsgewicht von  $8,81$  zu  $0,052292 \cdot 8810 = 460,7$  kg, auschl. der zur Befestigung an die Drehachse dienenden Theile, der fog. Krone; dagegen wiegen die nach dieser Rippe vom Glockengießer *Grofse* in Dresden ausgeführten Glocken der *Johannis*-Kirche dafelbst<sup>128)</sup>, einchl. der Krone: die

<sup>124)</sup> Bei dieser recht mühsamen Arbeit hat mir Herr Ingenieur *Otto Klette* vortreffliche Hilfe geleistet, wofür ich an dieser Stelle bestens danke.

<sup>125)</sup> Mit einer Glocke von 518 mm unterem Durchmesser und  $73,5$  kg Gewicht, einchl. der fog. Krone angestellte Pendelversuche haben diese Zahlen als für unsere Zwecke hinlänglich zutreffend erwiesen.

<sup>126)</sup> Siehe dessen am 26. Dec. 1863 in Bern gehaltenen und veröffentlichten Vortrag.

<sup>127)</sup> 2. Aufl.: Gleichung 18.

<sup>128)</sup> Nach gefälliger Angabe ihres Verfertigers.

C-Glocke von 1,57 m Durchmesser 1853,5 kg oder, durch Division mit 1,57<sup>3</sup> auf 1 m Durchmesser reducirt, 478,3 kg; die E-Glocke von 1,22 m Durchmesser 912 kg oder, auf 1 m Durchmesser reducirt, 502,2 kg; die G-Glocke von 1,05 m Durchmesser 503 kg oder, auf 1 m Durchmesser reducirt, 434 kg, während, wie in Fußnote 125 angegeben, eine zur Vornahme von Pendelversuchen benutzte Glocke von 518 mm Durchmesser 73,5 kg wog.

Wie man sieht, sind diese Abweichungen nicht unerheblich; als Durchschnitt findet sich für einen Durchmesser von 1 m

$$\frac{1853,5 + 912 + 503 + 73,5}{1,57^3 + 1,22^3 + 1,05^3 + 0,518^2} = 478,7 \text{ kg,}$$

während die nach französischer Rippe gegoffene, von Schinz unterfuchte Des-Glocke (in der Heiligengeist-Kirche zu Bern) bei 1,575 m Durchmesser ein Gewicht einschl. Krone, »auf welche 125,5 kg gerechnet worden find,« von 2376 kg besitzt; demnach, auf 1 m Durchmesser reducirt, das Gewicht von  $\frac{2376}{1,575^3} = 608,1 \text{ kg,}$  und wenn man, um mit unserm Werth von 460,7 kg für einen Durchmesser von 1 m ohne Einrechnung der Krone einen Vergleich anzustellen, das Kronengewicht abrechnet, so folgt  $\frac{2250,5}{1,575^3} = 576 \text{ kg.}$

Schinz giebt nun an, daß dieses thatsächliche Gewicht sich größer herausgestellt habe, als sich unter Zugrundelegung des Durchmessers und der der französischen Rippe entsprechenden Profilverhältnisse ergibt, und es findet sich auch aus der vorhin angegebenen Ziffer das theoretische Gewicht zu nur  $0,059373 \cdot 1,575^3 \cdot 8810 = 2043,5 \text{ kg}$  oder, für 1 m Durchmesser berechnet, zu 523,8 kg, auschl. der Krone.

Man wolle aus diesen Beispielen entnehmen, daß die Glockengewichte, abgesehen selbst von der Verschiedenheit ihrer Form, auch bei beabsichtigter Herstellung ähnlicher Profile und gleichem unteren Durchmesser noch ziemlich bedeutende Abweichungen ergeben und daß die dafür bestehenden Tabellen<sup>129)</sup> zwar Anhalte für eine Veranschlagung — wofür sie bestimmt sind — nicht aber für jeden Einzelfall zutreffende Zahlen geben können. Sodann ist wenigstens beiläufig zu bemerken, daß ältere Glocken verhältnismäßig noch bedeutendere Höhen haben, als sich auch nach dem französischen Profil ergeben würden.

Wegen aller dieser Abweichungen erscheint es mindestens gerathen, das Gewicht, bezw. den Rauminhalt der Glocken bei der Berechnung für sich aufzuführen, und es soll daher in Folgendem in der Regel dem gemäß verfahren und mit dem Werthe

$$\mathcal{F} = 0,10397 Q \frac{\gamma}{g} D^3$$

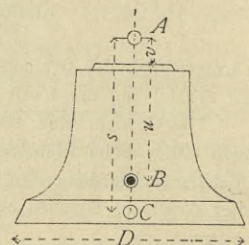
gerechnet werden.

Die Wirkung der schwingenden Glocken auf ihre Lager und damit auf die Glockenfüße ist außer der Größe der Glocken von der Lage der Drehaxe über dem Schwerpunkte abhängig.

Bei der gewöhnlichen Aufhängungsart liegt die Drehaxe stets erheblich höher, als die Krone der Glocke, und zwar fand sich bei mehreren deshalb angestellten Messungen der Abstand  $v$  (Fig. 67) zu  $1\frac{2}{3}$  Schlag oder, da 14 Schlag auf den Durchmesser gehen,  $v = 0,119 D$ .

Wird nun vom Eigengewichte der Achse, wie vom statischen und Trägheitsmomente derselben, welche augenscheinlich auf Verkleinerung der Centrifugalkraft und somit der

Fig. 67.



<sup>129)</sup> Eine solche ist in der »Deutschen Bauzeitung« (1870, S. 238) enthalten und in Klafens »Handbuch der Hochbauconstructionen in Eisen« (Leipzig 1876, S. 230) auszugsweise wiedergegeben. Darin ist eine Glocke von 1 m Durchmesser zu 537 kg Gewicht veranschlagt.

Die im »Deutschen Baukalender« für das Jahr 1890 (S. 19) enthaltene Tabelle ergibt Werthe zwischen 470 und 600 kr, wenn man die angegebenen Gewichte durch die dritte Potenz des Durchmessers (in Met.) dividirt. Dieselbe Tabelle findet sich in: Wochschr. d. öf. Ing.- u. Arch.-Ver. 1886, S. 346.

Beanspruchung hinwirken, im Interesse der Sicherheit abgesehen, so ergibt sich für die Glocke allein der Abstand  $s$  des Schwingungspunktes  $C$  von der Drehaxe  $A$

$$s = \frac{(u+v)^2 Q + \mathcal{F}}{Q(u+v)} = u + v + \frac{\mathcal{F}}{Q(u+v)},$$

oder in Zahlen

$$s = (0,500045 + 0,119) D + \frac{0,10397 Q D^2}{Q(0,500045 + 0,119) D} = 0,787 D.$$

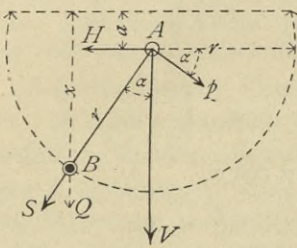
Unter Annahme eines bestimmten Ausschlagwinkels und damit der Bogenhöhe  $h$  des vom Schwingungspunkte beschriebenen Weges ist die Schwingungszeit

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g} \left[ 1 + \left( \frac{1}{2} \right)^2 \frac{h}{2s} + \left( \frac{1.3}{2.4} \right)^2 \left( \frac{h}{2s} \right)^2 + \dots \right]}.$$

Für die Ermittlung der Kräftewirkungen haben wir vom Abstände  $s$  des Schwingungspunktes von der Drehaxe Gebrauch zu machen.

Es sei nun (Fig. 68) für eine beliebige Stelle der Schwerpunktsbahn die Fallhöhe  $x$ ; alsdann ist die auf Bewegung verwandte mechanische Arbeit (abgesehen von den passiven Widerständen) gleich der gewonnenen lebendigen Kraft. Somit besteht, wenn die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  ist und  $v + u = r$  gesetzt wird, die Gleichung

Fig. 68.



oder, da

$$Qx = \frac{Q}{g} (\omega r)^2 + \mathcal{F} \omega^2$$

$$\frac{Qr^2 + \mathcal{F}}{Qr} = s,$$

$$Qx = Q \frac{\omega^2}{2g} r s,$$

woraus

$$x = \frac{\omega^2}{2g} r s \quad \text{und} \quad \omega = \sqrt{\frac{2gx}{rs}}.$$

Nehmen wir nun an, daß der Schwerpunkt bei der höchsten Lage der Glocke sich um die Größe  $a$  über die Drehaxe erhebt, dann ist die Fallhöhe beim Neigungswinkel  $\alpha$  gegen die Lothrechte

$$x = a + r \cos \alpha;$$

da ferner  $d\alpha = \omega dt$  gesetzt werden kann, so ist

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{g}{s} \sin \alpha.$$

Wird nun das Massenelement mit  $m$ , sein Abstand von der Drehaxe mit  $\rho$ , seine Geschwindigkeit mit  $v$  bezeichnet, so ist die Centrifugalkraft  $c = \frac{m v^2}{\rho}$ , und, da  $v = \rho \omega$  ist,

$$c = m \rho \omega^2.$$

Dies ist das statische Moment des Elementes multiplicirt mit dem Quadrat der Winkelgeschwindigkeit; folglich ist für den ganzen Körper die Centrifugalkraft gleich  $\frac{Q}{g} r \omega^2$ .

In derselben Richtung wirkt die nicht zur Hervorbringung von Beschleunigung

thätige Seitenkraft des Glockengewichtes =  $Q \cos \alpha$ ; es ist fomit die Spannung in der Pendellinie der Glocke

$$S = Q \left( \cos \alpha + \frac{r}{g} \omega^2 \right),$$

oder, da  $\omega^2 = \frac{2g x}{r s}$ ,

$$S = Q \left( \cos \alpha + \frac{2x}{s} \right).$$

Da wir es hier nicht mit einem mathematischen Pendel zu thun haben, so kann die Beschleunigung der Winkelbewegung nur zu Stande kommen unter gleichzeitiger Erzeugung eines Widerstandes  $p$  der Drehaxe in rechtwinkliger Richtung zur Mittellinie; der Hebelsarm ist der Schwerpunktsabstand  $r$ , und es ergibt sich aus der Gleichsetzung von Arbeit und Kraft

$$p r \omega dt = \mathcal{F} \omega d\omega \quad \text{oder} \quad p r = \mathcal{F} \frac{d\omega}{dt}.$$

Setzt man nun für  $\frac{d\omega}{dt}$  den vorhin gefundenen Werth  $\left( \frac{d\omega}{dt} = \frac{g}{s} \sin \alpha \right)$  ein, so ist

$$p = \frac{\mathcal{F}}{r} \frac{g}{s} \sin \alpha.$$

Die wagrechte Kraft der schwingenden Glocke ist nun

$$H = S \sin \alpha - p \cos \alpha,$$

oder, für  $S$  und  $p$  die gefundenen Werthe eingesetzt,

$$H = Q \left( \cos \alpha + \frac{2x}{s} \right) \sin \alpha - \frac{\mathcal{F}g}{r s} \sin \alpha \cos \alpha.$$

Eben so ist die lothrechte Kraft

$$V = S \cos \alpha + p \sin \alpha = Q \left( \cos \alpha + \frac{2x}{s} \right) \cos \alpha + \frac{\mathcal{F}g}{r s} \sin^2 \alpha^{130)},$$

woraus für einen bestimmten Fall die Wirkungen einer schwingenden Glocke auf ihre Lager zu berechnen sind.

Beispiel. Es ist der grösste Werth der wagrechten Kraft für eine in gewöhnlicher Weise aufgehängte Glocke zu berechnen, wenn deren Mittellinie im äussersten Falle um 20 Grad über den Horizont sich erhebt.

Unter Zugrundelegung der oben angegebenen Zahlen, so wie unter Beachtung des Umstandes, dass

$$x = r (\sin 20^\circ + \cos \alpha) \quad \text{und} \quad r = (0,500045 + 0,119) D = 0,619045 D,$$

also  $r \sin 20^\circ = 0,619045 \cdot 0,34202 D = 0,211726 D$ , ist

$$H = Q \left[ \left( \cos \alpha + 2 \frac{0,211726 + 0,619045 \cos \alpha}{0,787} \right) \sin \alpha - \frac{0,10397}{0,619045 \cdot 0,787} \sin \alpha \cos \alpha \right]$$

oder

$$0,787 \frac{H}{Q} = 1,857138 \sin \alpha \cos \alpha + 0,423452 \sin \alpha.$$

Die Bedingung des Größtwerthes für  $H$  ist fomit

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 0,22801 \cos \alpha,$$

$$\cos \alpha = -0,057 + \sqrt{0,503249} = 0,6524,$$

woraus

$$\alpha = 49^\circ 16' 38''.$$

130) Siehe *Keck's* abgekürzte Herleitung in: *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1872, S. 635.

Der größte Werth der wagrechten Kraft aber ist

$$\frac{H}{Q} = \frac{1,857138}{2} \sin 98^\circ 33' 16'' + \frac{0,423452}{0,787} \sin 49^\circ 16' 38'' = 1,562.$$

Die größte wagrechte Kraft ist demnach etwa das  $1\frac{1}{2}$ -fache des Glockengewichtes, und es tritt deren Wirkung bei jeder Schwingung sowohl nach der einen, wie nach der anderen Bewegungsrichtung ein; der Thurm, wie der Glockenstuhl werden demnach abwechselnd mit dieser Intensität in ganz kurzen Zwischenräumen bald nach der einen, bald nach der entgegengesetzten Richtung wagrecht beansprucht.

Die größte lothrechte Kraft entsteht beim Durchschreiten der Lothrechten für  $\alpha = 0$ , und es betragen Centrifugalkraft und Schwere zusammen

$$V = Q \left( 1 + \frac{2x}{s} \right),$$

$$\frac{V}{Q} = 1 + \frac{2 \cdot 1,34202 \cdot 0,619045}{0,787} = 3,10869.$$

Der größte lothrechte Druck ist demnach etwas größer, als das 3-fache der ruhenden Glockenlast.

Die Schwingungsdauer findet sich, da  $h = s (1 + \sin 20^\circ) = 1,34302 s$ , zu

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g} \left[ 1 + \left( \frac{1}{2} \right)^2 \frac{1,34202}{2} + \left( \frac{3}{2 \cdot 4} \right)^2 \left( \frac{1,34202}{2} \right)^2 \right]} = \pi \sqrt{\frac{s}{g} 1,2308},$$

und, da  $s = 0,787 D$ , so ergibt sich

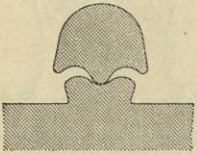
$$t = \pi \sqrt{\frac{D}{g} 0,96864},$$

d. h. also: Man kann bei in gewöhnlicher Weise aufgehängten Glocken, die bis zu 20 Grad über den Horizont geschwungen werden, als Schwingungsdauer diejenige eines mathematischen Pendels von einer Länge gleich  $0,97$  des größten Glockendurchmessers annehmen<sup>131)</sup>.

Die bedeutende Centrifugalkraft, welche beim Schwingen der Glocken entsteht, ist selbstverständlich Ursache eines großen Reibungswiderstandes, sobald man gewöhnliche Zapfen von cylindrischer Form verwendet, welche in einem cylindrischen Lager sich bewegen. Um nun die Reibung und damit die zum Läuten aufzuwendende Arbeit zu vermindern, hat man verschiedene Anordnungen getroffen.

Eine der einfachsten dieser Anordnungen, welche u. A. beim Geläute im Katharinen-Thurme zu Osnabrück zur Anwendung gekommen ist, zeigt Fig. 69.

Fig. 69.



Offenes Zapfenlager.

$\frac{1}{5}$  w. Gr.

Der Zapfen von 28 mm Halbmesser ist an der Auflagerstelle nach einem Halbmesser von nur 6 mm abgerundet, und es wird dadurch nahezu dieselbe Wirkung erzielt, als wenn man eine Schneide angewandt hätte, zumal da in Folge des größeren Halbmessers des Lagers auf dem größten Theile des Glockenweges ein Gleiten des Zapfens überall nicht eintritt. Dafs die beiden Aushöhlungen des Zapfens in Verbindung mit der entsprechenden Form des Lagers geeignet sind, die Glocke bei hohem Schwingen an dem Verlassen des Lagers zu hindern, bedarf lediglich des Hinweises.

Anders ist die von *Collier* in Berlin angegebene, vielfach und mit gutem Erfolge ausgeführte Anordnung (Fig. 70), bei welcher nicht Gleit-, sondern Rollbewegung des Zapfens stattfindet.

Der (mittels Haken eingefetzte) Zapfen ruht auf einer ebenen Gufsplatte, die in der Mitte ihres äufseren Randes einen Zahn trägt, über den eine Nuth im Zapfenende faßt, wodurch die wälzende Be-

<sup>131)</sup> Die größtmögliche mechanische Wirkung des Schwingens einer Glocke entsteht, wenn  $x = s$  wird oder die Glocke mit der Oeffnung nach oben die Lothrechte erreicht. Man erhält dann als Größtwerth

$$\frac{H}{Q} = 1,796 \text{ für } \alpha = 55^\circ 57' 21''.$$

Für den Augenblick des Durchschreitens des tiefsten Punktes erhält man in diesem Falle  $\frac{V}{Q} = 4,146$ .

wegung begrenzt und ein Ausgleiten des Zapfens verhindert wird.

Eine ähnliche Vorkehrung benutzt Glockengießerei-Besitzer *Bierling* in Dresden, nur mit dem Unterschiede, daß er außerhalb des glatten Zapfens ein Zahnrad, dessen Theilkreis-Durchmesser dem des Zapfens gleich ist und dessen Zähne in eine im Lager angebrachte Verzahnung greifen, anwendet.

Man hat zu dem gleichen Zwecke der Verminderung der Reibung auch Frictionscheiben, auf deren convexer Aufsenseite der Zapfen sich bewegt, zur Anwendung gebracht, neuerdings aber mit großem Vortheile auf Schneiden gehängte Stahlbügel angewandt, welche als Sektoren von hohlen Frictionscheiben angesehen werden können, auf deren concaven Seite der Zapfen sich bewegt.

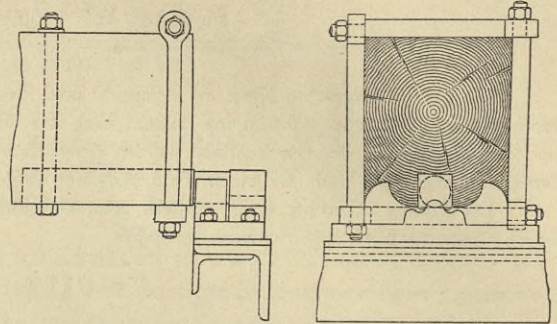
Diese Construction ist zuerst bei den Bochumer Stahlglocken zur Anwendung gekommen, und wir geben in Fig. 71<sup>132)</sup> eine Abbildung derselben.

Zur Erläuterung ist nur zu bemerken, daß das Gehäuse aus Gußeisen besteht, alle übrigen Theile aus Stahl hergestellt sind und die Kugel lediglich den Zweck der Verhinderung einer Bewegung der Achse in der Längsrichtung hat.

Selbstverständlich kann die Verminderung der Zapfenreibung der Glocken zunächst nur dazu dienen, die beim Läuten aufzuwendende mechanische Arbeit herabzumindern. Da indeffen die gedachten Aufhängungsmethoden zugleich noch die Eigenthümlichkeit besitzen, nur einen mäßigen Ausschlag der Glocken zuzulassen, und zwar etwa soweit, daß am höchsten Punkte der Schwingung eine den oberen und unteren Rand der Glocke im kleinsten und größten Durchmesser berührende Linie wagrecht zu liegen kommt — was beiläufig einer Schwingung von wenig über 65 Grad um die Lothrechte entspricht — so werden bei deren Anwendung auch die Kräftwirkungen auf den Glockenstuhl und damit auf den Thurm herabgemindert, wobei zugleich eine etwas tiefere Lage der Schwingungsaxe günstig einwirkt.

Dieses letztere Mittel, die Tieferlegung der Schwingungsaxe zur Abminderung sowohl der Arbeit zum Läuten, wie der Kräftwirkungen auf den Stuhl, erscheint in stärkerem Mafse bei den Constructionen von *Pozdech* und von *Ritter* angewandt. Bei diesen wird zugleich noch eine wesentliche Einschränkung des zum Schwingen benötigten Raumes erreicht.

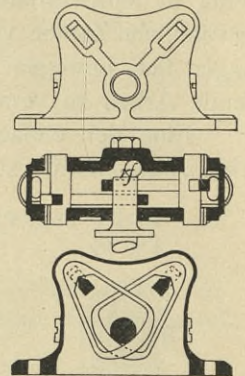
Fig. 70.



Collier's Lagerung.

 $\frac{1}{15}$  w. Gr.

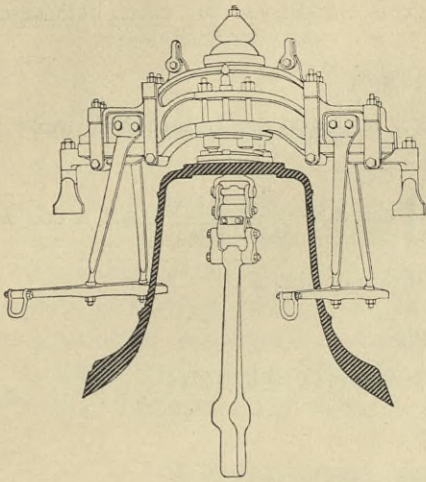
Fig. 71.

Bochumer Glockenlager<sup>132)</sup>.

55.  
*Pozdech's*  
Glocken-  
Armierung.



Fig. 72.



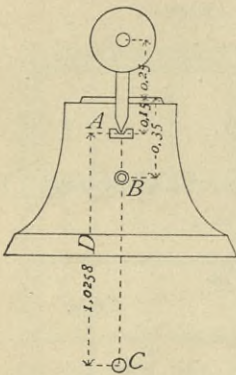
Pozdech's Glocken-Armirung.

Von einer Glocke mit der *Pozdech'schen* Einrichtung geben wir in Fig. 72 eine perspectivische Abbildung, in welcher zugleich der Axenschnitt (die Rippe), Form und Aufhängung des Klöppels und die beiden zum Anbringen der Zugfeile bestimmten Hebel zu erkennen find.

Wie aus dieser Abbildung zu entnehmen, liegen die Stützpunkte der im Kirchthume zu Friedrichstadt-Dresden befindlichen Glocke (die Schneiden der meißelartigen Anfätze des Glockenhelmes) nicht über, sondern unter dem Glockenscheitel, mithin dem Schwerpunkte der Glocke bedeutend näher, als bei der gewöhnlichen Aufhängung. Das Ergebniss der angeestellten Messungen ist in Fig. 73 schematisch wiedergegeben.

Man kann die Schwere des Helmes, einchl. des Gegengewichtes, zu  $\frac{1}{4}$  des Glockengewichtes und dessen Schwerpunktsabstand über dem Glockenscheitel zu  $\frac{1}{4}$  des unteren Durchmessers annehmen, während die Drehaxe um  $0,15$  des unteren Durchmessers unter dem Glockenscheitel liegt. Wird nun auf das (verhältnißmäßigs kleine) Trägheitsmoment des Helmes sammt Gegengewicht um dessen eigene Schwerlinie keine Rücksicht genommen, dann ist der Abstand des Schwerpunktes  $B$  vom Glockenscheitel für die ganze schwingende Masse

Fig. 73.



Das Trägheitsmoment des Ganzen um die Schwerpunktsaxe ist, da die Verschiebung des Schwerpunktes durch das Gegengewicht  $(0,500045 - 0,35004) D = 0,15 D$  beträgt, gleich

$$r_1 = \frac{Q \cdot 0,500045 - \frac{1}{4} Q \cdot 0,25}{Q + \frac{Q}{4}} D = 0,35004 D.$$

Das Trägheitsmoment des Ganzen um die Schwerpunktsaxe ist, da die Verschiebung des Schwerpunktes durch das Gegengewicht  $(0,500045 - 0,35004) D = 0,15 D$  beträgt, gleich

$$\mathcal{I} + \left(0,15^2 Q + 0,6^2 \frac{Q}{4}\right) D^2,$$

und, da  $\mathcal{I} = 0,10397 Q D^2$ , gleich  $0,21647 Q D^2$ .

Die Schwingungsaxe liegt  $0,15 D$  unter dem Glockenscheitel, mithin in einem Abstände  $AB = 0,35 - 0,15 = 0,2 D$  über dem Schwerpunkte.

Es ist daher das Trägheitsmoment des Ganzen in Bezug auf die Schwingungsaxe

$$\mathcal{I}_1 = 0,21647 Q D^2 + 0,2^2 Q D^2 = 0,25647 Q D^2.$$

Das statische Moment ist

$$\frac{5}{4} Q r_1 = \frac{5}{4} Q \cdot 0,2 D = 0,25 Q D,$$

somit der Abstand  $s$  des Schwingungspunktes von der Axe

$$s = \frac{0,25647}{0,25 Q D} Q D^2 = 1,02588 D.$$

Der Ausschlagwinkel der Glocken ist meist 50 Grad und äußerstenfalls zu etwa 78 Grad anzunehmen. Hieraus ergibt sich die größte Fallhöhe für einen beliebigen Punkt der Schwerpunktsbahn zu

$$x = r_1 (\cos \alpha - \cos 78^\circ),$$

und die wagrechte Kraft bei einem Neigungswinkel  $\alpha$  gegen die Lothrechte, wenn  $Q$  das Gewicht der eigentlichen Glocke darstellt, zu

$$H = \frac{5}{4} Q \left[ \cos \alpha + \frac{2 \cdot 0,2}{1,02588} (\cos \alpha - 0,20791) \right] \sin \alpha - \frac{0,21647}{0,2 \cdot 1,02588} Q \sin \alpha \cos \alpha,$$

$$\frac{H}{Q} = 0,682 \sin \alpha \cos \alpha - 0,101332 \sin \alpha.$$

Dieser Ausdruck giebt einen Größtwerth für

$$\sin \alpha = -0,03715 + \sqrt{0,501380} = 0,67093;$$

es ist daher

$$\alpha = 42^\circ 8' 20'',$$

und für diese Stellung der Glocke

$$\frac{H}{Q} = \frac{0,682}{2} \sin 84^\circ 16' 40'' - 0,101332 \sin 42^\circ 8' 20'' = 0,271316.$$

Die größte wagrechte Kraft ist also nur  $\frac{3}{11}$  des Glockengewichtes oder etwa  $\frac{1}{6}$  ( $= \frac{0,271316}{1,562}$ ) derjenigen Kraft, die beim Läuten einer in gewöhnlicher Weise aufgehängten Glocke auf Verschiebung des Glockenstuhles zur Wirkung kommt.

Die größte lothrechte Kraft ergibt sich für  $\alpha = 0$  zu

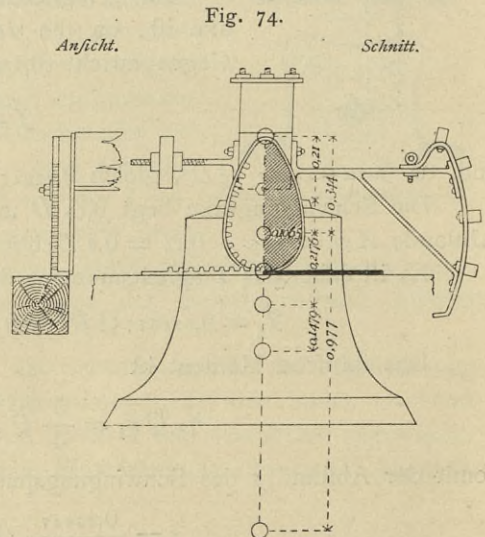
$$V = \frac{5}{4} Q \left( 1 + \frac{2x}{s} \right),$$

$$\frac{V}{Q} = \frac{5}{4} \left( 1 + 2 \cdot 0,2 \frac{1 - 0,20791}{1,02588} \right) = 1,55727.$$

Da das Gesamtgewicht der Glocke, einschl. der Armatur,  $\frac{5}{4} Q$  beträgt, so kommt auf die Centrifugalkraft nur etwa  $\frac{1}{4}$  des Gewichtes.

Die Ritter'sche Methode der Glocken-Aufhängung besteht darin, daß statt eines Zapfens, wie bei der gewöhnlichen, oder einer Schneide, wie bei der *Pozdech'schen* Aufhängung, eine Scheibe, welche auf einer wagrechten Ebene rollt und zur Verhütung allfälligen Gleitens seitlich mit Zähnen versehen ist, zur Anwendung kommt.

Wie Fig. 74 zeigt, haben die Scheiben zwar eine ovale Form; allein es kommt auch beim stärksten Läuten nicht einmal der untere halbkreisförmige Theil, sondern davon nur höchstens etwa der Bogen von 156 Grad zum Abrollen, indem der größte Ausschlag, etwa wie bei der *Pozdech'schen* Aufhängung, 78 Grad beträgt. Es beschreibt mithin jeder Punkt des ganzen Systemes beim Schwingen eine Cycloide, und diese



Ritter's Glocken-Aufhängung.

Cycloiden sind für alle Punkte, welche über den Umfang der Scheibe hinausliegen, verschlungene.

Die Schwingungsdauer eines Pendels dieser Zusammenfetzung ist von *Euler* für kleine Ausschlagwinkel berechnet und in *Jullien's »Problèmes de mécanique rationnelle«* (Paris 1855), Bd. 2, S. 65 abgeleitet.

Für die Verhältniſſe, wie ſie bei einer nach *Ritter's* System aufgehängten Glocke beſtehen, nämlich mäſſig groſſe Ausschlagwinkel, einen verhältniſsmäſſig kleinen Scheibenhalbmesser und ein groſſes Trägheitsmoment der Maſſe um ihren eigenen Schwerpunkt, kann man einfach die Scheibenmittelpunkte als feſte Endpunkte der Drehaxe betrachten, und es ſtimmen mindeſtens die über die Schwingungsdauer beim Geläute in Werdau, welches im Jahre 1867 nach *Ritter's* System hergerichtet wurde, vom Verfaſſer gemachten Beobachtungen mit dieſer Annahme überein.

Dieſer Gegenſtand wird bei der in Art. 62 vorzuführenen Beſchreibung des Werdauer Geläutes noch weiter verfolgt werden.

**b) Beſchreibung einiger Glockenſtuhl-Conſtructionen.**

Im Thurme der *Katharinen-Kirche* zu Osnabrück war ſtatt eines alten, durch Brand zerſtörten ein neues Geläute von 4 Glocken, deren gröſte (*H*) 2320 kg wiegt, aufzuſtellen. Da es in Anbetracht der groſſen Mauerwerksmaſſe des Thurmes nicht geboten erſchien, die in der Höhe des Kirchendaches aufzuhängenden Glocken

57.  
*Katharinen-Kirche* zu Osnabrück.

durch einen hohen Stuhl zu ſtützen, ſo war bloſſ ein Gebälk herzuſtellen, welches im Thurmmauerwerk in der angegebenen Höhe ſeine Auflagerung erhielt. Auch von der Anwendung der *Posdech's*chen oder *Ritter's*chen Aufhängungsweiſe wurde abgeſehen, weil der Thurm, der das alte Geläute Jahrhunderte lang ohne Schädigung getragen, mehr als genügende Standſicherheit beſitzt, um den beim Läuten entſtehenden Kräften widerſtehen zu können, und weil man bei der gewöhnlichen Aufhängung ſtärkere Tonwirkungen erwartete.

Das Mauerwerk zeigt (Fig. 75) an zwei einander gegenüber liegenden Seiten einen Abſatz, auf den die Hauptträger geſtützt ſind, während eine Auflagerung der Enden der Querträger bei der Stärken-

Fig. 75.

Grundriſs. — 1/200 w. Gr.

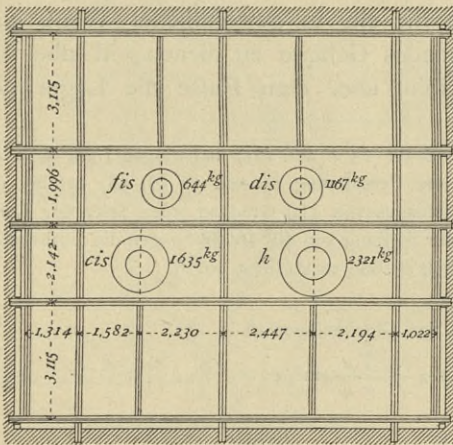
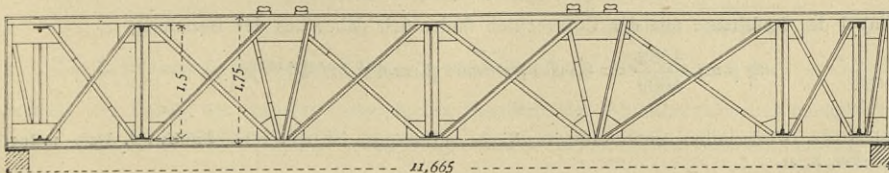


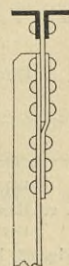
Fig. 76.

Mittelträger. — 1/100 w. Gr.



Glocken-Gebälk der *Katharinen-Kirche* zu Osnabrück.

Fig. 77.



berechnung nicht berücksichtigt, bei der Ausführung aber, und gewiss mit großem Vortheil für die gleichmäßige Vertheilung der Kräfte auf das Mauerwerk, an den drei mittleren durch Einstecken in die Mauern hergestellt wurde.

Die (im Ganzen 5) durchgehenden Querträger haben zunächst den Hauptträgern die nöthige Stabilität gegen Seitenschwankungen zu gewähren, demnächst zur Vertheilung der Pressungen und damit zur Verminderung der Schwankungen zu dienen, wobei die Wirkung der Trägheit des ganzen Gebälkes gegenüber jeder durch das Läuten entstehenden schiebenden und biegenden Kraft mit zu Nutze kommt.

Die Hauptträger sind Fachwerkträger von 1,75<sup>m</sup> Höhe; die Querträger sind mit 1,50<sup>m</sup> Höhe so viel niedriger als die Hauptträger, daß sie durch letztere mit ununterbrochenen Gurtungen haben durchgesteckt werden können. Die Knotenpunkte sind an den Durchdringungsstellen der Träger, so wie an den Auflagerstellen der Glocken-Drehachsen angenommen, worauf für den Mittelträger sich die in Fig. 76 dargestellte Anordnung ergab. Die Querträger haben nur eine einfache Dreiecksverbindung erhalten, da solche für ihren Zweck genügt. Es ist außer den Knotenblechen ausschließlich Winkeleisen zur Anwendung gekommen und bei der Berechnung der Eisenstärken eine Beanspruchung von 600 bis 700 kg für 1 qcm für die gleichzeitige Maximalwirkung aller 4 Glocken zu Grunde gelegt. Dagegen sind die Niete, welche warm eingezogen worden sind, in Rücksicht auf den häufigen und raschen Wechsel in der Beanspruchung nur mit 375 kg für 1 qcm berechnet, und es ist in dieser Weise mit dem bloßen Reibungswiderstand derselben, den man bekanntlich auf 750 kg für 1 qcm schätzt, mit Sicherheit auszukommen. Um dies zu erreichen, sind die Enden der Diagonalen gabelförmig hergerichtet, so daß sie die Knotenbleche umfassen, wobei verkörppte Flacheisen zur Anwendung gekommen sind, wie dies Fig. 77 erkennen läßt. Das Gewicht des ganzen Gebälkes ist bei einer Grundfläche von 132 qm gleich 12719,5 kg an Schmiedeeisen, also für 1 qm gleich 96,4 kg; die gesammten Kosten, mit 450 Mark Einheitspreis für die Tonne, haben 6386 Mark einchl. Anstrich etc. betragen.

Das Gebälk ist unter Freilassen des Raumes für die Glocken mit einem hölzernen Fußboden abgedeckt. Der Entwurf zur Restaurierung der Kirche und des Thurmes ist von *Stüve*, zum Glockenstuhl vom Verfasser dieses aufgestellt; die Bauleitung hatte *Dreyer* in Osnabrück; das Glockengebälk ist von der Firma *Ruetz & Co.* in Rothe Erde bei Aachen geliefert und seit 1871 in Gebrauch<sup>133)</sup>.

Der auf dem Kirchthurm zu Neuenkirchen bei Osnabrück 1876 ausgeführte Glockenstuhl (Fig. 78 bis 81) hat gleichfalls für ein in gewöhnlicher Weise aufgehängtes, womit den Stuhl stark beanspruchendes Geläute zu dienen, ist aber im Uebrigen ein Bockgerüst, welches in 3<sup>m</sup> Höhe über dem Fusse die Lager der Glocken trägt.

Die Glocken geben die ersten drei Töne der *D-dur*-Scala (*D*, *E* und *Fis*) und wiegen 1350 kg = *D*, 950 kg = *E* und 638 kg = *Fis*. Unter Bezugnahme auf die Berechnung in Art. 53 (S. 58) erfolgt die größte wagrechte Wirkung unter der Annahme eines Ausschlages von 110 Grad zu jeder Seite der Lothrechten oder um 20 Grad über den Horizont hinaus bei der Stellung von 49° 16' 38" gegen die Lothrechte und hat den Werth  $H = 1,562 Q$ , und da  $Q = 1350 + 950 + 638 = 2938$  kg, so ist

$$H = 4589 \text{ kg.}$$

Der gleichzeitig stattfindende lothrechte Druck auf das Glockenlager ist

$$V = Q \left( \cos \alpha + \frac{2x}{s} \right) \cos \alpha + \frac{\sum g}{r s} \sin^2 \alpha$$

oder in Zahlen

$$\frac{V}{Q} = \left( 0,6524 + 2 \frac{0,211726 + 0,619045 \cdot 0,6524}{0,787} \right) 0,6524 + \frac{0,10397}{0,619045 \cdot 0,787} \cdot 0,57434,$$

$$\frac{V}{Q} = 1,44624 + 0,12257 = 1,56881,$$

oder

$$V = 1,56881 Q = 1,56881 \cdot 2938 = 4609 \text{ kg.}$$

Der Winkel der Resultante mit der Lothrechten findet sich daher aus der Beziehung

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{4589}{4609} = 0,99562, \text{ woraus } \beta = 44^\circ 52' 4''^{134)}$$

<sup>133)</sup> Vergl. *Stüve*. Wiederaufbau der St. Katharinen-Kirche zu Osnabrück im Jahre 1870. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1882, S. 21.

<sup>134)</sup> Die Abweichung dieses Resultantenwinkels  $\beta$  von  $\alpha$  rührt, wie leicht ersichtlich, von der Seitenkraft  $p$  (siehe Art. 53 u. Fig. 68) her.

oder rund 45 Grad, während die Resultante den Werth von rund

$$\sqrt{2} \cdot 1,565 Q = 2,207 Q$$

annimmt.

Man kann daher bei der Berechnung von Stühlen für in gewöhnlicher Weise aufgehängte Glocken, die bis zu 20 Grad über den Horizont schwingen, für den Augenblick des grössten wagrechten Zuges die Kräfte-Resultante unter 45 Grad gerichtet und die Grösse derselben zu  $2\frac{1}{5}$  des Gewichtes der schwingenden Maffen annehmen.

Fig. 78.

Längensicht.

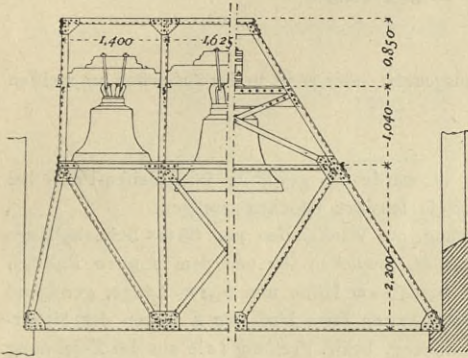


Fig. 79.

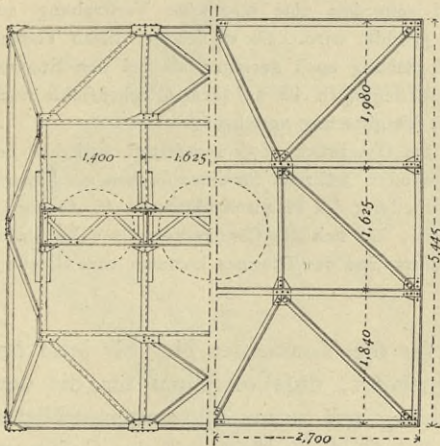
Seitenansicht.

Fig. 80.

Ansicht von oben.

Fig. 81.

Grundriss.



Glockenstuhl zu Neuenkirchen.

 $\frac{1}{100}$  w. Gr.

Als lothrechte Kräfte haben wir zunächst die Seitenkraft des Glockendruckes

$$\begin{aligned} V &= 1,56881 \cdot 1150 = 1804 \text{ kg,} \\ \text{dazu } \frac{1}{4} \text{ des Eigengewichtes des Glockenstuhles} &= 600 \text{ kg,} \\ \text{zusammen} &= 2404 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Die Resultante der senkrecht zu einander wirkenden Kräfte fällt noch um  $2,715 - \frac{3 \cdot 1796}{2404} = 0,475 \text{ m}$  innerhalb des Fusses des zur Zeit betrachteten Gespärres des Glockenstuhles; es kommen demnach vom Gesamtdruck  $= \sqrt{1795^2 + 2404^2} = 3000 \text{ kg}$ , welcher Druck nahezu parallel dem Sparren wirkt, auf letzteren

$$3000 \frac{5,43 - 0,475}{5,43} = 2740 \text{ kg.}$$

Da der Glockenstuhl am Fusse eine Breite von  $5,43 \text{ m}$  besitzt, während das Lager  $3 \text{ m}$  hoch liegt, so fällt die um  $45$  Grad geneigte Resultante um  $3 - \frac{5,43}{2} = 0,285 \text{ m}$  ausserhalb des Fusses des Glockenstuhles. Es bleibt indeffen der Schwerpunkt des letzteren noch innerhalb seiner Basis, wie aus Folgendem hervorgeht.

Bei dem wagrechten Druck der schwingenden Glocken von  $4609 \text{ kg}$  und dem Eigengewichte des Glockenstuhles von  $2400 \text{ kg}$  ( $2392 \text{ kg}$ ) fällt der Schwerpunkt in dem Augenblicke gleichzeitiger stärkster wagrechter Wirkung aller Glocken von  $4589 \text{ kg}$  um

$$x = \frac{4589 \cdot 3}{4609 + 2400} = 1,964 \text{ m}$$

aus der Mitte, bleibt also noch um

$$2,715 - 1,964 = 0,751 \text{ m}$$

vom Rande des Glockenstuhles entfernt, so dass auch ohne Befestigung ein Kippen nicht eintreten kann. Die Tangente des Winkels der Richtung der Gesamtpressung mit der Lothrechten ist

$$\frac{1,964}{3} = 0,655,$$

der Winkel also  $33^\circ 13\frac{1}{2}'$ , entsprechend etwa der Reibung der Ruhe von Eisen auf Holz, so dass der Glockenstuhl ohne weitere Befestigung gegen das Gleiten gesichert ist.

Was nun die Festigkeit des Gerüsts anlangt, so hat der Binder zwischen der grössten und der mittleren Glocke am meisten auszuhalten; die Last beider Glockenhälften ist

$$\frac{950 + 1350}{2} = 1150 \text{ kg,}$$

die wagrechte Wirkung der gleichzeitig schwingenden Glocken hat daher den Größtwerth

$$H = 1,562 \cdot 1150 = 1796 \text{ kg.}$$

Der Sparren, aus Winkeleisen von 90 mm Schenkellänge und 16 qcm Querschnitt bestehend, erhält somit eine Pressung von  $\frac{2740}{16} = 171$  kg für 1 qcm.

Die Knickfestigkeit wurde nach der Formel (Gleichung 148 in Theil I, Bd. I, erste Hälfte, S. 312<sup>135</sup>)

$$P = \frac{KF\mathcal{F}}{\mathcal{F} + \alpha Fl^2}$$

berechnet, worin hier  $K = 2,8$  t für 1 qcm,  $F = 16$  qcm,  $\mathcal{F} = 130,43$ ,  $l = 220$  cm und  $\alpha = 0,000044$  zu setzen sind, so dafs

$$P = \frac{2,8 \cdot 16}{l + 0,000044 \frac{220^2 \cdot 16}{130,43}} = 35,5 \text{ Tonnen;}$$

die Knickfestigkeit wird demnach zu nur  $\frac{2740}{35500} = \frac{1}{13}$  ausgenutzt, oder es ist in der äufsersten am meisten gedrückten Fafer eine Beanspruchung von  $\frac{2800}{13} = 215$  kg.

Es ist mithin reichliche Sicherheit vorhanden, und es würde das gewählte Winkeleisen-Profil bei den vorliegenden Längenverhältnissen auch noch für doppelt so schwere Glocken genügen.

Die in etwa halber Höhe angebrachte seitliche Gurtung, aus Winkeleisen von 65 mm Schenkellänge und 12 qcm Querschnitt bestehend, bildet nun im Verein mit den zwischen ihr und dem unteren Rahmen als unterer Gurtung angebrachten Diagonalen einen Balken von 2,20 m Höhe und 5,43 m Länge, genügend steif, um jede Deformation des Stuhles auch dann zu verhüten, wenn etwa blofs die 4 Ecken das Mauerwerk berühren sollten, für welchen Fall sich eine Gurtungsspannung, bezw. Pressung (wie aus der Zeichnung leicht zu entnehmen) von  $\frac{4200 \cdot 2 - 1200 \cdot 0,4}{2,2} = 3600$  kg oder bei 12 qcm Querschnitt von 300 kg für 1 qcm einstellt.

Zur Uebertragung der wagrechten Kräfte auf die 4 Ecken oder auch auf die Mittelpunkte der parallel zur Schwingungsrichtung liegenden Endrahmen ist auferdem eine wagrechte Verstrebung angebracht, mit deren Hilfe das Fachwerkssystem in Fig. 81 gebildet wird. Da es sich bei diesen Theilen lediglich um wagrechte Kräfte handelt, so ist deren Beanspruchung noch geringer, als bei den Sparren und den Mittelgurtungen. Zur Minderung der Schwingungsbewegungen ist auf dem Glockenstuhle noch die aus Fig. 80 ersichtliche Umrahmung angebracht und mit Vergitterung versehen.

Der Glockenstuhl ist von der Georgs-Marien-Hütte bei Osnabrück 1876 angefertigt und hat bei 2,4 t Gewicht, einschl. Aufstellung und Anstrich, 1390 Mark gekostet, während für einen solchen aus Eichenholz 1700 Mark gefordert worden waren. Nach einer Mittheilung des Herrn Architekten *H. Dreyer* in Osnabrück, unter dessen Leitung die Arbeit ausgeführt wurde, hat sich die Construction als vollkommen fest erwiesen. Auf das Quadratmeter des Grundrisses des Lichtraumes des Thurmes kommen vom Glockenstuhle  $\frac{2400}{29,48} = 81,4$  kg.

Der verhältnismäfsig hohe Einheitspreis für die Tonne der hier bis jetzt beschriebenen beiden Glockenstühle ist darin begründet, dafs dieselben für die vorliegenden besonderen Fälle entworfen und durchweg mit warm eingezogenen Nietten zusammengesetzt worden sind, welche Arbeiten bei der Geringfügigkeit des Gesamtgewichtes im Vergleich etwa zu eisernen Brücken und der Schwierigkeit der Ausführung, so wie der damit verbundenen Transporte etc. die Steigerung des Einheitspreises erklärlich machen. Dafs übrigens die Vernietung allein geeignet ist, die grösstmögliche Festigkeit der Verbindungen und damit die für die Erhaltung der Kirchthürme so wünschenswerthe Steifigkeit der Glockenstühle dauernd sicher zu stellen, dürfte wohl nicht zu bestreiten und daher die Anwendung von Nietten statt der auch wohl verwandten Schraubenbolzen, ungeachtet der etwas höheren Kosten, dringend zu befürworten sein.

Ein ähnlicher Glockenstuhl für den Thurm über der Vierungskuppel der von *Otzen* erbauten *Jacobi-Kirche* in Kiel ist in Fig. 82 bis 86 dargestellt. Zur mög-

lichtften Ausnutzung der Widerstandsfähigkeit des Bauwerkes erschien es wünschenswerth, die Kraftwirkungen beim Schwingen der Glocken zu vertheilen und dieselben in der Richtung der Diagonale wirken zu lassen.

Der Stuhl besteht aus einem quadratischen Rahmen als Grundlage (Fig. 86), auf dessen Diagonale ein Mittelbock (Fig. 83) von 6,94 m Fußlänge und 0,44 m oberer Seite als Träger zweier Glockenlager errichtet ist, während noch 2 Gespärre (Fig. 84) von 3,46 m Fußweite bei gleicher oberer Breite für die beiden äußeren Lager der Glocken, welche bei 1,385 m und 1,175 m Durchmesser ein Gewicht von bezw.

Fig. 82.

Ansicht.

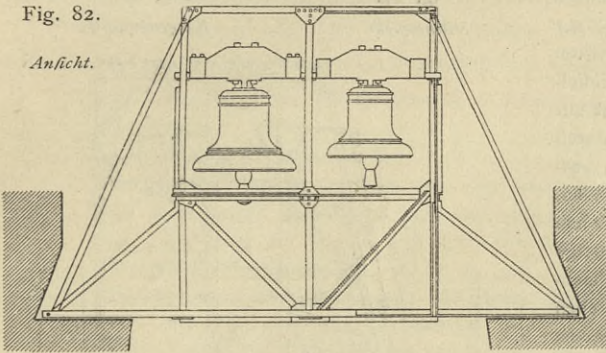


Fig. 83.

Mittelbock.

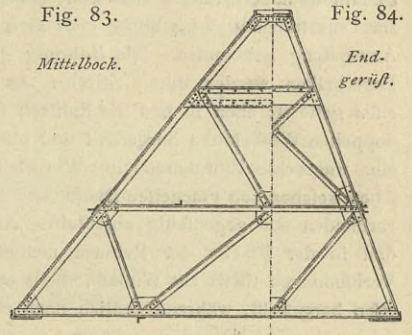


Fig. 84.

Endgerüst.

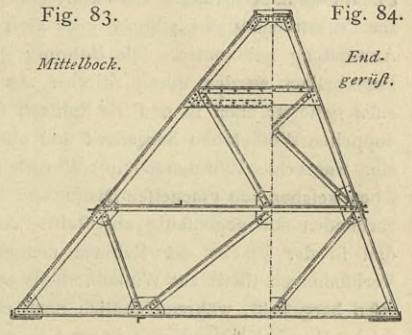


Fig. 85.

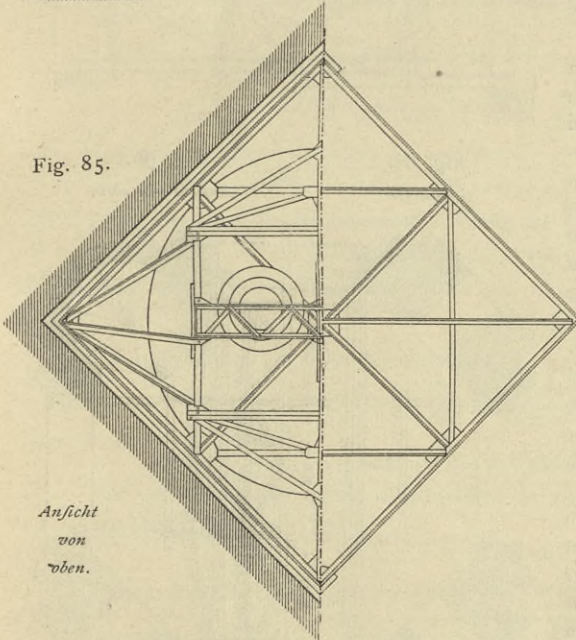
Ansicht  
von  
oben.

Fig. 86.

Grundverband.

Glockenstuhl  
in der  
Jacobi-Kirche  
zu Kiel.

1/100 w. Gr.

1400 und 800 kg haben, in parallelen Ebenen von 3,56 m Abstand symmetrisch zum Mittelbock vorhanden sind. Die 3 Gespärre sind oben durch einen Gitterträger, unten durch Dreiecksverbände mit einander verbunden, während zur Erhöhung der Steifigkeit in der Richtung rechtwinkelig zu den Ebenen der Gespärre an jedem Ende außer je zwei kürzeren noch eine bis zum Kopf reichende Strebe von den seitlich der Gespärre liegenden Ecken des Rahmens ausgeht (Fig. 82 u. 85).

Die Beanspruchung des ca. 2000 kg Constructions-Gewicht besitzenden Stuhles fällt hier unter Voraussetzung einer gewöhnlichen Glockenaufhängung ähnlich aus, wie beim Stuhl für Neuenkirchen. Thatsächlich ist aber die Wirkung des Lätens durch Anwendung der Collier'schen Aufhängungsmethode noch bedeutend unter das gewöhnliche Maß herabgemindert.

Noch ein anderer Glockenstuhl, den der Verfasser für die Kirche zum heiligen Kreuz in Berlin <sup>136)</sup> entworfen hat, besitzt die Eigenthümlichkeit, aus 4 sich kreuzenden Trägern zu bestehen, so daß die Pressungen, die durch das Gewicht, wie durch das Läuten entstehen, auf 8 Punkte vertheilt werden.

60.  
Johannis-  
Kirche  
zu Dresden.

Eine für eiserne Glockenstühle vielfach gewählte Anordnung geben wir in Fig. 87 bis 90, welche den vom Glockengießer *Grofse* für die *Johannis-Kirche* zu Dresden gleichzeitig mit dem Geläute selbst gelieferten Glockenstuhl darstellen.

Hier sind gewalzte I-Träger, welche in den Umfassungsmauern ruhen, kreuzweise über einander zur Unterstützung der 4 Böcke oder Gespärre zur Anwendung gekommen. Die U-förmig gewalzten Lagerbalken werden durch Streben aus Winkelleisen gestützt; eben so sind die Rahmen selbst aus doppelten Winkelleisen hergestellt und oben durch eine wagrechte Einrahmung mit Winkelleisen, zwischen welchen sich Flacheisen-Diagonalen befinden, verbunden und gegenseitig abgesteift. Außerdem sind in der Fläche der Rahmen facherkartige Verbindungen theils aus Winkel-, theils aus Flacheisen hergestellt, während endlich noch eine eben solche Verbindung zwischen je zwei benachbarten Böcken besteht. Es sind ausschließlich Schraubenbolzen verwandt.

Wie aus der Höhenlage der Lagerbalken zu den Glocken aus Fig. 87 u. 88 zu entnehmen ist, sind die Glocken nach dem *Posdech'schen* Systeme, jedoch unter Beibehaltung der gewöhnlichen Anordnung der Armatur (Holz mit Eisenbeschlag) aufgehängt. Die größte dieser Glocken *B* ist 1853 kg schwer, während die Armatur 600 kg wiegt. Der Glockendurchmesser ist 1,57 m. Die Drehaxe (Schneiden der stützenden Meißel) liegt 56 mm oder 0,036 *D* unter dem Glockenscheitel, also bedeutend weniger, als bei der in Fig. 72 dargestellten *Posdech'schen* Anordnung. Der Glockenschwerpunkt liegt unter dem Scheitel 0,500045 *D*, mithin unter der Drehaxe 0,464 *D*, während der Schwerpunkt der Armatur 0,33 *D* über der Drehaxe sich befindet.

Unter Benutzung der mehrfach angeführten Ziffer des Trägheitsmomentes der Glocke berechnet sich aus diesen Angaben der Schwingungshalbmesser  $s = 0,993 D$ ; derselbe ist also um etwa 3 Procent kleiner, als der bei der originalen *Posdech'schen* Construction. Für ganz kleine Schwingungen ergibt sich hieraus eine Schwingungsdauer von

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g}} = 3,14 \sqrt{\frac{0,993 \cdot 1,57}{9,81}},$$

$$t = 1,24653 \text{ Sekunden}$$

oder 48,1 Schläge in der Minute.

Beim größten Ausschlage von 78 Grad ergibt sich die Fallhöhe  $h = 0,79 s$ ; daher ist

$$t_1 = t \sqrt{1 + \frac{1}{4} \frac{0,79}{2}} = 1,3067898 \text{ Sekunden}$$

Fig. 87.  
Seitenansicht.

Fig. 88.  
Längensansicht.

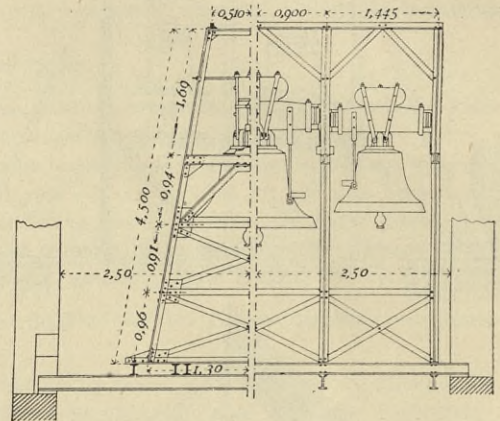
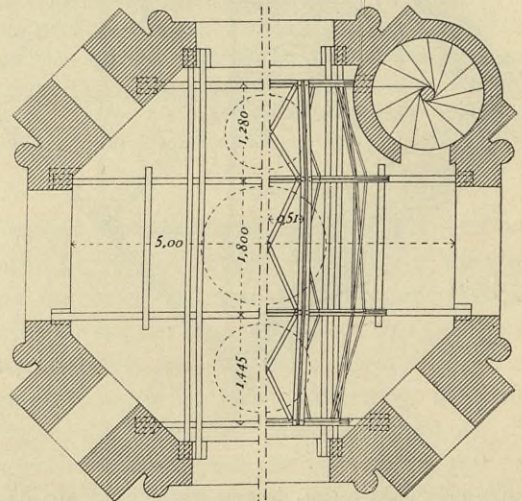


Fig. 89.  
Grundriss.

Fig. 90.  
Ansicht von oben.



Glockenstuhl der *Johannis-Kirche* zu Dresden.  
1/100 w. Gr.

136) Siehe: Centralbl. der Bauverw. 1888, S. 467.



oder 45,9 Schwingungen in der Minute, während 48 und 46 Schwingungen in der Minute beobachtet worden sind.

Das Gewicht des Glockenstuhles beträgt 2088 kg; dazu kommen 957 kg Gewicht der I-Träger, was zusammen 3045 kg oder 122 kg für 1 qm ergibt.

Ein ganz ähnlicher Glockenstuhl ist von *Friedrich* für die Friedrichstädter Kirche zu Dresden in einem achteckigen Raume von 4 m Mittelbreite und Länge constructirt.

61.  
Kirche  
zu  
Friedrichstadt-  
Dresden.

Dieser Glockenstuhl trägt 3 Glocken, die nach *Pozdech's* System aufgehängt sind und deren größte 1425 kg wiegt. Derselbe, gleichfalls auf I-Trägern ruhend, wiegt 2325 kg, also für 1 qm 145 kg. An diesem Stuhle sind übrigens die sämmtlichen Constructionstheile durch Nieten mit einander verbunden.

Wie bereits in Art. 56 (S. 63) gefagt wurde, ist das Geläute zu Werdau im Jahre 1867 nach *Ritter's* System ausgeführt worden.

62.  
Kirche  
zu  
Werdau.

Es wiegt die größte der Glocken im Werdauer Kirchturm . . . . . 2283 kg,  
die Armatur . . . . . ca. 600 kg;  
der untere Glockendurchmesser  $D$  ist . . . . . 1,64 m;  
der Schwerpunkt der Armatur liegt über dem Glockenscheitel 0,345 m = 0,21  $D$ ;  
der Schwerpunkt der Glocke liegt unter Scheitel . . . . . 0,500045  $D$ ;  
die Lagerfläche der Glocke liegt unter Scheitel . . . . . 0,241  $D$ ;  
der Scheibenhalmesser ist . . . . . 0,175 m = 0,1065  $D$ .  
Es liegt somit der Schwerpunkt des ganzen schwingenden Körpers über  
dem Schwerpunkte der Glocke allein . . . . . 0,1479  $D$ ;  
der Abstand des Scheibemittelpunktes vom gemeinschaftlichen Schwer-  
punkte ist . . . . . 0,2176  $D$ .

Das Trägheitsmoment der Maffe in Bezug auf den gemeinschaftlichen Schwerpunkt ist

$$\mathcal{J}_1 = Q D^2 \left( 0,10397 + 0,1479^2 + \frac{600}{2283} 0,5621^2 \right) = 0,20894 Q D^2,$$

oder, wenn man die ganze Maffe mit  $Q_1$  bezeichnet,

$$\mathcal{J}_1 = 0,1654 D^2 Q_1.$$

Es ist somit das Trägheitsmoment in Bezug auf die durch die Kreismittelpunkte gehende Axe

$$\mathcal{J}_a = Q_1 D^2 (0,1651 + 0,2176^2) = 0,2127 Q_1 D^2;$$

das statische Moment ist in Bezug auf dieselbe Axe

$$M_a = 0,2176 Q_1 D;$$

folglich ist der Abstand des Schwingungspunktes

$$s = \frac{\mathcal{J}_a}{M_a} = \frac{0,2127}{0,2176} D = 0,977 D,$$

oder, da  $D = 1,64$  m ist,

$$s = 1,60228 \text{ m.}$$

Die zur Berechnung der Schwingungsdauer zu ermittelnde Höhe  $h$  des Schwingungsbogens ist bei einem Ausschlagwinkel von 78 Grad

$$h = s (1 - \cos 78^\circ) = 0,79209 s.$$

Hieraus berechnet sich unter Benutzung der Gleichung

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g} \left( 1 + \frac{1}{8} \frac{h}{s} + \frac{9}{256} \frac{h^2}{s^2} \right)}$$

die Schwingungsdauer  $t = 1,3468$  Sekunden, entsprechend 44,57 Schwingungen. Beobachtet wurden 44 Schwingungen. Für ganz kleine Schwingungen ist  $h = 0$ , und dann ist

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g}} = 1,2713 \text{ Sekunden}$$

oder in der Minute 47,2 Schwingungen, während 47 Schwingungen beobachtet wurden.

Die Beobachtung des Geläutes in Werdau ergab ein fast vollständiges Stillhängen der Klöppel und in Folge dessen ein heftiges Anflagen der Glocken an die Klöppel und geringen Winkelabstand von der Lothrechten, wofolbst die Geschwindigkeit am größten ist. Dafs das Anflagen in der That kräftig vor sich ging, ergab der Augenschein, und daneben lassen die Klöppel, welche in gewöhnlicher Weise mit

kugelförmiger Verdickung aus Schmiedeeisen und nicht in Form eines Tellers mit Stiel, wie sie der Erfinder (*Ritter*) sonst anzuwenden pflegte, hergestellt sind, die Folgen ihres bisherigen Gebrauches durch starke Abplattungen und Quetschungen an den Anschlagstellen in eben so deutlicher Weise erkennen, wie man dies bei gewöhnlichen Geläuten beobachten kann. Wie es nicht anders sein kann, finden sich diejenigen Klöppelseiten, welche beim Anziehen des Läutefeiles unmittelbar getroffen werden, weit mehr abgenutzt, als die entgegengesetzten, welche bloß vom Stofs der zurückkehrenden Glocke herrühren, woraus der große Antheil der jedesmaligen Zieharbeit an der ganzen, in der schwingenden Glocke vorhandenen lebendigen Kraft dargethan wird. Es ist dem läutenden Personal mit einiger Anstrengung sogar möglich, die Zahl der Schwingungen in der Minute um mehrere zu steigern, und zwar durch vorzeitiges Anhalten und starkes Ziehen, wobei der Ausschlagwinkel auf der einen Seite kleiner wird. Die oben angegebenen Beobachtungen über die Schwingungszahlen wurden übrigens bei in der Mitte fest gebundenem Klöppel gemacht, wo dann ein leises Ziehen zur Ingangerhaltung genügte. Endlich habe ich noch mitzuthellen, daß die Scheiben ihre Unterlagen nur wenig angegriffen haben und auch die Zähne der Scheiben und der Lagerplatten nur schwach abgenutzt erscheinen, so daß die Bewegung der Scheiben im Wesentlichen als eine rollende und somit wenig passive Widerstände verursachende angesehen werden muß. Daß die einseitige Wirkung der Zugseile auf das eine Ende der Achse das Anbringen einer Verzahnung am meisten erfordert, zeigt die größere Abnutzung der Zähne an der Seite, an welcher das Zugseil auf das für dasselbe an der Achse vorhandene Segment einer Seilscheibe wirkt.

Der aus Eichenholz hergestellte, mit einigen diagonal angebrachten Zugeisen armirte Glockenstuhl, welcher übrigens bei 7 m Höhe mit feinem Fufse bis auf einen um ein Gefchofs tiefer als der Fußboden der Glockenstube liegenden Mauerabfatz hinabreicht, hat augenscheinlich nur geringe Beanspruchungen beim Läuten der vorhandenen 4 Glocken (*H*: 1,64 m Durchmesser, 2283 kg; *D*: 1,36 m Durchmesser, 1356 kg; *Fis*: 1,09 m Durchmesser, 710 kg; *H*: 0,78 m Durchmesser, 277 kg; zusammen 4626 kg) auszuhalten, während früher, bei der gewöhnlichen Aufhängung, während welcher die Glocken in 2 Gefchoffen über einander hingen, zur Verhinderung der starken Bewegungen ein Abstützen des Stuhles oben gegen das Thurmgemäuer zum Nachtheil des letzteren hatte stattfinden müssen, was jetzt nicht mehr der Fall ist. Der ganze Raum für den Glockenstuhl mißt im Grundriß 4,29 m Länge bei 3,64 m Breite, woraus denn die geringe Wegelänge der Glocken in der Schwingungsrichtung zu beurtheilen ist<sup>137)</sup>.

Zum Vergleiche der bei den betrachteten drei Aufhängungsmethoden benötigten Längen diene übrigens Folgendes.

Bei der gewöhnlichen Aufhängung bildet die Klöppelspitze während der wagrechten Lage der Glocke und des Klöppels den am weitesten ausladenden Punkt, und es berechnet sich daher die halbe Raumlänge aus

Glockenhöhe . . . . .	= 0,7346 <i>D</i> ,
Abstand der Axe über Scheitel . . . . .	= 0,1190 <i>D</i> ,
Ueberstand der Klöppelspitze über den unteren	
Glockenrand . . . . .	= 0,2500 <i>D</i>
	im Ganzen = 1,1036 <i>D</i> ,
oder die ganze Raumlänge . . . . .	= 2,2072 <i>D</i> .

Bei der *Pozdech'schen* Anordnung steht die Klöppelspitze, wenn der Klöppel die Glocke berührt, um 0,8 *D* von der Drehaxe ab; sobald nun die Verbindungslinie zwischen Klöppelspitze und Drehaxe wagrecht steht, ist der größte wagrechte Abstand erreicht, und es ist daher die ganze benötigte Länge  $2 \cdot 0,8 D = 1,60 D$ .

Verwendet man denselben Klöppel bei der *Ritter'schen* Aufhängung und legt die Verhältnisse des Zahlenbeispielles in Art. 61 zu Grunde, so ist der Abstand zwischen Klöppelspitze und Drehaxe = 0,74 *D*, mithin die ganze Länge  $2 \cdot 0,74 = 1,48 D$ .

Verwendet man aber den von *Ritter* gewöhnlich benutzten Klöppel mit leichtem Stiele unter Weglassung des Knopfes, so wird die äußerste Linie vom

<sup>137)</sup> Bei den in Werdau angestellten Beobachtungen und eingezogenen Erkundigungen ist mir der inzwischen verorbene Herr Stadtbauinspector *Neumann* dafelbst in freundlicher Weise förderlich gewesen, was ich hier dankend anzuerkennen habe.

Glockenrande beschrieben, und es ist dann der grösste wagrechte Abstand von der Axenlinie der lothrecht hängenden Glocke nur  $0,68 D$ , mithin die ganze benötigte Länge  $2 \cdot 0,68 D = 1,36 D$ .

Da diese Ziffern, verbunden mit den berechneten Angaben über die beim Läuten auftretenden Kräfte, einiges Interesse haben dürften, so stellen wir sie in folgender Tabelle zusammen:

	Gewöhnliche Aufhängung	Pozdeck'sche Aufhängung	Ritter's Aufhängung	
			mit gewöhnlichem Klöppel	mit kurzem Klöppel
Erforderliche Länge . . . . .	2,2072 $D$	1,60 $D$	1,48 $D$	1,36 $D$
Grösster wagrechter Schub . . .	1,5620 $Q$	0,2713 $Q$	—	—
Grösster lothrechter Druck . . .	3,1087 $Q$	1,5573 $Q$	—	—
Abstand des Schwingungspunktes	0,787 $D$	1,0259 $D$	0,977 $D$	—

### c) Außergewöhnliche Constructions.

Haben wir bisher blofs Glockengebälke und Glockenstühle von geringer Höhe, wie sie gewöhnlich vorkommen, betrachtet, so bleibt uns noch übrig, bezüglich außergewöhnlicher Constructions Einiges zu bemerken. Zu solchen außergewöhnlichen Constructions sind die Glockenstühle von bedeutender Höhe zu rechnen, wie sie aus Holz vielfach gebaut worden sind, um die Thürme vor den Wirkungen des Schwingens der Glocken zu bewahren. Wir erinnern hier an den ca. 19 m hohen Glockenstuhl im *St. Stephans*-Thurme zu Wien, ferner an jenen in der *Thomas*-Kirche zu Leipzig von 20 m Höhe<sup>138)</sup>, sodann an den von *Viollet-le-Duc* 1852 neu erbauten 24 m hohen Glockenstuhl (*belfroi*) in einem der Westthürme der *Notre-Dame*-Kirche zu Paris etc. Alle diese Glockenstühle sind selbstverständlich gut verstrebt; es sind aber außer den Eckfäulen auch noch Zwischensäulen zum unmittelbaren Aufnehmen des Druckes der Glockenaxen angebracht, was dem ganzen Verbandschaden muß. Es ist daher, um die ganze Standfestigkeit des Glockenstuhles thunlichst zu erhöhen, für diese Constructions die Anwendung lediglich von Eckfäulen, die nach Art amerikanischer Brücken (nach *Long*'schem System) mit einander verstrebt sind, zu empfehlen; auch ist ein derartiger Stuhl aus Holz in der Christus-Kirche zu Hannover auf den Rath des Verfassers dieses Kapitels von *Hase* 1864 ausgeführt.

64.  
Glockenstühle  
von großer  
Höhe.

Für Eisen-Constructions dürfte eine der bei eisernen Viaduct-Pfeilern gebräuchlichen Anordnungen mit Vortheil anzuwenden sein.

Eine solche ist für die von *Otzen* erbaute *Gertruden*-Kirche in Hamburg vom Verfasser entworfen<sup>139)</sup> und in den Fig. 91 bis 100 dargestellt.

Es handelte sich hier um die Aufhängung dreier Glocken von 2700, 1375 und 800 kg Gewicht. Die einfache Constructions bedarf nur in so fern einer Erläuterung, als zwischen den Wagrechten *EF* und *LM* (Fig. 91) zwei pyramidale Anhängel außerhalb der Gefäule angebracht sind, durch welche diese jedes für sich die erforderliche Widerstandsfähigkeit gegen seitliche Schwankungen und gegen Verdrehung erhalten.

Unter Bezugnahme auf die Berechnung der Beanspruchung des Neuenkirchener Glockenstuhles findet sich in vorliegendem Falle das Drehmoment zu

$$M = [(2700 + 1375) (8,5 - 2,8) + 800 (11,05 - 2,8)] 1,565 = 46680 \text{ mkg.}$$

<sup>138)</sup> Siehe: BREYMANN, G. A. Allgemeine Bau-Constructions-Lehre. II. Theil: Constructions in Holz. 4. Aufl. Von H. LANG. Stuttgart 1870.

<sup>139)</sup> Siehe: KALL, C. St. Gertrud in Hamburg. Hamburg 1888.

Fig. 91.  
Aufriß.

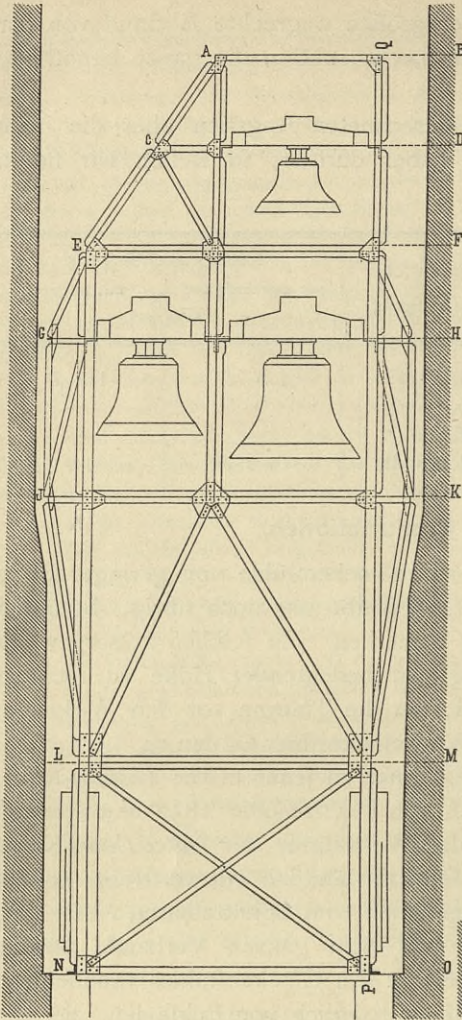


Fig. 92.  
Ansicht  
des  
Gerüsts  
P Q.

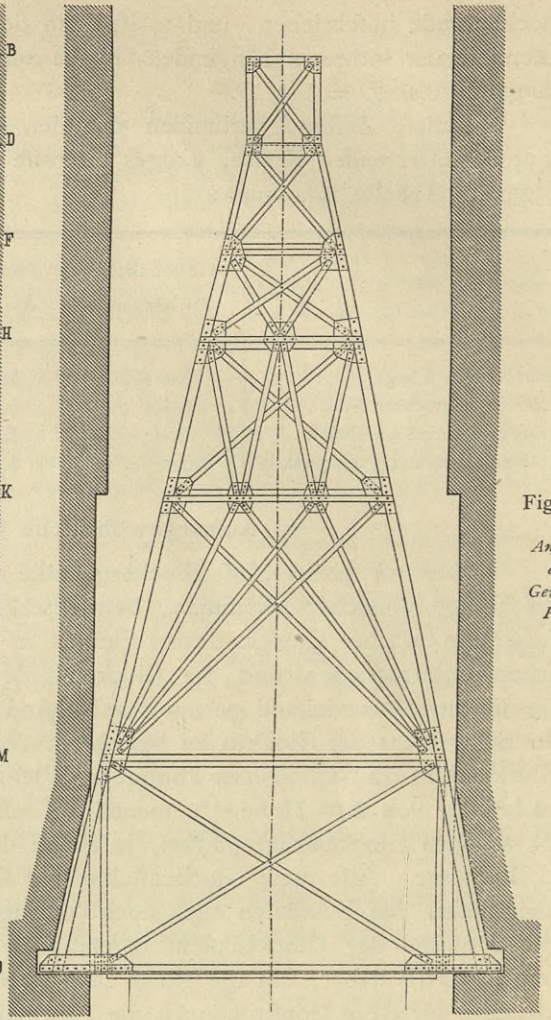


Fig. 93.  
Schnitt  
G H.

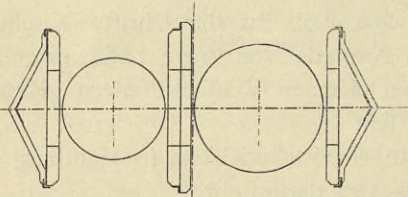


Fig. 95.  
Schnitt  
J K.

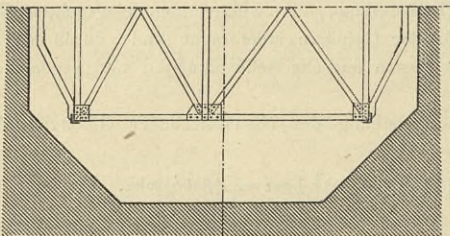


Fig. 94.  
Schnitt  
L M.

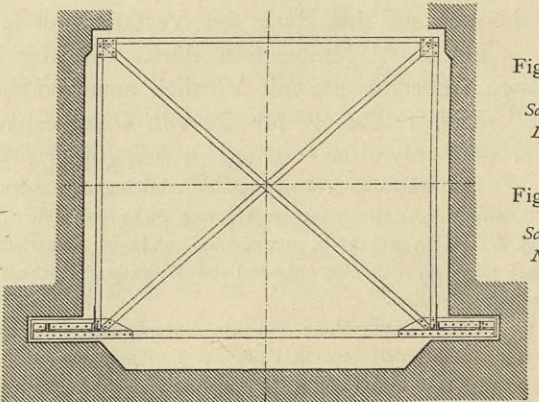
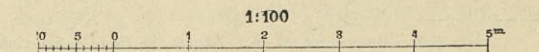
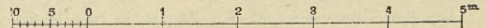


Fig. 96.  
Schnitt  
N O.



1:100



Da das eigene Gewicht des Glockenstuhles nur ca. 5300 kg am Hebel von 2,8 m = 14840 mkg beträgt, so bedarf es an jedem der 4 Eckpunkte der Stuhl-Basis einer niederhaltenden Kraft beim Läuten — dieses nach gewöhnlicher Art vor sich gehend angenommen — von

$$\frac{46680 - 14840}{2 \cdot 5,6} = 2843 \text{ kg,}$$

welche durch das auf die äußere Hälfte der Schwellen (wie aus Fig. 91 zu entnehmen) sich aufsetzende Mauerwerk geboten wird.

Unter gleicher Voraussetzung findet sich die größte Beanspruchung der Ecksparren des Glockenstuhles auf Druck zu je

$$\frac{5300 \cdot 2,8 + 4075 \cdot 11,3 + 800 \cdot 13,85}{2 \cdot 5,3} = 6789 \text{ kg;}$$

es kommen fomit auf 1 qcm des aus Winkelisen von 120 × 120 × 15 mm bestehenden Sparren-Querschnittes von 33,75 qcm Fläche rund 200 kg.

Die Knickfestigkeit bei einer größten freien Länge der Ecksparren zwischen den Schichten *IK* und *LM* von 3,5 m ergibt sich, unter Benutzung des vorhin gebrauchten Ausdruckes, da  $F = 33,75$  und  $\mathcal{F} = 188$  (in Centim.), zu

$$P = \frac{33,75 \cdot 188}{188 + 0,000044 \cdot 350^2 \cdot 33,75} = 48031 \text{ kg}$$

und gegenüber einer Beanspruchung von 6789 kg, also eine mehr als 7-fache Sicherheit.

Es bleibt hier aber zu bemerken, daß die Glocken der *Gertruden-Kirche* nach dem *Collier'schen* Systeme aufgehängt und daher die Kraftwirkungen beim Läuten weit kleiner sind, als hier berechnet.

Die Kosten des Stuhles haben im Ganzen 3132 Mark betragen, wovon 2800 Mark an die Lübecker Maschinenfabrik als die Lieferantin bezahlt wurden.

Die beim Läuten entstehenden wechselnden Einwirkungen auf die Thürme können letztere unter Umständen in Schwingungen versetzen. Hier ist namentlich auf die pendelartige Bewegung des Wiener *Stephans-Thurmes* beim Läuten hinzuweisen, über welche *v. Schmidt* die in der unten angeführten Quelle <sup>140)</sup> wiedergegebenen Mittheilungen gemacht hat.

Größere Schwingungen des Thurmmauerwerkes entstehen, sobald ein Rhythmus zwischen der Schwingungsdauer der Glocken und derjenigen der Thürme selbst eintritt. Beim gleichzeitigen Läuten mehrerer Glocken, die stets verschiedene Schwingungszeiten haben, läßt sich eine allmähliche Steigerung der Schwingungs-Amplituden weniger leicht erwarten, als beim Läuten nur einer Glocke. Nach Analogie der allgemein bei elastischen Körpern zu beobachtenden Schwingungserscheinungen ist es zwar außer Zweifel, daß die Größe der Kraftwirkungen beim Erregen

65.  
Schwingen  
der  
Thürme.

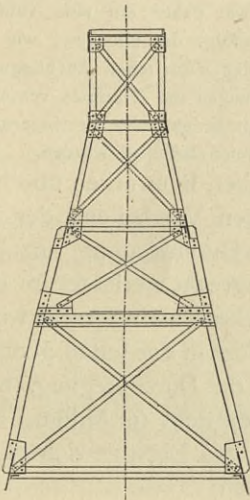


Fig. 97.  
*Mittelbock.*

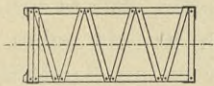


Fig. 98.  
*Ansicht  
von oben.*

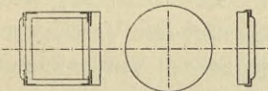


Fig. 99.  
*Schnitt  
C.D.*

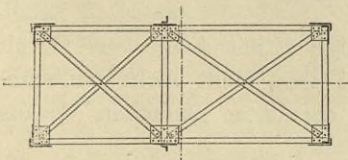


Fig. 100.  
*Schnitt  
E.F.*

zu Hamburg.

der Schwingungen eine bedeutende Rolle spielt, dafs Schwingungen überhaupt nur eintreten, wenn die rhythmisch wiederholten Kraftwirkungen eine gewisse Stärke besitzen; allein eben so sicher ist es, dafs von zwei sonst ähnlichen elastischen Constructionen die steifere, stabilere am raschesten schwingt, und dafs daher beispielsweise eiserne Brücken nur bei raschem Tempo von im Tact darüber schreitenden Personen in Schwingungen gerathen, während dieses bei hölzernen Brücken unter sonst gleichen Verhältnissen schon bei langsamem Schreiten erfolgt. Es läßt sich daher erwarten, dafs mitunter kleine, daher rascher als grofse schwingende Glocken eher als letztere eine Thurmspitze in Pendelbewegungen zu versetzen im Stande sind. Eine interessante Mittheilung dieser Art über beobachtete Schwingungen eines mit massivem Helm versehenen Thurmes — der *Johannis-Kirche* in Altona — giebt *Otzen*<sup>141)</sup>.

Es ruht in diesem Thurme der Glockenstuhl etwa in 20 m Höhe über dem Boden auf einem Mauerabfatz; die Höhe des Glockenstuhles ist 19 m; er trägt drei Stahlglocken von 2780 kg (*B*), 1352 kg (*D*) und 975 kg (*E*) Gewicht über einander, und es ist die grofse Glocke zu unterst, die kleinste zu oberst angebracht. In Folge des Lätens der in gewöhnlicher Weise aufgehängten und daher starke Seitenkräfte ausübenden Glocken gerieth aber der Thurm in Seitenschwankungen, welche an der Spitze bis zu 10 cm, also viel mehr betragen, als beim *Stephans-Thurme* in Wien, und man war daher auf eine Abhilfe bedacht, welche denn auch, zwar nicht durch die Abänderung der Reihenfolge der Glocken, wie in der unten<sup>140)</sup> bezeichneten Quelle angegeben, wohl aber durch Anbringen der *Ritter'schen* Aufhängung bei der kleinen Glocke, deren Schwingungen fast ausschließlic die Schwankungen des Thurmes veranlafsten, herbeigeführt wurde, indem nach dieser veränderten Aufhängung und damit bedeutenden Verringerung der am gröfsten Hebelsarm wirkenden Seitenkraft die Schwankungen beim Läten beseitigt wurden.

66.  
Schwingungs-  
dauer.

Die Schwingungsdauer von Thürmen, wie von schlanken Bauwerken überhaupt, hängt von ihrer Biegefestigkeit, ihrer Masse, so wie deren Vertheilung der Höhe nach ab. Als die Pendellänge vertretend ist diejenige Durchbiegung anzusehen, welche eintreten würde, wenn das betreffende Bauwerk wagrecht gerichtet im Boden eingemauert wäre oder, was dasselbe sagt, wenn die Schwerkraft als wagrecht wirkend angenommen würde, worüber die Mittheilungen des Verfassers in der unten genannten Zeitschrift<sup>142)</sup> Näheres enthalten. Bezeichnet man danach die Durchbiegung, welche in Folge einer Einzellast am Ende eines elastischen Stabes entsteht (in Millim.) mit  $u_1$  und die durch eine gleichmäfsig vertheilte Last, einschl. des Eigengewichtes, sich ergebende mit  $u_2$ , so ist die Schwingungsdauer (in Secunden)

$$t = \sqrt{0,0040252 u_1 + 0,0031736 u_2}.$$

Aus diesem Ausdrücke sind die Folgerungen zu ziehen, dafs es zur Vermeidung von Schwingungen, welche zerstörend wirken, rätlich ist, ein hohes Gebäude in feinen oberen Theilen möglichst leicht zu halten, ferner es aus Baustoffen mit thunlichst hohem Elasticitäts-Coefficienten, diesen in Säulenhöhe nach Analogie der Reifslänge ausgedrückt, herzustellen, sodann hohe Fenster oder Schlitze, welche ein Zerlegen des Querschnittes darstellen und zu einer bedeutenden Verringerung des Biegungswiderstandes, mithin Erhöhung der unter der gedachten Voraussetzung wagrechtlicher Einmauerung sich berechnenden Durchbiegung führen, zu meiden, und endlich, dafs massive Thurmhelme der Stabilität abträglicher sind, als die weit leichteren hölzernen und namentlich eisernen Gerüste.

Selbstverständlich ist die Berechnung und sonstige Ermittlung von Durchbiegungen unter den gemachten Voraussetzungen bei den meist nicht einfachen Formen der Thurmbauwerke schwierig. Um indessen die unter einfachen Voraus-

<sup>141)</sup> In: Zeitschr. f. Bauw. 1877, S. 13.

<sup>142)</sup> Deutsche Bauz. 1885, S. 163; 1886, S. 549.

fetzungen bestehende Möglichkeit der Berechnung darzulegen, diene folgendes Zahlenbeispiel.

Es sei der prismatische Theil eines quadratischen Thurmes von 6<sup>m</sup> äußerer und 4<sup>m</sup> innerer Weite, bei durchweg 1<sup>m</sup> starken undurchbrochenen Mauern von einem Elasticitäts-Coefficienten  $E = 40000$  und einem Einheitsgewicht  $= 2$ , mithin einer Höhe  $H$  der den Elasticitäts-Coefficienten vertretenden Säule  $= \frac{40000}{0,2} = 200000$  m, 40<sup>m</sup> hoch und darauf eine Spitze, welche ihrer Masse nach einer Höhe des prismatischen Theiles von 10<sup>m</sup> entspricht, so daß der Thurm einer Mauerwerksfäule von insgesammt 50<sup>m</sup> Höhe in Bezug auf Stabilität, Masse und annähernd auch Massenvertheilung gleich zu achten ist. Wie groß ist die Dauer einer Hin- und Herfchwingung?

Sehen wir von den vorauszusetzenden Einzellasten, z. B. den Glocken, als unerheblich gegen die Masse des Thurmes, ab, nehmen also an, daß lediglich die Eigenmasse des Thurmes zur Wirkung kommt, so ist die in Rechnung zu bringende Durchbiegung

$$u_2 = \frac{5}{24} \cdot \frac{p l^4}{E \mathcal{J}} \quad \text{oder, da } \frac{p}{E} = \frac{F}{H}, \quad u_2 = \frac{5}{24} \cdot \frac{F l^4}{H \mathcal{J}},$$

worin  $F$  die wagrechte Querschnittsfläche und  $\mathcal{J}$  das Trägheitsmoment dieser Fläche bezeichnet. In Ziffern ist daher

$$\begin{aligned} l &= 5000 \text{ cm}, \quad F = 600^2 - 400^2 = 200000, \\ H &= 200000000 \text{ cm}, \\ \mathcal{J} &= \frac{1}{12} (600^4 - 400^4) = 8666700000; \end{aligned}$$

folglich  $u_2 = 15,1 \text{ cm} = 151 \text{ mm}$ ,

und es ist daher die Dauer einer Doppelfchwingung

$$t = \sqrt{0,0031736 \cdot 151} = 2,189 \text{ Sekunden};$$

eine Einzelfchwingung dauert mithin 1,095 Sekunden, welche Dauer etwa der Schwingungsdauer einer Glocke vom Durchmesser (vergl. die Formel auf S. 59)

$$D = G \cdot \frac{1,095^2}{\pi^2 \cdot 0,96864} = 1,1236 \text{ m}$$

oder von  $1,1236^3 \cdot 478,6 = 679 \text{ kg}$  Gewicht entspricht.

Ein Thurm, wie der angenommene, würde somit das Läuten einer einzelnen Glocke von 679 kg Gewicht, gewöhnliche Aufhängung vorausgesetzt, nicht ertragen können.

Mag die Annahme eines Elasticitäts-Coefficienten von 40000 kg für 1 qcm oder  $H = 200000$  m etwa für Mauerwerk aus weicherem Sandstein in Kalkmörtel gelten, so würde für Granit ein Elasticitäts-Coefficient von 224600 bis 454000 kg oder beim Einheitsgewicht von 2,50 bis 3,05 von  $H = 900000$  bis 1500000<sup>m</sup> sich ergeben<sup>143)</sup>.

Da die Schwingungsdauer in umgekehrtem Verhältniße der Wurzelwerthe von  $H$  steht, so würde für den soeben betrachteten Thurm bei Herstellung aus Granit mit feinen Fugen die Schwingungszeit höchstens

$$t = \frac{2,189 \cdot \sqrt{200000}}{\sqrt{900000}} = 1,03 \text{ Sekunden}$$

betragen.

Für den Bestand eines Glockenstuhles ist selbstverständlich dessen eigene Steifigkeit und die Ausschließung eigener Pendelbewegungen von Bedeutung. Bei niedrigen Glockenstühlen oder -Gebälken von kleiner Spannweite kann bei statisch ausreichender Tragfähigkeit ohne Weiteres eine genügende Steifheit als vorhanden angenommen werden, während dies für hohe oder weit gefpannte Stühle oder Gebälke in jedem einzelnen Falle der Unterfuchung bedarf.

Eine solche für den Glockenstuhl der *Gertruden-Kirche* in Hamburg geführte Berechnung ergibt für die oberste Aufhängefelle eine Durchbiegung von nicht ganz 4<sup>mm</sup> und somit eine Schwingungsdauer von etwa  $\frac{1}{8}$  Secunde, so daß durch die Schwingung auch der kleinsten Glocke, welche bei 1,16<sup>m</sup> Durchmesser zum Hin- und Herwege 2,128 Sekunden gebraucht, eine allmähliche Steigerung der Schwingungs-Amplitude des Stuhles nicht entstehen kann.

67.  
Schwingen  
der  
Glockenstühle.

<sup>143)</sup> Siehe: Civiling. 1877, S. 379.

68.  
Stühle  
für fest  
hängende  
Glocken.

Für fest hängende Glocken handelt es sich nur um lothrechte Unterfützung; die Stühle für solche können daher sehr einfach construirt sein. Vor der erst in den letzten Jahrzehnten allgemein gewordenen Anwendung des Schmiedeeisens hat man solche Glockenstühle, wie auch diejenigen für Thurmuhren, mehrfach aus Gußeisen hergestellt, und es findet sich ein solcher Stuhl in der Louisenstädtischen Kirche zu Berlin<sup>144)</sup> und im Thurme des Parlamentshauses zu London<sup>145)</sup>.

Eine besondere Läutevorrichtung mittels frei schwingenden Klöppels innerhalb der fest stehenden Glocke wendet nach der unten genannten Quelle<sup>146)</sup> *Scheuren* in Bracht bei Kaldenkirchen an.

## Literatur

über »Glockenstühle«.

- The hanging of church bells.* *Builder*, Bd. 10, S. 251, 331.  
*Montage des cloches et construction des beffrois.* *Revue gén. de l'arch.* 1855, S. 318, 365.  
*On some alterations in bells and bell machinery.* *Builder*, Bd. 13, S. 159.  
 SMITH, C. H. *On the forms, methods of casting, and ringing of large bells.* *Builder*, Bd. 14, S. 11.  
 Mr. E. B. DENISON *of bells and the mode of ringing them.* *Builder*, Bd. 14, S. 88, 164.  
*Forms and musical properties of bells.* *Builder*, Bd. 14, S. 144.  
 LUKIS, W. C. *An account of church bells; with some notices of Wiltshire bells and bell-founders.* London und Oxford 1857.  
 OTTE, H. *Glockenkunde.* Leipzig 1858.  
 ELLACOMBE, H. T. *Practical remarks on belfries and ringers.* London 1859.  
 STEIN. *Glockenstuhl von Eisen in der Klosterkirche in Berlin.* *Zeitschr. f. Bauw.* 1860, S. 486.  
*Glockenstuhl der St. Nicolaus-Kirche zu Innsbruck.* *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1860, S. 357.  
 Beschreibung des Verfahrens bei Aufhängung der Glocken im Thurme des Westminster-Palastes. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1861, S. 191.  
 Regeln für die Anlage von Glockenhäusern. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1861, S. 461.  
 Ueber das Aufhängen der Glocken. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1861, S. 59.  
 Ueber Glockenstühle und Aufhängen der Glocken. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1863, S. 85, 101.  
 Die Glockenstühle von POZDECH in Pefth. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1863, S. 219.  
 Glockenguss und Aufhängevorrichtung, nach MAILLARD. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1864, S. 370.  
*Église de Masny. Beffroi.* *Gaz. des arch. et du bât.* 1864, S. 53.  
 Glockenläutevorrichtung, von RITTER in Trier. *Zeitschr. f. Bauw.* 1865, S. 373.  
 SPERLING, J. H. *Church bells: their antiquities and connexion with architecture.* *Builder*, Bd. 23, S. 241, 254.  
*Bells and wood-work.* *Builder*, Bd. 25, S. 642.  
 ORTH. Haben sich eiserne Glockenstühle bewährt und wo ist etwas darüber veröffentlicht? *Zeitschr. f. Bauw.* 1868, S. 307.  
 Ritter's patentirte Glockenaufhängung. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1868, S. 37.  
 Aufhängung der Glocken nach Ritter'scher Methode. *Deutsche Bauz.* 1869, S. 99.  
 JAEHN. Ritter's patentirte Glockenaufhängung. *Baugwks.-Ztg.* 1869, S. 47.  
 Antifriktionslager für Glocken. *Deutsche Bauz.* 1871, S. 215.  
 KÖPCKE. Ueber eiserne Glockenstühle. *Prot. d. fächf. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1871, S. 58.  
 RAU, E. *Glockengießerkunst.* *Allg. Bauz.* 1872, S. 330.  
 KECK. Berechnung schmiedeeiserner Glockenstühle. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1872, S. 638.

<sup>144)</sup> Siehe: *Zeitschr. f. Bauw.* 1861, S. 479.

<sup>145)</sup> Siehe: DENISON, E. B. *Treatise on clocks, watches and bells.* 4. Aufl. London 1862.

<sup>146)</sup> *Deutsche Ind.-Ztg.* 1888, S. 388.



- GUGITZ, G. Neue und neueste Wiener Bauconstructions etc. Wien. — Nr. 65: Eiferner Glockenstuhl für die 5590 kg schwere Glocke der Votivkirche.
- Belfries and bells. Builder*, Bd. 31, S. 21.
- Bells and bell-cages. Builder*, Bd. 31, S. 170.
- LUND, G. *On bells, and modern improvements for chiming and carillons. Builder*, Bd. 32, S. 201.
- The bells and carillon machine, Worcester cathedral. Builder*, Bd. 32, S. 238.
- Suspension de cloche à Narbonne. Revue gén. de l'arch.* 1875, S. 241 u. Pl. 52.
- Achsfendrucke schwingender Glocken. *Deutsche Bauz.* 1875, S. 238.
- Something about church bell-hanging, and the vibration of bell-towers. Builder*, Bd. 33, S. 33.
- VISSER, J. E. Einiges über das Aufhängen von Thurmglöcken. *Baugwks.-Ztg.* 1875, S. 786; 1876, S. 6.
- VELTMANN. Ueber die Bewegung einer Glocke. *Polyt. Journ.*, Bd. 220, S. 481.
- OTZEN, J. Die St. Johanniskirche in Altona. c, 1) Glockenstuhl und Glocken. *Zeitschr. f. Bauw.* 1877, S. 13.
- The new bells and bell-cage, St. Paul's cathedral, London. Builder*, Bd. 36, S. 1066.
- Bells and bellfounding; a practical treatise upon church bells. By X. Y. Z. Bristol* 1879.
- Der Lambertithurm zu Münster. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1879, S. 255.
- KÖPCKE. Mittheilungen über die Construction und Stabilitätsverhältnisse eines auf dem Thurme der Kirche zu Neuenkirchen bei Osnabrück in Ausführung gebrachten eisernen Glockenstuhles. *Mitth. d. sächf. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1879, S. 132.
- Bells. Iron*, Bd. 14, S. 45, 138.
- VELTMANN, V. Die Kölner Kaisererglocke etc. Bonn 1880.
- Bell-mounting. Engineer*, Bd. 49, S. 283.
- ADLER, F. Das Münster zu Freiburg i. Br. *Deutsche Bauz.* 1881, S. 505.
- STÜVE. Wiederaufbau der Thurm spitze der St. Katharinen-Kirche zu Osnabrück im Jahre 1880. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1882, S. 21.
- DORNBLÜTH. Glocken-Auflager mit wälzender Bewegung der Axe. *Deutsche Bauz.* 1884, S. 567.
- HEHL, CH. Dreifaltigkeits-Kirche zu Hannover. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1884, S. 443.
- Kirche zu Kaffob. *Deutsches Baugwksbl.* 1885, S. 677.
- Ueber Glocken und Glockenstühle. *Wochschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1886, S. 346.
- Das Aufhängen der Glocken nach dem System *Collier*. *Baugwks.-Zeitg.* 1886, S. 906.
- Hamburger Kirchen. *Deutsche Bauz.* 1887, S. 566, 578, 590.
- KALL, C. St. Gertrud in Hamburg etc. Hamburg 1888.
- Der Neubau der Kirche zum heiligen Kreuz in Berlin. *Centralbl. d. Bauverw.* 1888, S. 467. *Deutsche Bauz.* 1889, S. 345, 381.
- HEHL, CH. Die katholische Pfarrkirche zu Harfum. — Der eiserne Glockenstuhl. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1888, S. 362.
- Ein neues Lätewerk für Kirchthurmglöcken. *Baugwks.-Zeitg.* 1889, S. 608.



Handbuch der Architektur.

III. Theil:

DIE HOCHBAU-CONSTRUCTIONEN.

---

FÜNFTE ABTHEILUNG.

VERSCHIEDENE  
BAULICHE ANLAGEN.

---



I. Abschnitt.

Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen  
und Erderfütterungen.

Von E. SPILLNER.

I. Kapitel.

Sicherungen gegen Feuer.

Die Frage, wie die Gebäude gegen Feuer geschützt werden sollen, ist so alt, wie die Baukunst selbst; dennoch müssen wir uns gestehen, daß dieselbe noch keineswegs beantwortet ist. Zwar wird auf diesem Gebiete rastlos gearbeitet; die Ansichten über die Bewährung der natürlichen Steine, des Holzes und namentlich des Eisens im Feuer klären sich allmählig; feuerichere Baustoffe sind erfunden worden und haben in kurzer Zeit weit gehende Verbreitung gefunden; neue Beleuchtungs- und Heizungsweisen verdrängen die früheren feuergefährlichen; überall wenden die Behörden dieser Frage die größte Aufmerksamkeit zu: dennoch folgen sich große Brände, nicht selten mit bedeutenden Verlusten an Menschenleben, in kurzen Zwischenräumen, und zwar werden nicht nur ältere Bauten, errichtet in Zeiten der naivsten Unkenntnis, von dem verheerenden Elemente heimgesucht; sondern auch Bauwerke, bei denen man in sorgfältigster Ueberlegung alles nur Mögliche zu ihrem Schutze gethan zu haben glaubte, werden in wenigen Stunden vom Feuer vernichtet. Es lohnt sich daher wohl, die Sicherungen gegen Feuer, welche einerseits in geeigneter Wahl der Materialien und Constructionen, andererseits in Lösch-Einrichtungen für den Fall eines ausgebrochenen Brandes bestehen, im Zusammenhange zu betrachten<sup>147)</sup>.

a) Feuerficherheit der wichtigeren Baustoffe und Bau-Constructionen.

Bisher nahm man vielfach an, daß der Maffivbau, gleich viel ob natürliches oder künstliches Steinmaterial<sup>148)</sup> verwendet wird, einen ausgezeichneten Schutz gegen Feuer gewähre. Erst die Brände von Straßburg und Paris 1870 und 1871 haben diese Zuversicht gewaltig erschüttert. So hat sich z. B. der viel verwendete französische Kalkstein (*calcaire grossier*), welcher auch in Deutschland nicht selten

69.  
Natürliche  
Steine.

<sup>147)</sup> Siehe auch die »Normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 18 u. 19 (S. 30–32).

<sup>148)</sup> Siehe Theil I, Bd. 1, erste Hälfte (Abth. I, Abschn. 1, Kap. 1: Stein) dieses »Handbuches«.

Eingang findet, gänzlich ungeeignet gezeigt, dem Feuer Widerstand zu leisten. Französische Architekten schreiben dies der »Nässe« desselben zu<sup>149)</sup>, indem sie annehmen, daß beim Erhitzen des Steines eine schnelle Ausdehnung des eingeschlossenen Wassers erfolgt, welches sich schliesslich in Dampf verwandelt und so den Stein zerfprengt. Auch in Deutschland ist die Ansicht vertreten, daß hygroskopische Steine wenig feuerbeständig seien. Indessen dürften die Poren, welche das Wasser so bereitwillig eingelassen haben, diesem und dem sich bildenden Dampfe genügend schnellen Ausgang gestatten. Wir werden daher die Hauptzerstörungsurfachen in zwei anderen Factoren zu suchen haben: 1) in der chemischen Veränderung des ganzen Steines oder einzelner Theile desselben und 2) in der verschiedenartigen Ausdehnung der letzteren.

Eine chemische Veränderung erleiden alle diejenigen Steine, welche Kohlen säure enthalten, die sie beim Erhitzen abgeben und dadurch zerfallen oder wenigstens an Festigkeit verlieren.

Hierher gehören die Kalksteine, Mergel und Dolomite, ferner diejenigen Sandsteine, in denen Kalk oder Mergel als Bindemittel vorkommt. Durch ungleiche Ausdehnung werden die grobkörnigen Granite und Syenite zerstört. Es ist bekannt, daß man zum Sprengen von Granitblöcken noch heute das sog. Feuerfetzen anwendet, wobei aber der Stein seine Festigkeit völlig einbüßt. Ferner ist die geringe Feuerbeständigkeit der in der Mark Brandenburg vielfach verwendeten Feldsteine (Granitfindlinge) mehrfach beobachtet worden. Hingegen sind als feuerbeständig zu erachten: diejenigen Sandsteine, welche quarziges Bindemittel enthalten, ferner Serpentin, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Thonschiefer, am meisten Trachyt, harte Basaltlava und Bimsstein. Sog. Kunststein hat sich ebenfalls im Brande gehalten<sup>150)</sup>.

70.  
Backsteine.

Viel besser, als der natürliche Stein bewährt sich der Backstein<sup>151)</sup>, so daß *Viollet-le-Duc* nach dem Brande von Paris vorschlug, Quadermauern nicht mehr, wie bisher, mit Bruchsteinen, sondern mit Ziegeln zu hinterblenden, da die Hauptgefahr für die Façaden-Mauern nicht von aussen, sondern von innen komme. Noch sicherer wird das Verfahren sein, zwischen der Backsteinverblendung und dem Quadermauerwerk eine Luftschicht zu lassen.

Beim Brande der Stärkefabrik zu Salzuflen (1881) zeigte es sich, daß die aus Backsteinmauerwerk hergestellten Theile der Umfassungswände der Gluth zu trotzen vermochten, während das Bruchsteinmauerwerk, obgleich bedeutend dicker, gänzlich vom Feuer zerstört worden war<sup>152)</sup>.

Eben so waren nach dem Brande des Rathhauses zu Aachen (1883) die aus dem thonhaltigen Udelfanger Sandstein erbauten Zinnen von Kreuz- und Querriffen durchzogen, Stufen von sog. Blauftein (Kalkstein) in Aetzkalk verwandelt; hingegen hatten die nur 1 Stein starken Backsteingewölbe des historischen Krönungsfaales diesen vollkommen gegen die Gluth und den Zusammenbruch des hohen, hölzernen Dachstuhles geschützt.

Allein auch die Backsteine sind in ihrem Verhalten sehr verschieden; namentlich sind diejenigen leichter zerstörbar, welche Kalktheile enthalten. Geradezu unbrennlich sind die sog. feuerfesten Steine<sup>153)</sup>, daher als Auskleidung von Feuerungen vorzugsweise gebraucht. Bei ihrem keineswegs hohen Preise eignen sie sich sehr gut zur Ueberwölbung von Trefors, Archiven etc., und man muß es bedauern, daß sie für Hochbauzwecke bisher so wenig Verwendung gefunden haben.

71.  
Asphalt,  
Gyps, Thon,  
Lehm  
u. Cement.

Natürlicher Asphalt (*Seyffel* oder *Val de Travers*<sup>154)</sup> ist trotz seines Bitumen-Gehaltes als feuersicher zu erachten. Holzfussböden, mit 2 cm starker Asphaltlage

149) Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.*, 1872, S. 134.

150) Siehe: *Deutsche Bauz.* 1888, S. 151.

151) Siehe Theil I, Bd. 1, erste Hälfte (Abth. I, Abfchn. 1, Kap. 1: Stein, so wie Kap. 2: Keramische Erzeugnisse) dieses »Handbuches«.

152) Siehe: *Deutsche Bauz.* 1883, S. 226.

153) Siehe Theil I, Bd. 1, erste Hälfte (Art. 21, S. 78) dieses »Handbuches«.

154) Siehe ebendaf. (Abth. I, Abfchn. 2, Kap. 3: Asphalt) — ferner: *Deutsche Bauz.* 1870, S. 83.

überdeckt, haben von herabfallendem Feuer nicht gelitten. Künstlicher Asphalt hat diese Eigenschaft in geringerem Grade.

Gyps<sup>155)</sup> ist eines der besten Feuerschutzmittel. Beim Brande von Paris haben Kalksteinmauern, welche im Inneren mit Gyps überzogen waren, an dieser Seite wenig gelitten, während sie im Aeußeren stark beschädigt waren; eben so haben sich Gypsdecken gut bewährt.

Nach den Versuchen von *Hardwick* in London haben 3<sup>cm</sup> starke Gypsplatten, welche an die untere Fläche hölzerner Balkendecken angeschraubt waren, diese gegen den Brand darunter gestellter Theertonnen vollkommen geschützt. — *A. & O. Mack* in Ludwigsburg verfertigen »Gypsdielen«, eine besonders präparirte Gypsmaße, welcher poröse und fest bindende Stoffe (Haare, Federn etc.) beigemischt sind. *Katz* in Stuttgart hat sog. »Spren-Tafeln« construiert, ein Gemisch von Spren, Gyps, Kalk, Leimwasser und Haaren. Von *Giraudi, Brunner & Co.* in Mülhausen sind »Schilfbretter« erfunden, aus Gyps mit eingelegtem Schilfrohr bestehend. Alle drei Materialien, von denen bereits in Theil III, Band 2, Heft 1 (Art. 171 u. 172, S. 196) dieses »Handbuches« die Rede war, eignen sich zu feuerficheren Bekleidungen von Holzwerk, leichten Zwischenwänden etc. — Die Feuerficherheit der von *Rabitz* in Berlin erfundenen Construction, bekanntlich ein Drahtgewebe mit einem Mörtelbewurf, welcher zur Hälfte aus Kalk, zur Hälfte aus Gyps mit Zusatz von Leimwasser und Haaren besteht, beruht im Wesentlichen auf der Feuerficherheit des Gypses.

Einen feuerficheren Mörtel, wie er z. B. zum Vermauern der Chamotte-Steine gebraucht wird, giebt feuerfester Thon mit Chamotte-Mehl gemischt. Für gewöhnliche Feuerungs-Anlagen genügt Lehm als Bindemittel, welcher auch vielfach zum Aufmauern von Schornsteinen, Brandmauern und Feuerschutzmauern angewendet wird. Cement leistet dem Feuer bedeutenden Widerstand.

Hieraus erklärt sich die Feuerficherheit der von *Monier* erdachten Construction, welche, wie bekannt, aus Cement-Mörtel mit eingelegtem Geflecht von Eisenstäben besteht.

Holz<sup>156)</sup>, welches längere Zeit einer Hitze von mehr als 100 Grad C. ausgesetzt ist, entzündet sich leicht, wie dies bei der Verkleidung einer Heißwasser-Heizung beobachtet ist<sup>157)</sup>. Harzige Hölzer brennen viel schneller, als andere, weiche schneller, als harte; Eichenholz bietet also größere Sicherheit, als Kiefern- und Tannenholz. Die gefährlichste Eigenschaft des Holzes ist die, daß es das Feuer schnell verbreitet und ihm zugleich neue Nahrung zuführt; dennoch setzen starke Hölzer dem Feuer lange Widerstand entgegen, ehe sie brechen. Namentlich ist dies von hölzernen Pfeilern und Säulen zu sagen. *Shaw*, der Commandant der Londoner Feuerwehr, behauptet, niemals gesehen zu haben, daß starke Holzpfeiler gänzlich zerstört wurden. Er rechnet daher hölzerne Freistützen zu den feuerficheren Constructionen.

Theoretisch ist dies so zu erklären. Die Flamme hat unter normalen Verhältnissen ihre Richtung stets nach oben. In einer feuerbedeckten Fläche nimmt daher der Pfeiler nur einen Raum ein, der seinem Querschnitte entspricht, während der wagrecht liegende Balken auf seine ganze Länge vom Feuer berührt wird.

Holz ist überhaupt nur da leicht verbrennlich, wo es von unten her vom Feuer erreicht wird, und dies auch nur dann, wenn die Flamme ungehindert neben demselben nach oben vordringen kann oder, wie man sich populär ausdrückt, Zug nach oben hat. Decken, in denen Balken dicht an Balken liegt und bei denen die Fugen zwischen denselben durch hölzerne Dübel geschlossen werden, haben sich durchaus feuerficher gezeigt<sup>158)</sup>. Die Sicherheit verschwindet aber sofort, wenn der geringste Luftzug durch die Decke stattfindet. Hölzerner Belag auf massiven Treppen verkohlt wohl langsam bei herabfallendem Feuer, brennt aber nicht.

72.  
Holz.

155) Siehe ebendaf. (Abth. I, Abfchn. 1, Kap. 3, g: Gyps-Mörtel).

156) Siehe Theil I, Bd. 1, erste Hälfte (Abth. I, Abfchn. 1, Kap. 5: Holz) dieses »Handbuches«.

157) Siehe: Annalen f. Gewebe. u. Bauw., Bd. 18, S. 217.

158) Siehe: *Engineer*, März 1874.

Kann man das Holz durch irgend einen Ueberzug von der Luft abschließen, so wird seine Widerstandskraft bedeutend erhöht.

*M. H. Watt* hat beim Brande eines Hüttenwerkes beobachtet, daß, während die eisernen Balken durchbrachen, Holz, das mit Eisen bekleidet war, fast unverfehrt blieb <sup>159</sup>).

73.  
Eisen.

Ueber die Feuerficherheit des Eisens <sup>160</sup>) hat man lange Zeit irrige Vorstellungen gehabt. Auch hier kommt es, gerade wie beim Holze, darauf an, in welcher Art und Weise das Material den Flammen ausgesetzt wird.

Einen Vorzug hat es unbedingt vor dem Holze: es führt dem Feuer keine neue Nahrung zu. Andererseits steht es hinter demselben darin zurück, daß es vermöge seiner Wärmeleitungsfähigkeit die Erhitzung auf seine ganze Länge überträgt, und ferner darin, daß seine Tragfähigkeit mit der Erhitzung bedeutend abnimmt.

Veruche hierüber wurden von *Kollmann* in Oberhausen durchgeführt. Es wurde fehniges, feinkörniges Eisen und Bessener-Stahl bei fortwährend steigender Temperatur von 0 bis 1000 Grad C. Festigkeitsproben unterworfen, wobei sich ergab, daß bis zu 100 Grad die Festigkeit der drei Metalle constant blieb und selbst bei 200 Grad nur die Festigkeit des fehnigen Eisens sich um 5 Procent verminderte. Aber bei 300 Grad betrug die Festigkeit in allen drei Fällen 90 Procent, bei 500 Grad nur 40 und bei 700 Grad nur mehr 20 Procent der ursprünglichen. Diese Zahlen lassen erkennen, daß überhitztes Eisen nicht mehr im Stande ist, der gewöhnlichen Beanspruchung zu widerstehen <sup>161</sup>). Besonders auffallend ist die sehr rasche Abnahme der Festigkeit zwischen 315 und 538 Grad C.

Bei den von *M. Möller & R. Lümann* angestellten Veruchen hat die Befürchtung, daß Schmiedeeisen im Feuer erheblich schneller weich werde, als Gufeseisen, sich nicht bestätigt. Vielmehr verhielt sich die Druckfestigkeit des Schmiedeeisens im Feuer zu der des Gufeseisens etwa eben so, wie in kaltem Zustande. Gufs- und Schmiedestützen verloren bei einseitiger Rothgluth etwa die Hälfte ihrer Festigkeit, schlanke Stützen sogar mehr <sup>162</sup>).

Noch schlimmer, als die Abnahme der Tragfähigkeit, wirkt aber die Eigenschaft des Eisens, sich bei gleichmäßiger Erhitzung stark auszudehnen, bei ungleichmäßiger Erhitzung sich zu verdrehen. Eine Wärmezunahme von 50 Grad, wie sie bei unserem gewöhnlichen Temperatur-Unterschied von — 20 bis + 30 Grad C. vorkommt, dehnt einen schmiedeeisernen Träger von 6 m Länge bereits um ca. 4 mm aus, eine Wärmezunahme von 700 Grad C. jedoch um 61 mm <sup>163</sup>). Sorgt man nicht für die Möglichkeit, dieser Ausdehnung nachgeben zu können, so wird schon bei geringer Erhitzung eine starke Durchbiegung eintreten.

Es ist bereits in Theil III, Bd. 2, Heft 3 dieses »Handbuches« bei Besprechung solcher Decken-Constructionen, bei denen Eisen zur Anwendung kommt, mehrfach auf diesen Umstand hingewiesen worden, und es wurden dafelbst verschiedene Vorkehrungen angegeben. Eiserne Träger dürfen niemals an beiden Kopfenden fest eingemauert werden. Müssen sie zur Verankerung eines Gebäudes dienen, so sind die Löcher für die Ankerfrauben — oder bei Rundeisen für das durchgesteckte Ankerende — nicht kreisrund, sondern länglich zu machen, damit bei etwa eintretender Erhitzung der Träger sich bewegen kann, ohne den Anker nebst dem Stirnmauerwerk herauszuschieben. Die Länge eines Loches muß der zu erwartenden Ausdehnung entsprechen. Selbstredend wirkt ein verankerter Träger, sobald er sich verlängert, nicht mehr als Anker.

Vor allen Dingen muß man darauf sehen, eiserne Constructionstheile gegen zu starkes Erhitzen zu sichern. In Backsteinen, oder noch besser in Schwemmsteinen, bezw. in Beton ausgemauertes Eisen-Fachwerk hat sich gut bewährt (z. B. beim Brande von Straßburg 1870), da hier das Eisen zum größten Theile von einem schlechten Leiter eingeschlossen ist. Viehställe, über denen sich Heu- und Stroh-Magazine befinden, können unbedenklich auf I-Trägern überwölbt werden, wenn man nur die Gewölbe bis zum Scheitel ausmauert und abpflastert, so daß die Träger von mehreren Backsteinschichten überdeckt

<sup>159</sup>) Siehe: *Gas, des arch. et du bât.* 1872, S. 135.

<sup>160</sup>) Siehe Theil I, Bd. 1, erste Hälfte (Abth. I, Abschn. 1, Kap. 6: Eisen und Stahl) dieses »Handbuches«.

<sup>161</sup>) Vergl. auch Theil I, Bd. 1, erste Hälfte (Art. 174, S. 188), so wie zweite Hälfte (2. Aufl., Art. 145, S. 123) dieses »Handbuches«.

<sup>162</sup>) Siehe: *Verh. d. Ver. zur Bef. d. Gwblf. in Preußen* 1887, S. 598 — eben so: *Centralbl. der Bauverw.* 1888, S. 286.

<sup>163</sup>) Siehe Theil I, Bd. 1, erste Hälfte (Art. 163, S. 184) dieses »Handbuches«.



find. So blieben bei dem *v. Maffei'schen* Brande in Stalltach<sup>164</sup>), wobei mit dem Dachstuhl etwa 8000 Centner Futtermittel verbrannten, die darunter befindlichen, auf I-Trägern ruhenden und bis zum Scheitel ausgemauerten Gewölbe des Viehstalles vollständig unverändert, so daß nach Abkühlung des Raumes das Vieh wieder eingestallt werden konnte.

Schwieriger ist es im umgekehrten Falle, wenn obere Räume gegen den Brand von unten geschützt werden sollen. Einigen Schutz gewähren Kappengewölbe zwischen eisernen Schienen oder Trägern, wo also nur der untere Flansch von der Flamme getroffen werden kann. Eben so sind von wagrechten Decken-Constructionen das System *Lamy*, bei welchem der 72 cm weite Raum zwischen den Trägern mit je drei hohlen Kästen von gebranntem Thon ausgefüllt wird, und das System *Cartaux*, welches verzahnte Hohlziegel statt der Thonkästen verwendet, in dieser Beziehung zu empfehlen. Größere Sicherheit wird voraussichtlich das System *Murat* bieten, welches statt der Wölbung zwischen den Trägern gegoffenen Grobmörtel anwendet, der auch von unten her die Träger dick überzieht<sup>165</sup>).

Ganz fehlerhaft aber ist es, wie man es in Magazinen und Fabriken, die ganz mit Brennstoff gefüllt sind, nicht selten findet, den die Kappenträger unterstützenden Hauptträger völlig frei zu legen, so daß er ganz vom Feuer empflut werden kann. *Wichord* in London hat (angeblich bereits mit großem Erfolge) die schmiedeeisernen Deckenbalken mit feuerfestem Thon vollständig umschlossen. Diese Formsteine haben ein solches Profil, daß sie oben eine passende Widerlagsform für die Gewölbe bilden. In Deutschland ist diese Sicherung bei dem Um- und Erweiterungsbau des Regierungsgebäudes zu Hildesheim in ausgedehntem Maße angewendet worden. Die Träger wurden mit sog. »Flanschziegeln« umhüllt und zwischen diesen die Kappen eingewölbt<sup>166</sup>). Eben so hat sich bei angestellter Probe eine Umhüllung der Träger mit *Rabitz*-Putz, der in einem freien Abstände von 4 cm angebracht war, bewährt. Die Sicherheit wird durch Einfüllen von Asche in die Hohlräume erhöht. Ummantelungen der I-Träger und der sie tragenden schmiedeeisernen Stützen sind nach dem *Monier'schen* Patente im Packhof und im Reichstagsaushaus zu Berlin ausgeführt. — In der geraden Decke des London-Pavillons sind die Träger von hohlen Thonkästen umschlossen, welche zwischen sich scheidrechte Gewölbe gleicher Construction tragen<sup>167</sup>).

Gusseisen dehnt sich zwar bei der Erhitzung weniger aus, als Schmiedeeisen<sup>168</sup>), kommt dafür aber eher zum Schmelzen.

*Braidwood* behauptete, gusseiserne Säulen seien weniger feuerfester, als hölzerne. Glühend gewordene brächen zusammen, sobald man den Strahl der Feuerspritze auf sie richte. Sein College *Shaw*<sup>169</sup>) verlangt daher in seinem Werke<sup>170</sup>), daß bei größeren Räumen zum Schutze der Feuerwehr jede vierte Säule durch einen Ulmen- oder Eichenpfosten ersetzt und die übrigen gusseisernen Säulen mit Putz überzogen werden.

Die Firma *Wight & Co.* in Chicago hat ein Patent auf die Construction einer eisernen Säule genommen, welche einen Mantel von poröser Terracotta trägt<sup>171</sup>). — In Deutschland sind Umhüllungen von *Rabitz*- oder *Monier*-Putz verbreitet. Ungeschützte gusseiserne Säulen dürfen in Berlin unter Tragwänden nicht mehr aufgestellt werden; gestattet wird die Umhüllung mit einem unentfernbar schmiedeeisernen Mantel, von der Säule durch eine Luftschicht getrennt.

Ueber die Frage, ob glühende Säulen durch plötzliches Abkühlen mit Wasser springen, haben *Möller & Lühmann* Versuche angestellt, wobei frisch gegoffene Säulen verwendet wurden. Hierbei ist ein Zerspringen nicht zu erzielen gewesen. Da andererseits nach Angabe der Berliner Polizei-Behörde, nach Versuchen von *Bauschinger* (und, wie vorerwähnt, von *Braidwood* und *Shaw* beobachtet) die Thatfache nicht bezweifelt werden kann, so vermuthen *Möller & Lühmann*, daß frisch gegoffene Stücke sich in dieser Hinsicht anders verhalten, als ältere, d. h. das Gusseisen in derselben Weise, wie es für Glas fest gestellt ist, mit der Zeit spröder wird.

<sup>164</sup>) Siehe: Deutsche Bauz. 1881, S. 359.

<sup>165</sup>) In Deutschland angewendet u. a. im neuen Gerichtshaus zu Frankfurt a. M. (Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 274).

<sup>166</sup>) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1889, S. 202.

<sup>167</sup>) Siehe ebendaf. 1887, S. 4 6.

<sup>168</sup>) Siehe Theil I, Bd. 1, erste Hälfte (Art. 163, S. 184) dieses »Handbuches«.

<sup>169</sup>) Wie bereits erwähnt, der Commandant der Londoner Feuerwehr.

<sup>170</sup>) *Fire surveys*. London 1872. S. 43.

<sup>171</sup>) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 450.

Bei denselben Versuchen hat sich gezeigt, daß eine Ausfüllung der Säule die Festigkeit bei Erhitzung wesentlich erhöht und namentlich, wenn ein Reißen stattfindet, ein Verschieben der beiden Bruchstücke nicht eintritt.

Hierzu wurde in die Axe einer gußeisernen Hohl säule eine Gasröhre aus Schmiedeeisen von 60 mm Querschnitt eingebracht und der verbleibende Zwischenraum mit Cement-Mörtel ausgegossen. Diese Säule von 63,6 cm Gußeisen-Querschnitt zerbrach erst durch Steigern der Last auf 99 400 kg oder auf 1 qcm 1563 kg. Die Röhre war eben zuvor glühend gewesen und durch Anspritzen an einer Seite theilweise abgekühlt. Noch vortheilhafter würde nach der Meinung derselben Herren eine Ausfüllung mit Lehm, Thon oder Sand fein, welche sich hart brennen und, wenn einmal getrocknet, kein Wasser enthalten. Cement hingegen verliert im Feuer an gebundenem Wasser und erzeugt Dämpfe, welche, in Hohlräume eingespernt, gefährbringend werden können<sup>172)</sup>. — In englischen Magazinen hat man einen Luftzug durch die hohlen Säulen hergestellt, um so fortwährend eine Abkühlung herbeizuführen, ein Schutzmittel, welches sich jedoch bei Gelegenheit eines Brandes wenig wirksam erwiesen hat. Besser wird die in neueren englischen Entrepots getroffene Einrichtung sich bewähren, welche Wasser ständig durch die Säule circuliren läßt. Für Deutschland möchte sich dies wegen der Gefahr des Einfrierens weniger empfehlen. Wellblech wird erst bei hohen Hitzegraden glühend und wirft sich weniger, als glatte Bleche. Nach dem Brande der Noak'schen Holzbearbeitungs-Fabrik in Berlin haben durch 4 Gefchoffe aufgeführte Wellblech-Wände nach Angabe der Verfertiger *A. & G. Kammerich* in Berlin unverfehrt gestanden. Ueber Wellblech-Decken scheinen Sondererfahrungen noch nicht vorzuliegen; doch darf man ihnen, wenn sie mit Beton überdeckt sind, eine erhebliche Widerstandskraft selbst gegen unteres Feuer wohl zutrauen.

74.  
Wände.

In Bezug auf die feuerlichere Construction von Wänden, Decken, Fußböden, Dächern und Treppen müssen wir auf die vorhergehenden Bände dieses Theiles des vorliegenden »Handbuches« verweisen und wollen an dieser Stelle nur einige Punkte hervorheben. Zunächst hat man bei der Wahl der Constructionen die Bau- und Feuer-Polizei-Verordnung des Ortes oder Kreises genau zu beachten. Gegen dieselbe anzukämpfen, ist in den meisten Fällen vergeblich, in allen Fällen zeitraubend. Unter den Wänden sind solche Fachwerk-Constructionen besonders feuergefährlich zu nennen, welche nicht ausgemauert, sondern beiderseitig mit Brettern bekleidet sind, namentlich dann, wenn der so gebildete Hohlraum durch mehrere Gefchoffe reicht<sup>173)</sup>. Sind in jedem Gefchoffe eine oder zwei durchgehende Verriegelungen angebracht, so ist das schnelle Herabfallen des Feuers und Entfthen von Zugluft gehindert<sup>174)</sup>. Wo es darauf ankommt, frei tragende Zwischenwände über größeren Spannweiten feuerlicher auszuführen, empfehlen sich *Rabitz-* und *Monier-*Construction, auch Wellblech-Wände, jedoch nur dann, wenn sie mit feuerlicherem Putz überzogen sind, der am besten auf Drahtgewebe befestigt wird.

Die Wände von Personen-Aufzügen, Fahrstühlen und Lüftungschächten soll man möglichst feuerlicher herstellen. Lassen sie sich nicht massiv oder in den vorgenannten Constructionen ausführen, so ist die Bretterbekleidung mit Zink- oder Eisenblech zu beschlagen. Derartige Wände sind mindestens 0,5 m über das Dach hinauszuführen, damit nicht die von unten heraufschlagende Flamme das Dach ergreife oder umgekehrt, sobald das Dach brennt, Stücke in die unteren Räume herabfallen können<sup>175)</sup>.

Das Ausnutzen des zwischen gebrochenen Treppenläufen verbleibenden Raumes durch einen Aufzug ist verwerflich, weil mit dem als Schlot wirkenden Aufzugschacht Flammen und Rauch zugleich auch das Treppenhaus unbenutzbar machen.

172) Siehe: Verh. d. Ver. zur Bef. d. Gwbl. in Preußen 1887, S. 600.

173) Vergl. über den Brand des Gasthofes »Kaiserhof« in Berlin: Zeitschr. f. Bauw. 1877, S. 167.

174) Siehe auch die »Normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 28 (S. 44): Schächte; §. 20 (S. 32):

Umfassungswände, so wie §. 23 (S. 37): Vorpringende Bautheile.

175) Siehe ebendaf.

Thonplatten, bei welchen der Thon vor dem Brennen mit Sägespänen gemischt ist, haben in Amerika ausgedehnte Anwendung gefunden, namentlich zu Scheidewänden und Verkleidungen. Sie bieten dem Putz eine günstige Oberfläche und halten eingeschlagene Nägel so gut fest, wie Holz.

Durch den Maffivbau von Umfassungswänden soll theils das Entzünden von aufsen, theils ein rascher Zusammensturz des brennenden Gebäudes verhindert werden; deshalb wird in manchen Städten gefordert, dafs auch vorspringende Bautheile, wie Balcons, Erker, Vordächer, Hauptgesimse etc. feuersicher herzustellen sind; in einem solchen Falle müssen Stein oder Metall verwendet, etwaige Holz-Constructionen mit Blech, Schiefer oder Putz bekleidet werden. Hölzerne Hauptgesimse erscheinen besonders geeignet, einen ausgebrochenen Brand zu verbreiten; sie sind deshalb in manchen Ländern für städtische Gebäude verboten. Kommen sie zur Anwendung, so sollte man sie stets auf etwa 1 m Abstand von der Nachbargrenze feuersicher bekleiden<sup>175)</sup>.

Hölzerne Decken sind um so feuergefährlicher, je leichter sie dem Feuer Durchzug von unten nach oben gewähren. Decken ohne Putz und Stakung verbreiten daher die Gefahr am schnellsten. Die am Rhein, in Belgien, England und Amerika üblichen Bohlenbalken, welche fogar vielfach ohne Stakung und mit ungepundeten Fußböden sich vorfinden, stehen den vollen Balken nach, da sie in kurzer Zeit von der Flamme zerstört werden. Ueberfüllen der Staken mit Strohlehm bis zur Oberkante der Balken, wobei die durch das Trocknen des Lehms entstandenen Risse vor dem Legen des Fußbodens mit feinem Sande ausgefüllt werden, ist in dieser Beziehung besser, als das Ueberfüllen mit Schutt oder Schlacke.

75.  
Decken.

Balkendecken mit Lehmestrich haben sich bei Bränden in Magdeburg vorzüglich gehalten<sup>176)</sup>.

Einen wesentlichen Schutz bietet der Deckenputz, namentlich dann, wenn der Mörtel viel Gyps enthält, wobei wiederum der Putz auf Latten (Spalierputz) sich besser hält, als Rohrputz auf Schalung.

Bei angestellter Probe hat sich der *Rabitsche* Deckenputz auf Drahtgewebe vorzüglich bewährt. Nach halbstündigem lebhaften Brande war derselbe unverfehrt; über der Decke gelagerte Hobelspäne zeigten sich unverändert. Mehrere Brände haben die Feuersicherheit bestätigt.

Als höchst feuergefährlich sind hölzerne Nachahmungen gewölbter Decken zu bezeichnen, da das Feuer im Hohlraume zwischen den Holzwölbungen und der darüber befindlichen Balkenlage in Folge des entstehenden Luftzuges sich schnell ausbreitet. Ein Beispiel hierfür bot der Brand der *Buffe'schen* Restaurations-Räume in Berlin.

Gewölbte Decken sind feuersicher, wenn das Material derselben feuerbeständig ist. Gute Backsteine werden hierbei meistens genügen; will man völlige Sicherheit haben, so muß man zu Chamotte-Steinen greifen<sup>177)</sup>. Luftschichten in Gewölben haben sich im folgenden Falle bewährt.

Bei einem großen Brande, der auch das Dach eines Eishauses zerstörte, blieb dessen Gewölbe, so wie das darunter liegende Eis unverfehrt. Ersteres bestand aus zwei übereinander liegenden,  $\frac{1}{2}$  Stein starken Kappen, welche eine 13 cm starke Luftschicht einschlossen<sup>178)</sup>.

Bei den Fußböden auf Lagerhölzern hat man darauf zu achten, dafs sie mit unverbrennlichem Material gut unterstopft werden. Sind Gründe vorhanden, eine solche Ausfüllung nicht vorzunehmen, so dürfen Hobelspäne in den Hohlräumen

76.  
Fußböden.

176) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 489.

177) Siehe auch die »Normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881) §. 27 (S. 43): Innere Wände und Decken.

178) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 332.

durchaus nicht liegen bleiben, wie es z. B. beim abgebrannten Hauptgebäude der Hygiene-Ausstellung in Berlin 1882 fest gestellt worden ist. Holzfufsboden auf massiver Decke, dicht schließend gelegt, ist unverbrennlich <sup>179)</sup>.

Parquet-Fufsböden bewähren sich, wenn die Flamme nicht von unten kommt, recht gut. *Viollet-le-Duc* hat beobachtet, dafs Parquets in gänzlich ausgebrannten Zimmern kaum etwas verkohlt waren <sup>180)</sup>. Die Feuerficherheit von Asphalt-Fufsböden haben wir bereits erwähnt; eben so ist der in manchen Gegenden übliche Gyps-Estrich auf der Dachbalkenlage empfehlenswerth, weniger in begangenen Räumen wegen Staubbildung.

77-  
Dächer. Unter den Dachdeckungen sind das Stroh- und Rohrdach am gefährlichsten. Sicherer sind Lehmshindel- oder Lehmftröhdächer, wobei wiederum die fog. pomerischen Lehmftröhdächer wegen ihrer grösseren Lehmmasse den Vorzug vor den polnischen verdienen. Da aber derartige Dächer sehr schwer sind, geringe Dauer haben und von Mäusen heimgefucht werden, so kann man sie dennoch nicht gerade empfehlen. Holzschindeln werden für Wohnhäuser nur noch in wenigen Gegenden zugelassen. *Winge's* imprägnirte Schindeln widerstanden bei einer Probe 20 Minuten lang dem lebhaftesten Feuer; erst nach 40 Minuten war ein Theil derselben zerstört. Auch Wasserglas-Anstrich wird für Schindeln empfohlen; doch ist zu bemerken, dafs reines Wasserglas an der Luft sich bald zerfetzt.

Von den Ziegeldächern sind die Splifsdächer wenig feuerficher, eben so wenig die mit Strohdocken untersteckten Pfannen; Spliffe und Docken werden daher mit Wasserglas, letztere auch mit Lehmbrei getränkt, was aber höchstens auf 5 Jahre schützt. Gute Dachziegel halten sich längere Zeit gegen äusseres Feuer; schliesslich springen die Nasen ab, und Dach und Gebälk werden offen gelegt.

Auch Schiefer springen bei starkem Erhitzen. Cementplatten-Dächer werden als feuerficher empfohlen. Gusseiserne Dachziegel hingegen dürften nicht allzu grossen Widerstand leisten, eben so wie alle Metaldächer nur bedingte Sicherheit gewähren, auch vermöge ihres Leitungsvermögens die Hitze schnell über die ganze Dachfläche verbreiten. Leicht entzündliche Stoffe darf man unter Metaldächern nicht lagern, wie sich z. B. Hanf bei einem Brande allein durch Erhitzen des Eisenbleches in einem massiven, vom Feuer unberührten Gebäude entzündet hat. Wellblech ist bei Temperatur-Veränderungen dem Reissen und Springen am wenigsten ausgesetzt. Wo man Metaldächer ohne Holzschalung anwendet, sollte man die Kosten für einen ganz eisernen Dachstuhl nicht scheuen.

Gegen Flugfeuer bieten Holzcement-Dächer die grösste Sicherheit. Innere Brände dagegen kommen bei diesen Dächern sehr spät zum Durchbruch und zur Entdeckung; die Feuerwehr hat beim Durchschlagen des Daches für den Rauchabzug grosse Schwierigkeiten.

Eine feuerfichere Construction erfordert nicht nur eine feuerfichere Dachdeckung, sondern auch, dafs zur Herstellung von Dachaufbauten, Aussteigeöffnungen, Dachlichtern, Dachrinnen etc. Stein oder Metall verwendet und etwaige Holz-Constructionen mit Blech, Schiefer oder Putz verkleidet werden <sup>181)</sup>.

<sup>179)</sup> »Ein hölzerner Fufsboden ist nur statthaft, wenn er unter Vermeidung von Hohlräumen dicht schließend auf unverbrennlicher Unterlage liegt.« (Preussische Polizei-Verordnung betreffend die bauliche Anlage und die innere Einrichtung von Theatern, Circus-Gebäuden und Versammlungsräumen vom 12. October 1889.)

<sup>180)</sup> Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 136.

<sup>181)</sup> Siehe auch die »Normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 21 (S. 35): Dächer, so wie §. 23 (S. 37): Vorspringende Bauteile.

Eine befondere Feuersgefahr für Dächer entsteht bei Löthungen. Löthöfen sollten weder ohne Aufsicht gelassen, wie es in den Arbeitspausen vielfach geschieht, noch bei starkem Winde überhaupt angewendet werden<sup>182)</sup>; immer aber müssen beim Löthen auf Dächern gefüllte Waffereimer zur Hand sein. Dasselbe gilt von den Oefen zur Erwärmung des Holzcementes, welche auf eine etwa 10 cm starke Sandschüttung zu stellen sind.

Manfard-Dächer, gleich viel wie sie abgedeckt sind, erscheinen wegen ihrer Holzmassen zur Verbreitung des Feuers besonders geeignet<sup>183)</sup>.

*E. Raht* in New-York construirt deshalb Manfarden-Flächen aus grossen, porigen Thonplatten (wie in Art. 74, S. 87 beschrieben), die zwischen eiserne Dachsparren gefetzt sind und unmittelbar die mit Stahlnägeln aufgenagelten Schiefer tragen.

Den als feuersicher angepriesenen imprägnirten Leinen-Bedachungen wohnt diese Eigenschaft nur in geringem Grade bei<sup>184)</sup>.

Unter den Treppen galten alle massiv aus Backsteinen oder Haufsteinen construirten als unverbrennlich; doch hat sich beim Brande von Paris gezeigt, dass alle frei tragenden Haufteintreppen, gleich viel aus welchem Materiale bestehend, zerbrochen sind. Allerdings wurden hier besondere Mittel, namentlich Petroleum angewendet. Immerhin wird man aber den in Backsteinen unterwölbten Haufteintreppen grössere Sicherheit zusprechen müssen, wie z. B. sich diejenigen in den Tuilerien trotz aller Anstrengungen der Petroleure gut gehalten haben.

Pirnaer und Nebraer Sandstein-Treppenstufen sind beim Brande der Actien-Brauerei Neustadt-Magdeburg dicht an der Einmauerung abgebrochen, ohne dass sie eine plötzliche Wasserabkühlung erhalten hätten<sup>185)</sup>. — Frei tragende Treppen dürfen in Preussen bei Theater-Neubauten nicht angewendet werden<sup>186)</sup>.

Holzbelag auf massiven Stufen ist unverbrennlich; eben so ist bei massiven Treppen die Bekleidung der Setzstufen mit Futterbrettern statthaft, so fern diese nicht an eine Holzbekleidung der Wangen anschliessen<sup>187)</sup>. Hölzerne Treppen sind weniger leicht entzündlich, wenn ihre Unterseite mit Rohr- oder Spalierputz versehen ist, und es werden solche z. B. in Berlin »feuersichere« genannt.

Eiserne Treppen bieten etwas grössere Sicherheit, halten bei stärkerem Feuer aber nicht Stand; durchbrochene eiserne Treppen mit Holzbelag sind schlechter, als hölzerne; eben so dürften solche mit Marmorbelag, bei der geringen Feuersicherheit der gewöhnlichen Marmorforten, sich nicht sonderlich bewähren.

Die Hauptfache bei allen Treppen-Anlagen, welche feuersicher sein sollen, ist, sie massiv zu umschliessen und sie durch Ueberwölbung gegen herabfallendes Feuer zu sichern<sup>188)</sup>.

Von grösster Wichtigkeit ist bei ausbrechendem Brande eine genügende Breite der Treppe. In Preussen wird verlangt: In Theatern a) für das Parket: bis zu 300 Personen 2 Treppen von je 1,5 m Breite; bei mehr als 300 Personen soll die Breite nach dem Verhältniss von 1 m für 100 Personen berechnet werden; b) für die Ränge: bis zu 270 Personen 2 Treppen von je 1,5 m; bei mehr als 270 Personen 1 m auf 90 Personen. Dasselbe gilt für Circusbauten. Für Versammlungsräume wird für 300 Personen eine unverbrennliche Treppe von mindestens 1,5 m Breite beansprucht. Für mehr als 300 Personen müssen mindestens 2 Treppen angelegt werden. Die gesammte Treppenbreite ist dann bis zur Anzahl von 900 Personen nach dem Verhältniss von 1 m für 150 und bei mehr als 900 Personen von 1 m für 200 Per-

78.  
Treppen.

182) Ursache des Brandes der *Nicolai*-Kirche in Potsdam, desgl. des National-Theaters in Prag u. a.

183) Beobachtung beim Brande von Boston (siehe: Deutsche Bauz. 1872, S. 407).

184) Siehe: Deutsche Bauz. 1889, S. 560.

185) Siehe: Centralbl. der Bauverw. 1887, S. 430.

186) Siehe die vorerwähnte preussische Polizei-Verordnung vom 12. October 1889.

187) Preussischer Ministerial-Erlass vom 20. December 1869.

188) Siehe auch die »Normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 30 (S. 45): Treppen.

fonen zu bestimmen. Galerie-Treppen dürfen niemals unmittelbar in den Saal ausmünden. Bei Galerien von höchstens 30<sup>m</sup> Grundfläche kann die Breite der Treppe bis auf 1<sup>m</sup> ermäßigt werden. Die Räume, in welchen die vorgeschriebenen Treppen liegen, dürfen mit Kellerräumen nicht in unmittelbarer Verbindung stehen<sup>186)</sup>. Wendeltreppen sind nach dem Verhältniß 1<sup>m</sup> auf 60 Personen zu bemessen. Die Stufen müssen an der Spindel, bezw. im Auge der Treppe mindestens 10<sup>cm</sup> Auftritt haben<sup>189)</sup>.

79.  
Feuerstellen  
und  
Schornsteine.

Die größte Zahl der Feuersbrünste entsteht durch fehlerhaft angeordnete Feuerungen und Schornsteine.

Feuerstellen<sup>190)</sup> sollen, wegen ihrer Ausdehnung durch die Hitze, selbständige Umfassungen besitzen und nicht in die Wände des Gebäudes eingreifen. Größere Feuerstellen sind grundfest auf Mauern, Gewölben und Eisen-Constructionen anzulegen. Feuerstellen gewöhnlicher Art können auf Balkenlagen gestellt werden, sobald das Holzwerk der letzteren durch eine mindestens 5<sup>cm</sup> hohe Steinschicht (Steinplatte, Backstein-Flachschicht, Cement etc.) bedeckt ist und wenn zwischen dieser Isolirschicht und der Sohle des Feuerraumes, bezw. des Aschenfalles ein mindestens 5<sup>cm</sup> hoher Hohlraum verbleibt; der letztere kann zwar durch Tragwände oder Tragfüße verperert sein, muß aber dem Luftdurchzuge zugänglich gemacht werden. Die Isolirschicht mit darüber befindlichem Hohlraume kann auch durch einen massiven Mauerkörper über der Balkenlage ersetzt werden, welcher unter dem Aschenfalle mindestens 15<sup>cm</sup>, unter dem Feuerraume mindestens 25<sup>cm</sup> Höhe haben muß.

Ueber die feuersichere Construction der Schornsteine ist bereits im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« (Art. 180 bis 186, S. 148 bis 153 u. Art. 194 bis 196, S. 160 u. 161<sup>191)</sup> das Erforderliche gesagt worden. Im Uebrigen ist das Anlegen von Feuerstellen und Schornsteinen durch die baupolizeilichen Bestimmungen der einzelnen Orte und Kreise so speciell vorgeschrieben, daß wir an dieser Stelle auf weitere Auseinanderfetzungen verzichten können und nur empfehlen, sich streng danach zu richten<sup>192)</sup>.

Zur Prüfung der Schornsteine auf Feuersichtigkeit vermauert man die Oeffnungen in den Geschossen, zündet in der unteren Reinigungsöffnung zunächst ein helles Feuer zur Erwärmung der Luftfäule an, alsdann mit nassem Stroh ein Qualmfeuer und verschließt gleichzeitig die Oeffnungen des Schornsteinkopfes. Durch den nun im Rohre herrschenden Ueberdruck wird der Rauch durch die feinsten Risse hindurchgepreßt<sup>193)</sup>.

80.  
Beleuchtungs-  
Einrichtungen.

Ueber die Verhütung der Feuersgefahr bei Einrichtungen, welche zur künstlichen Beleuchtung der Räume dienen und in Theil III, Bd. 4 (Abth. IV, Abfchn. 4, unter B) dieses »Handbuches« abgehandelt sind, können wir uns an dieser Stelle kurz fassen.

Offene Gasflammen sind thunlichst zu vermeiden oder mit Drahtkörben zu umgeben, damit Draperien oder sonstige entzündliche Stoffe nicht hineinwehen können. Von Holzdecken müssen sie 90<sup>cm</sup>, von seitlichem Holzwerk 60<sup>cm</sup>, mit eisernem Schutzdeckel 15<sup>cm</sup> von der Decke entfernt bleiben. Wandarme müssen fest, nicht beweglich sein. Bei größeren Beleuchtungs-Anlagen sind mehrere Hauptlähne anzulegen; namentlich sind bei Theatern die Gasleitungen a) für Eingangshallen, Treppen und Flurgänge, b) für den Zuschauerraum und c) für die Bühne

189) Siehe: Preussischer Circular-Erlaß vom 21. August 1884.

190) Siehe Theil III, Bd. 4 (Art. 244, S. 203 — 2. Aufl.: Art. 298, S. 276) dieses »Handbuches«.

191) 2. Aufl.: Art. 236 bis 242, S. 216 bis 221 u. Art. 249 bis 252, S. 227 bis 231.

192) Siehe auch die »Normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 33 u. 34 (S. 48—51): Schornsteine.

193) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1889, S. 95.

vollständig zu fondern. In Preußen ist Gasbeleuchtung für große Theater gänzlich verboten, Mineralöl für alle Theater und Circus-Gebäude.

Im Wiener Opernhause ist die Einrichtung getroffen, daß die Cylinder der unter der Brüstung der Ränge angebrachten Lampen sich in eine Kupferröhre fortsetzen, die nach einem gemeinfamen Abzugs-Canal führt. — Das *Subra'sche* Beleuchtungs-System zeigt oben geschlossene Lampengläser mit abwärts brennender Flamme und verhindert nicht nur die Feuersgefahr, sondern mindert auch die Hitze.

Zu achten ist auf Undichtigkeiten in den Röhrenleitungen, durch welche sich bei Vermischung des Gases mit der atmosphärischen Luft Knallgas bildet. Durch Erhitzen, bezw. theilweises Abschmelzen der Röhrenleitungen werden Explosionen nicht herbeigeführt<sup>194)</sup>, sondern nur die schon vorhandenen Flammen vergrößert; das Abstellen der Leitungen braucht daher keineswegs übereilt zu werden und darf jedenfalls nicht eher geschehen, als bis sämtliche Personen in Sicherheit sind.

Nothbeleuchtung durch Fettöl-Lampen, welche in Qualm und Zugwind leicht verlöschen, dürfte nur dann gestattet werden, wenn diese in geschlossenen Mauer-nischen liegen und durch Zu- und Abführungs-Canal mit der äußeren Luft in Verbindung stehen. Auch ist zu beachten, daß der hierbei erforderliche Gebrauch von Zündhölzern, die gern brennend weggeworfen werden, nicht ungefährlich ist.

Die Einführung der elektrischen Beleuchtung hat die Feuersgefahr wesentlich herabgemindert, allerdings nicht ganz beseitigt; jedenfalls sind die Leitungen durch unverbrennliche Isolatoren zu isoliren.

Die Ausgänge öffentlicher Gebäude müssen genügende Weite erhalten. Die Pariser Vorschriften verlangen für je 1000 Personen eine Gesamtbreite von 6 m für die Straßen-Ausgänge und für je weitere 100 Personen eine Verbreiterung von 0,6 m — Zahlen, welche man jedoch als Mindestmaß anzusehen hat. Die Thüren müssen zur Vermeidung von Auftauungen die volle Breite der Flurgänge oder der Treppen besitzen und nach außen aufschlagen<sup>195)</sup>. In Preußen sind für die Ausgänge der Theater die Breiten der anschließenden Flurgänge maßgebend; letztere erhalten für je 80 Personen 1 m Breite. Für Circus- und Versammlungsräume, Kirchen und Turnhallen gelten: 1 m für 120 Personen bei einer Anzahl bis zu 600 Personen, 1 m für 135 Personen bis zu 900, 1 m für 150 Personen bei mehr als 900 Personen. Wenn die zulässige Zahl der Besucher mehr als 600 Personen beträgt, muß der Versammlungsraum an mindestens zwei Wandseiten Thüren erhalten<sup>196)</sup>.

Um der Verbreitung entstandener Feuersbrünste vorzubeugen, wird in den meisten Staaten durch Gesetz gefordert, daß die Häuser da, wo sie unmittelbar an einander stoßen, durch vollständige massive Brandmauern getrennt sein müssen<sup>197)</sup>. Es sind dies Mauern, die vom Fundament aus bis zur Giebelspitze (Brandgiebel), ja selbst noch 30 cm und mehr über der Dachdeckung, aus unverbrennbarem Material in einer Stärke von 25 bis 45 cm aufgeführt sind, wobei es unstatthaft ist, dieselben mit Oeffnungen zu versehen. Sind in die Brandmauern Hölzer, Nischen oder Schornsteinröhren eingelegt, so müssen sie außerhalb dieser Theile noch eine Mindestdicke von 12, besser 25 cm<sup>198)</sup> haben. Auch hölzerne Umfassungswände und Dach-

81.  
Ausgänge  
bei öffentlichen  
Gebäuden.

82.  
Brandmauern.

194) Für Gasleitungen sollen auch deshalb nur Eisenröhren, nicht aber Bleiröhren angewendet werden.

195) Siehe auch die »Normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 25 (S. 40): Zugänglichkeit von der StraÙe.

196) Siehe: Preussische Polizei-Verordnung vom 12. October 1889 und Circular-Erlaß vom 21. August 1884.

197) Siehe die vorgenannte »Normale Bauordnung«, §. 26 (S. 41): Brandmauern.

198) Der *code civil* schreibt allerdings nur 5,4 cm vor; doch sollte man mit Rücksicht auf Construction und Ausführung nicht unter 1 Stein Stärke gehen. — In Preußen ist als Stärke für gemeinschaftliche Brandmauern vorgeschrieben: »In den beiden obersten Stockwerken, einschl. des Dachgeschosses 38 cm für Ziegel-, 40 cm für Bruchsteinmauerwerk, in je 2 tieferen Stockwerken eine Mehrstärke von 1/2 Stein (12 cm), bezw. 15 cm bei Bruchsteinmauerwerk. Das Mauerwerk darf in dieser Minimalstärke weder mit Oeffnungen, noch mit Hohlräumen versehen werden und darf kein Holzwerk aufnehmen.«

gesimfe, so wie Dachrinnen müssen durch die Brandmauern gedeckt, bezw. unterbrochen werden.

In ausgedehnten Gebäuden sind aber auch in Entfernungen von höchstens 40 m unverbrennbare Trennungswände zu errichten, welche mindestens 30 cm über das Dach hinausragen müssen.

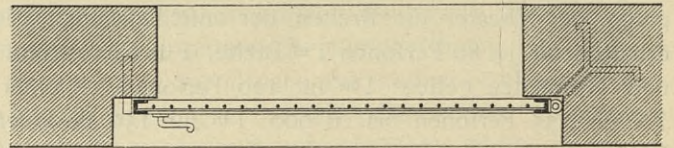
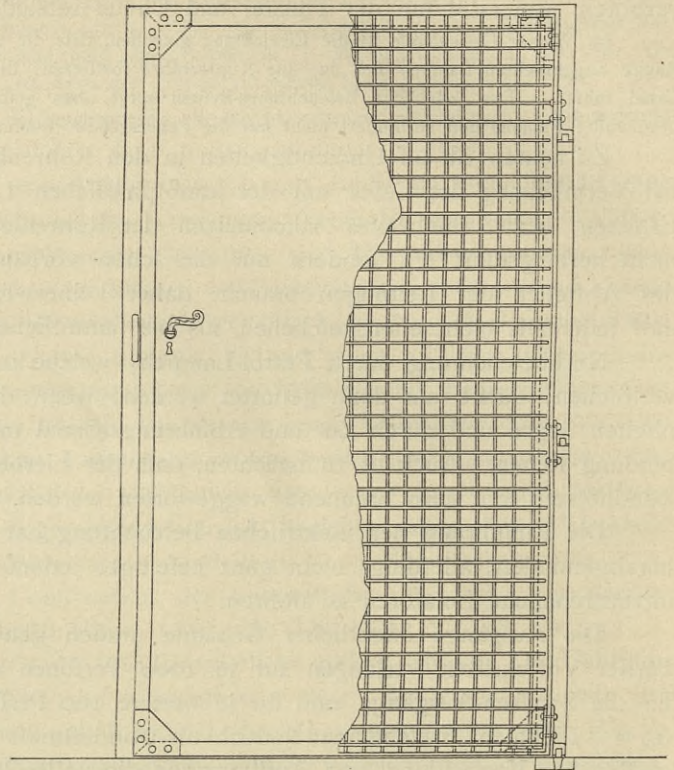
Solche innere Brandmauern werden selbst bei kleineren Gebäuden notwendig, wenn darin feuergefährliche gewerbliche Anlagen und andere Räumlichkeiten (Scheunen und Wohnung, Arbeitsräume mit starkem Feuerbetrieb und Wohnung oder Magazin, Waschküche und Remise für Brennmaterial etc.) untergebracht werden sollen.

In derartigen inneren Brandmauern sind die etwa erforderlichen Thüröffnungen feuersicher herzustellen und mit unverbrennbaren, von selbst zufallenden Thüren zu versehen.

83.  
Thüren.

Als feuersichere Thüren gelten in der Regel die in Art. 3 u. 4 (S. 6) als einbruchsicher vorgeführten Constructions aus Eisenblech und solche in Eisen und Stahl. Es wurde in Art. 5 (S. 8) bereits bemerkt, daß die Anforderungen für Sicherheit gegen Einbruch mit jenen gegen Feuer häufig sich decken. Indefs hat die Erfahrung gelehrt, daß ganz aus Eisen hergestellte Thüren sich nicht immer bewährt haben. Bei größeren Bränden werfen sie sich in Folge der Gluth; sie springen dabei aus den Angeln und Schlössern und geben im rothglühenden Zustande Anlaß zur weiteren Verbreitung des Feuers. Besser als diese eignen sich hölzerne, mit Eisen, Zink oder Zinkblech beschlagene, auch, wo kein starker Verkehr zu erwarten, *Rabitz-* und *Monier-Thüren*.

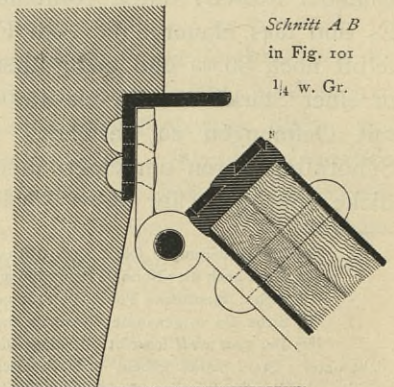
Fig. 101.



Feuersichere Thür nach System Monier.

$\frac{1}{20}$  w. Gr.

Fig. 102.



Feuersichere Thür in der

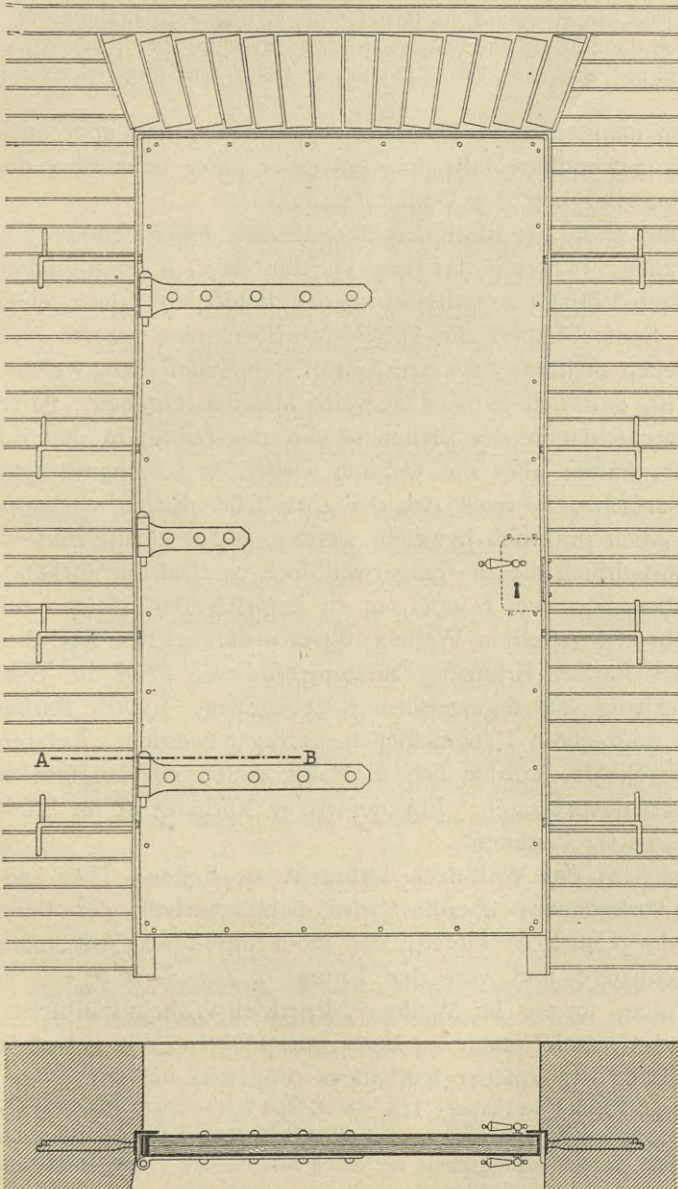


Letzere werden aus einem Rahmen von  $\square$ -Eisen gebildet, zwischen den Drahtgewebe mit Putz aus Rabitz-Masse, bezw. Stabgeflecht mit Ausfüllung von Monier-Masse eingepannt ist (Fig. 101).

In Fig. 102 u. 103 geben wir die Construction einer feuersicheren Thür, welche aus zwei gekreuzten Brettlagen mit Eisenblech-Bekleidung besteht. Eine Schwierigkeit verursacht bei diesen die Eisenbekleidung der Hirnseiten. Wie die Darstellung der Einzelheiten in Fig. 102 erkennen läßt, werden zur Befestigung derselben fog. Verfaz-Niete *N* angewendet, d. h. Bolzen, welche nicht nur von Seite zu Seite durchgehen, sondern auch feitwärts eine Erhöhung zur Bildung des dritten Nietkopfes tragen, welcher dann die Stirnplatten fest hält<sup>199)</sup>.

Am besten sollen sich Thüren bewährt haben, deren Kern aus einer doppelten, sich diagonal kreuzenden Lage 25 mm starker, mit einander verdübelter Bretter hergestellt und an den Außenflächen mit gefalzten (nicht gelötheten) Zinnplatten armirt ist. Sie werden mittels starker, über ihre ganze Breite reichender, solid befestigter Langbänder auf den im Mauerwerk auf das sorgfältigste befestigten Haken und Fallen aufgehängt. Derart ausgerüstete Thüren, welche die Durchgangsöffnung um ca. 5 cm überragen, haben nach vielfachen Erfahrungen einem Feuer widerstanden, bei welchem eiserne Thüren vollständig zerstört wurden.

Fig. 103.



Caferne der Straf-Anstalt zu Werden. — 1/20 w. Gr.

gestellt und an den Außenflächen mit gefalzten (nicht gelötheten) Zinnplatten armirt ist. Sie werden mittels starker, über ihre ganze Breite reichender, solid befestigter Langbänder auf den im Mauerwerk auf das sorgfältigste befestigten Haken und Fallen aufgehängt. Derart ausgerüstete Thüren, welche die Durchgangsöffnung um ca. 5 cm überragen, haben nach vielfachen Erfahrungen einem Feuer widerstanden, bei welchem eiserne Thüren vollständig zerstört wurden.

Vor einer Verkleidung mit galvanisirten Eisenplatten hat das Zinnblech den Vortheil, das es dem Feuer einen geringeren metallischen Körper bietet, und sich nicht wirft, in Folge dessen mit dem Kern solider durch Nagelung verbunden werden kann.

Selbstverständlich müssen derartige Thüren nach der Richtung des Ausganges aufschlagen.

Größere Oeffnungen

<sup>199)</sup> Die Erläuterungen zur preussischen Polizei-Verordnung vom 12. October 1889 empfehlen »Thüren aus starkem Holze mit zweiseitiger Eisenblechbekleidung«.

werden durch eiserne Roll-Jalousien, Schiebethore oder Vorhänge feuerficher geschlossen.

84. Fenster und Läden. Soll das Rahmenwerk der Fenster unverbrennbar sein, so muß es aus Eisen angefertigt werden. Einen feuerficheren Verschluss der Fensteröffnungen erzielt man durch die in Art. 14 bis 16 (S. 19 bis 21) erwähnten eisernen Roll-, Platten- und Schiebeläden; doch zeigen auch diese die im vorhergehenden Artikel bereits erwähnten Uebelstände.

Bei Bränden ist es nicht selten von grossem Werthe, wenn derlei Läden sich von aussen öffnen lassen, wie dies z. B. beim *Foss'schen* Schiebeläden der Fall ist.

Derselbe besteht aus zwei Lagen von Blech, zwischen denen ein schlechter Wärmeleiter eingefüllt werden kann. Er läuft mit Rollen auf einer wagrechten Führungsschiene, welche in halber Fensterhöhe angebracht ist. Diese Schiene, aus Stahl hergestellt, sitzt mit ihren Enden auf eingemauerten Gufsstücken, wobei Spielraum gelassen ist, das sich die Schiene, den Temperaturänderungen entsprechend, unbeschadet für die Einmauerung zusammenziehen und ausdehnen kann. Ein solcher Laden kann innen oder aussen angebracht werden<sup>200</sup>).

85. Eiserne Vorhänge. Eiserne Vorhänge finden namentlich in Theatern Anwendung, sind aber auch für andere grosse Oeffnungen anwendbar, falls man entweder unter oder über der Oeffnung die nöthige Höhe zur Bergung des Vorhanges hat.

Die ersten Vorhänge, und zwar aus Blechplatten construirt, sollen schon 1782 in Lyon und London vorkommen; 1824 hat das Burg-Theater in Wien einen solchen erhalten. Derartige Eisenblech-Vorhänge widerstehen der kolossalen Gluth eines Bühnenfeuers nicht lange. Später haben die Draht-Courtinen eine grosse Verbreitung gefunden. Sie bestehen meistens aus einem Gerüst von Eisenstäben, welches mit Draht so durchflochten ist, das sich 2 bis 4 cm weite Maschen ergeben. Allerdings verhindern sie das Durchschlagen der Flammen von der Bühne in den Zuschauerraum für längere Zeit, halten aber die tödtlich wirkenden Rauchgase nicht zurück. Ob die neuesten Versuche, sie nach Art der *Davy'schen* Sicherheitslampe sehr feinmaschig auszuführen, sich praktisch beweisen werden, bleibt abzuwarten.

Besser werden sich voraussichtlich die aus Trägerwellblech construirten Vorhänge bewähren. Unter diesen haben wir zwei Hauptarten zu unterscheiden: solche mit wagrecht und solche mit lothrecht gestellten Wellen. Erstere dürften den Nachtheil haben, das die Wellen bei starker Erhitzung zusammensinken. *Pfaff* in Wien schlägt daher vor, den Vorhang aus segmentförmig gebogenen, 1,5 mm starken Blechen zu bilden, die von wagrechten Hängeschiene getragen werden. Letztere sind dem Zuschauerraume zugekehrt, werden sich in Folge dessen nur langsam erhitzen und so einer Deformation vorbeugen. Ein derartiger Vorhang ist im Stadttheater zu Brünn zur Ausführung gekommen.

Einfacher wird es aber sein, das Wellblech lothrecht zu stellen. Hier kann ein Zusammenfinken nicht vorkommen; überdies wird sich innerhalb der tiefen Wellen ein stark aufsteigender Luftstrom bilden, der wohl etwas zur Abkühlung beitragen kann. Solche Vorhänge sind von der Firma *L. Bernhard & Co.* zu Berlin im Stadttheater zu Posen, so wie im Wallner-, Friedrich-Wilhelmstädtischen, Belle-Alliance-, Walhalla- und Central-Theater zu Berlin ausgeführt. Wir geben im Nachstehenden eine Beschreibung des Posener Vorhanges (Fig. 104 bis 107).

Die freie Bühnenöffnung ist im Posener Stadttheater 11,7 m hoch und 8,73 m breit. Der Vorhang setzt sich aus einem oberen festen Theile von 2,8 m Höhe, der mittels Winkeleisen hinter dem sog. Harlequin-Mantel an der Mauer befestigt ist und an der unteren Kante mit einem  $\sqcup$ -Eisen als Träger eines Sand-

<sup>200</sup>) Siehe: Techniker, Jahrg. 5, S. 181.

Fig. 104.

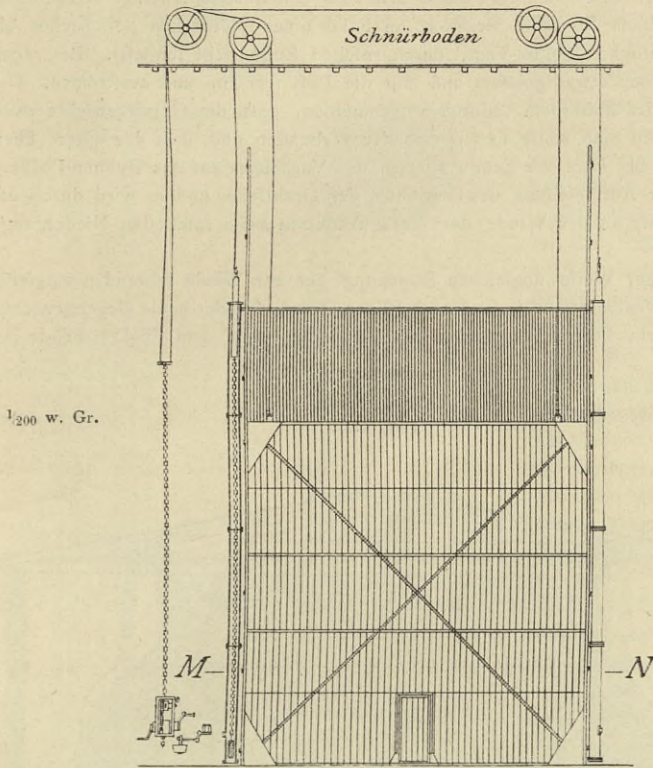


Fig. 105.

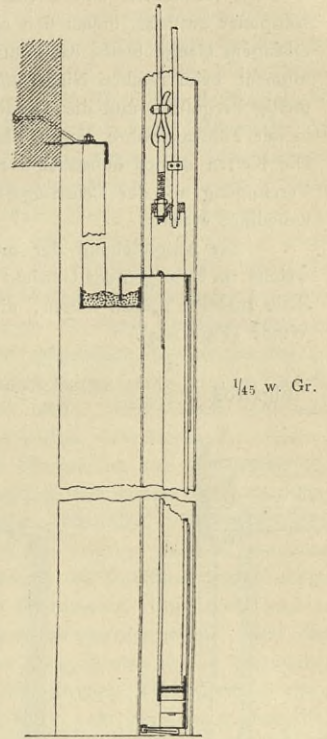


Fig. 106.

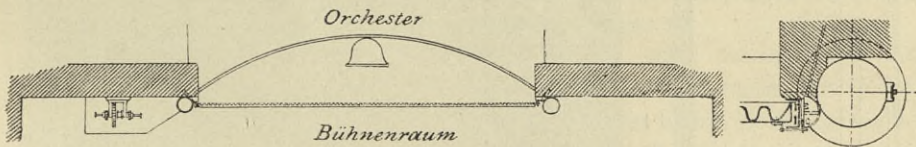


Fig. 107.

Eiserner Schutzvorhang im Stadttheater zu Posen.

Verchlusses versehen ist, und dem beweglichen Untertheile, dessen obere  $\Gamma$ -Eisen-Befäumung in die erwähnte Sanddichtung einfällt, zusammen (Fig. 105). Die seitlichen Führungen des Vorsprunges (Fig. 104 u. 107) bestehen ebenfalls aus E-Eisen, in welchen für gewöhnlich (durch eine Flachschiene geschützt) ein Hanf-schlauch hängt, der mit der Wasserleitung in Verbindung steht und der nöthigenfalls durch Oeffnen eines Ventils zur Rundung aufgeschwellt wird, um dadurch eine vollständige Abdichtung herzustellen. Der auf-ziehbare Theil des Vorhanges (welcher bei einer Breite von 8,80 m und einer Höhe von 8,95 m nur ca. 1800 kg wiegt) ist durch 2 Gegengewichte so weit ausgeglichen, um leicht durch 2 Männer an der Winde im Zeit-raume von 1 Minute emporgezogen werden zu können. Die zugehörige Winde ist so eingerichtet, das beim Niedergange des Vorhanges die Kurbel stehen bleibt und das ein Zug an einem Auslöschs- hebel genügt, um den Vorhang zum gleichmäßigen Niedergehen zu bringen. Dieses wird in etwa 10 Secunden vollführt, wobei der Vorhang auf das Bühnen-Podium sich sanft aufsetzt. Für den nicht unmöglichen Fall, das bei einem Brande das Bühnen-Personal zu sehr in Anspruch genommen sein sollte, oder auch in der Ver-wirrung das Herablassen des Vorhanges von der Bühne aus überhaupt unterliebe, kann die Auslöschung von einer durch Glasfenster geschützten Stelle im Zuschauerraume mittels eines elektrischen Stromes oder durch leichten Zug an einem Knopfe geschehen. Etwa dann auf der Bühne abgesperrte Personen können durch eine im Vorhang angebrachte und nach beiden Seiten aufschlagende Thür sich retten. Immer setzen sich beim Niedergehen selbstthätig große Glockensignale in Bewegung, welche davor warnen sollen, unter dem

Vorhänge stehen zu bleiben. Die Gegengewichte bewegen sich, an Drahtseilen aufgehängt, in 25 cm weiten Gußröhren (Fig. 104, 105 u. 107); dieselben haben am Umfang eine Filz- und Bürtfendichtung, welche einen ziemlich luftdichten und leichten Schlufs herstellt, wodurch im Falle eines plötzlichen Seilbruches ein Luftpuffer entsteht, indem sich ein seitliches kleines Ventil durch raschen Luftaustritt schließt. Bei regelmäßigem Gange bleibt das Ventil jedoch etwas geöffnet und läßt die Luft frei ein- und ausströmen. Das Moment beim raschen Niederlassen wird außerdem dadurch aufgenommen, daß die Gegengewichte zweitheilig hergestellt und die Theile durch eine Kette so mit einander verbunden sind, daß der untere Theil in der Führungsröhre liegen bleibt, bis kurz vor dem Auftetzen des Vorhanges auf das Bühnen-Podium. Die Ketten dienen nebenbei noch zur Ausgleichung des Gewichtes der Drahtseile, und es wird durch die Vereinigung mit der Centrifugal-Bremse an der Winde das sanfte Auftetzen beim raschesten Niedergange unbedingt erzielt.

Zur Ausgleichung der möglicher Weise ungleichen Streckung der zur Winde führenden Zugseile, welche im Uebrigen das Gewicht des Vorhanges auch dann noch tragen, wenn ein oder beide Gegengewichts-Seile zugleich reißen sollten, dient ein kurzer Wagebalken als Verbindung mit dem Zugkettenende der Winde (Fig. 104).

Fig. 108.

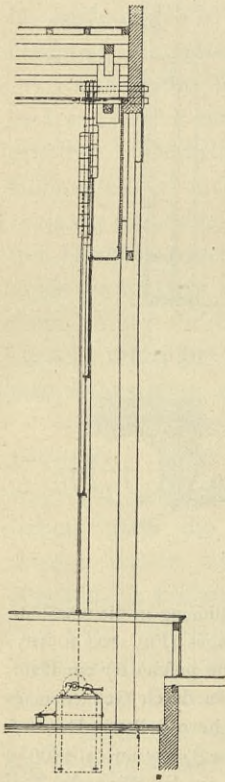


Fig. 109.

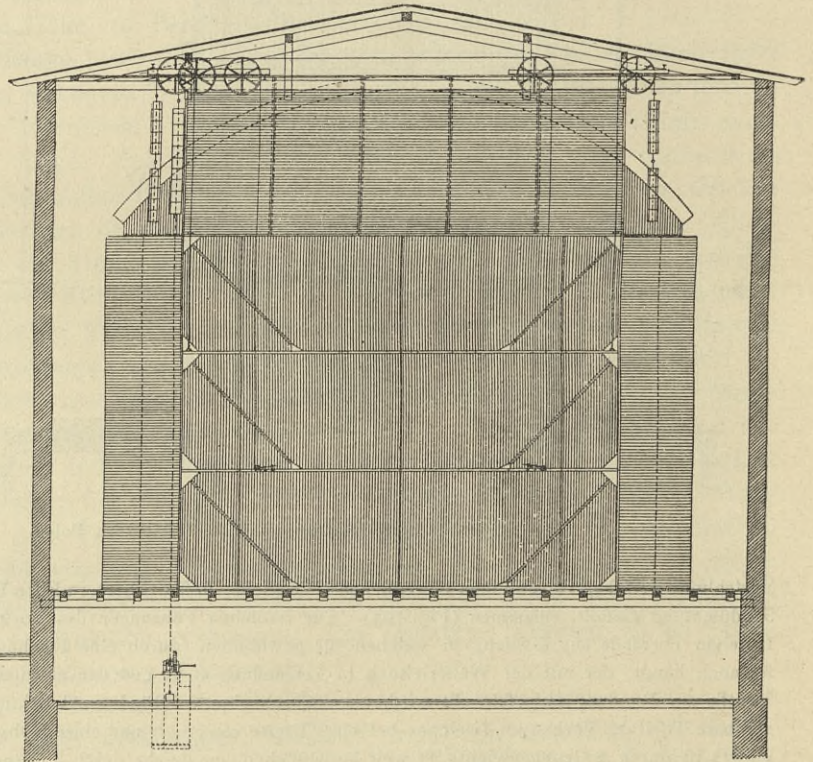
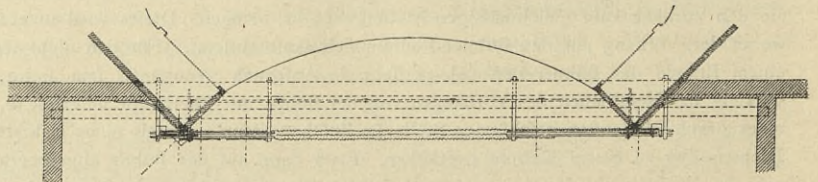


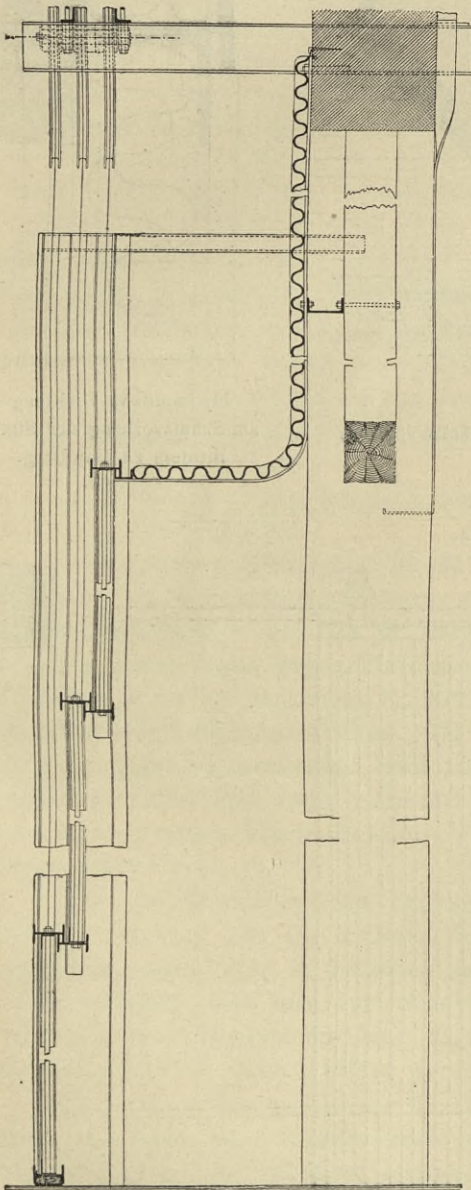
Fig. 110.



In Fig. 108 bis 112 ist die Construction des von *L. Bernhard & Co.* in Berlin ausgeführten Schutzvorhanges für das Walhalla-Theater in Berlin wiedergegeben<sup>201)</sup>.

Hier war nicht Höhe genug vorhanden, um den Vorhang aus einem Stücke anfertigen zu können;

Fig. 111.



Querschnitt-Einzelheiten vom Schutzvorhang des Walhalla-Theaters zu Berlin. —  $\frac{1}{30}$  w. Gr.

Das Gutachten der Akademie des Bauwesens<sup>202)</sup> sagt darüber: »Der eiserne Vorhang hat augenscheinlich das Uebergreifen des Feuers in den Zuschauerraum so lange verhindert, bis er glühend wurde . . .

derfelbe ist vielmehr in 3 einzelnen Theilen hergestellt (Fig. 108 u. 111), welche durch Verfassung der I-Träger so in einander greifen, daß sie einen festen Schluß erzielen. Der vierte, feste Theil des Vorhanges, der fog. Harlequin-Mantel, liegt in der Vorderfläche der Brandmauer, welche Bühnenhaus und Zuschauerraum trennt, während die drei anderen beweglichen Theile um die Stärke dieser Mauer zurückspringen. An der Unterkante des fest liegenden Theiles ist dieser Zwischenraum durch eine Wellblech-Decke feuerficher ausgefüllt. Das Gewicht der beiden unteren Abtheilungen des Vorhanges ist durch Gegengewichte an Drahtseilen gänzlich aufgehoben, so daß für den Bewegungs- und Aufzieh-Mechanismus nur der oberste Schieber zu heben bleibt. Diese Kraft aber kann ein einzelner Mann leisten. Die Tafeln der einzelnen Schieber sind mit Winkelleisen auf die oberen und unteren Träger befestigt und letztere durch je 6 Zugstangen mit einander verbunden. Die Stützpunkte der ganzen Construction wurden dadurch gewonnen, daß in der Scheitellinie des Entlastungsbogens eiserne Träger durch die Brandmauer vorgestreckt und an der Vorderseite stark verankert wurden. Nach dem Unglück im Wiener Ring-Theater ist die Vorrichtung zum Herablassen des eisernen Vorhanges so eingerichtet worden, daß sie vom Flur aus pneumatisch in Gang gebracht werden kann. Bemerkenswerth ist, daß während der Aufstellung des gefamnten Eisenwerkes Proben und Vorstellungen nicht unterbrochen zu werden brauchten.

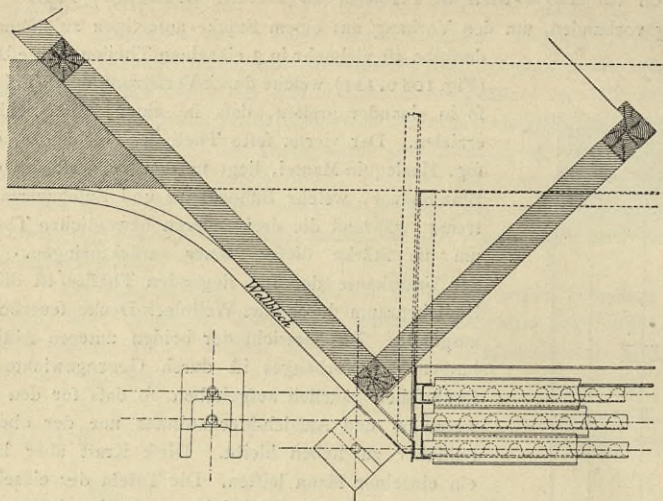
Fig. 113 zeigt die seitliche Dichtung gegen das Durchdringen der Rauchgase, wie sie von der Firma *Hein, Lehmann & Co.* zu Berlin in Hamburg ausgeführt ist; im oberen Theile dieser Abbildung ist der mit Wasser gefüllte Schlauch im wagrechten Schnitt zu sehen.

Leider ist die erste praktische Erprobung der Wellblech-Vorhänge nicht günstig abgelaufen, indem der des National-Theaters in Berlin während des Brandes (1883) in den Zuschauerraum herabstürzte. Doch scheint dies ausschließlic an der hölzernen Umrahmung der Bühnenöffnung gelegen zu haben, an welcher der Vorhang befestigt war.

<sup>201)</sup> Nach: Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 25.

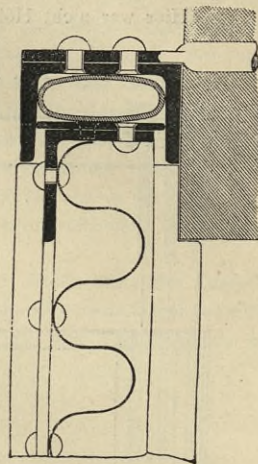
<sup>202)</sup> Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 360.

Fig. 112.



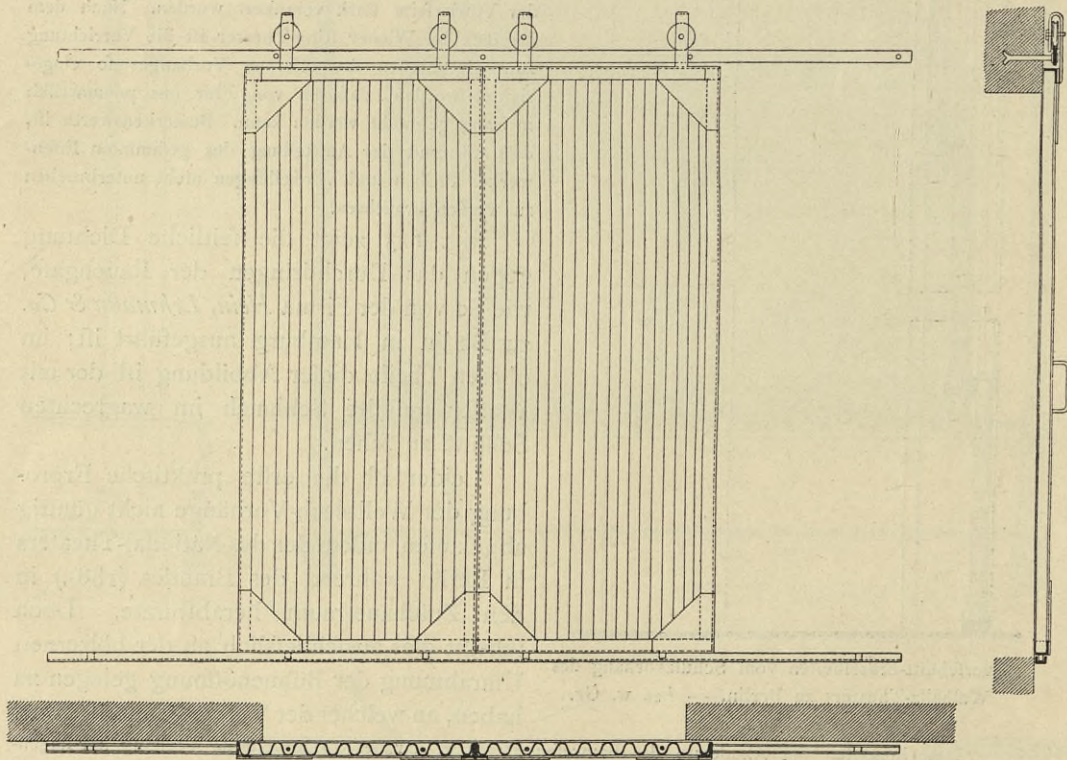
Grundrifs-Einzelheiten vom Schutzvorhang des Walhalla-Theaters zu Berlin. —  $\frac{1}{30}$  w. Gr.

Fig. 113.



Hydraulische Dichtung am Schutzvorhang des Stadttheaters zu Hamburg.  $\frac{1}{8}$  w. Gr.

Fig. 114.



Eifernes Schiebethor von Hein, Lehmann & Co. in Berlin.

$\frac{1}{30}$  w. Gr.

Wir müssen auch darin der Ansicht des Branddirectors *Witte* beitreten, daß durch einen eisernen Vorhang niemals ein brandmauerartiger Abschluß erreicht werden kann, welcher im Stande wäre, den Einwirkungen eines mächtigen Feuers auf die Dauer zu widerstehen. Sein hauptsächlichster Zweck ist vielmehr, dem Publicum den Anblick der Flammen, welcher stets eine Panik hervorruft, zu entziehen, und ferner der, den Qualm und die Flammen so lange vom Zuschauerraume fern zu halten, bis derselbe vollständig geräumt ist. Dagegen bleibt es fraglich, ob die in dem eisernen Vorhänge angebrachte Thür Veranlassung zum schnelleren Eindringen des Feuers in den Zuschauerraum gegeben hat oder nicht. Jedenfalls würde es sich empfehlen, die zu Mittheilungen an die Zuschauer von der Bühne aus erforderliche Oeffnung nicht im eisernen Vorhänge selbst, sondern neben demselben in der massiven Brandmauer anzubringen.

Nach dem Princip der in Fig. 77 bis 83 dargestellten Vorhänge hat *Bernhard* eine Reihe anderer angefertigt. Die Wellblechstärke beträgt überall 1 mm, der Ueberdruck, welchen 1 qm Fläche aufzunehmen vermag, 40 kg. Die Schutzvorhänge werden vermittels einer Winde (System *Meggy*) mit selbstthätig wirkender Bremse gehoben; der Verschluss wird durch Ausrücken der Bremse vermittels eines herabfallenden Gegengewichtes bewirkt. Die Ausrückung des letzteren geschieht von der Bühne aus unmittelbar durch Kettenzug und von jedem beliebigen anderen Raume auf pneumatischem oder elektrischem Wege.

Ein in Träger-Wellblech von der Firma *Hein, Lehmann & Co.* in Berlin construirtes Schiebethor zum feuerficheren Verschluss einer Oeffnung von 1,68 m Weite und 2,5 m Höhe giebt Fig. 114.

86.  
Eiserne  
Schiebethore.

Beide Theile des Thores hängen an Rollen, welche auf einer Schiene laufen. An der Unterseite dient ein  $\sqcup$ -Eisen als Führung.

Von größter Wichtigkeit ist die Feuerficherheit der Trefor-Anlagen, da hier Summen in Gefahr kommen können, gegen welche der Werth des ganzen Gebäudes ein verschwindender ist. Es ist bereits im 1. Kapitel des vorhergehenden Abschnittes (Sicherungen gegen Einbruch) in Art. 1 (S. 2) der Trefors gedacht worden; sie haben ferner im genannten Kapitel (unter c, Art. 23 bis 26, S. 28 bis 32) eine eingehende Befprechung erfahren. Da bei solchen Anlagen die Vorichtsmafsregeln, die man gegen Einbrecher etc. trifft, mit denjenigen, welche in Rücksicht auf Feuergefahr zu treffen sind, innig zusammenhängen, so wurde der letzteren a. a. O. bereits zum nicht geringen Theile gedacht. Es wird deshalb an dieser Stelle nur Weniges hinzuzufügen sein.

87.  
Trefor-  
Anlagen.

Für die Wände werden besondere Vorkehrungen gegen Brand nicht nothwendig, da eine  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Stein starke Backsteinwand ein zu starkes Erhitzen verhindern wird. Nur in Fabriken und Magazinen, welche viele feuergefährliche Stoffe enthalten, wird man zur Anlage doppelter Wände greifen müssen. Die mehrfach ausgeführte Bohlenbekleidung der Wände und des Fußbodens im Inneren kann als feuergefährlich nicht erachtet werden.

Der am meisten gefährdete Theil ist die Decke, welche nicht allein gegen die Hitze von oben her, sondern auch gegen Beschädigungen durch schwere, herabfallende Gegenstände geschützt werden muss. Weit gespannte Gewölbe sind daher zu vermeiden und dafür kleine Kappen von 0,5 bis 0,6 m Breite zu wählen.

Feuersgefahr im Inneren kann von der künstlichen Beleuchtung herrühren. Wegen der Explosionsgefahr zieht man dem Leuchtgas Kerzen vor, deren Leuchter große Metall-Manchetten haben müssen. Noch besser ist elektrische Beleuchtung. Will man auf Gas nicht verzichten, so wird man die Flamme in einer Mauernische anbringen und einen kleinen Canal bis zur nächsten Schornsteinröhre anlegen, wodurch gleichzeitig etwas Lüftung für den eingeschlossenen Raum geschaffen wird.

Eine große Hoffnung hatte man auf feuerlichere Imprägnirungen und Anstriche gesetzt. Doch ist es noch nicht gelungen, Holz, Leinwand und Papier unverbrennlich zu machen; wohl aber kann man damit diese Gegenstände so weit sichern, daß sie schwer Feuer fangen und dasselbe nicht fortpflanzen. Die neuere Technik bedient sich hierfür der treffenden Bezeichnung »Flammenficherheit«, wohl zu unterscheiden von »Unverbrennlichkeit«.

Schon im Alterthume versuchte man Holz durch Anstrich von Alaun feuerficher zu machen. Aber erfahrungsmäßig bleibt Alaun-Anstrich bei schwacher Lösung unwirksam; in concentrirtem Zustande hat er die vollständige Zersetzung des Holzes zur Folge, dürfte also nur bei Bauten und Decorationen Anwendung finden, welche für kurze Zeit bestimmt sind.

Wasserglas-Anstrich auf Holz ist nur im Anfange wirksam, zersetzt sich aber bald an der Luft, hält sich hingegen vorzüglich auf Sand- und Kalkstein, da hier eine vollkommene Verkieselung der Oberfläche eintritt. Wasserglas-Imprägnirung, welche in Vacuum-Apparaten ausgeführt wird, macht das Holz so hart, daß dieses sich nicht mehr sägen oder schneiden läßt, kann daher nur bei kleinen, vorher fertig gestellten Gegenständen angewendet werden. Eine Mischung von fog. Farben-Wasserglas mit Teigfarben, zwei- bis dreimal aufgestrichen, hat sich bei angestellten Proben gut bewährt. Ein mehrfacher Anstrich von Wasserglas, welchem man in Wasser unlösliche Körper, z. B. Kreide, zusetzt (Hoftheater in München), wird gelobt, eben so ein Anstrich von schwefelsaurem Ammoniak und Gyps (Wiener Stadttheater), desgleichen ein solcher von borfaurer Talkerde (Wiener Opernhaus). Käsefarben bieten für Holz und Leinwand einen kräftigen Schutz<sup>203</sup>).

Nach *Patera's* Methode wird in Wien eine besondere »flammenfichere Anstrichmasse« fabricirt und zum Schutze von Brücken, Treppen etc. mit Erfolg verwendet, eben so eine von *Kreittmayr* in Wien und *Friedrich Walz* in Pforzheim erfundene. Die wolfram-, phosphor- und kiefelsauren Verbindungen des Natron schützen erfahrungsmäßig auf längere Zeit. In Berliner Theatern sind mit dem *Gruner'schen* Mittel, zu beziehen von *Fudlin* in Charlottenburg, und dem Antipyrogen von *Kühlewein* eingehende Versuche angestellt worden, die bis jetzt gute Ergebnisse gehabt haben. Wie lange dieselben ihre Schutzkraft bewahren, bleibt allerdings noch fest zu stellen. Für Leinwand, Mull, Tarlatan eignet sich ganz besonders das schwefelsaure Ammoniak, in weichem, kaltem Wasser aufgelöst (Hoftheater in Dresden, Stadttheater in Aachen etc.); nach jeder Wäsche muß eine neue Tränkung stattfinden; bei einer 20-procentigen Lösung stellt sich der Preis für 1 qm imprägnirter Fläche, z. B. bei Coullissen, auf 2 bis 2½ Pfennige. Auch für die Imprägnirung von Holz wird dieses Mittel empfohlen<sup>204</sup>). Letztere Eigenschaft hat ferner das »Feuer-Isolirverfahren« von *Konrad* (Fabrik von *Notz* in Dresden), auch für Zeug, Pappe etc. anwendbar.

In neuester Zeit machen die Asbest-Fabrikate viel von sich reden. Die *United Asbestos Company* in England verfertigt Asbest-Tuch, -Papier, -Pappe und -Anstrich; der letztere ist für Stein, Holz und Metall brauchbar und wird in angemachtem Zustande und in mehreren Farbentönen, besonders Steingrau, geliefert. Für Deutschland sind diese Fabrikate von *Wilfert* in Cöln zu beziehen. Asbest-Papier wird von *Froeben* in Berlin hergestellt und würde sich zur Anfertigung feuerficherer Vorhänge

203) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 408.

204) Siehe: FLECK, H. Ueber Flammenficherheit und Darstellung flammenficherer Gegenstände. Dresden 1882. S. 20.



wohl eignen; ein endgiltiges Urtheil läßt sich wegen der Neuheit der Erfindung noch nicht geben<sup>205</sup>). Auch der von *J. H. Reinhardt* in Würzburg angefertigte »Superator«, ein mineralischer Filz, besteht im Wesentlichen aus Asbest mit eingelegetem Drahtgewebe. *Tepper* in Berlin verfertigt Couliffen und Hintergründe aus Gewebe von halb geglühtem Eisendraht, welches, mit einer Paste überzogen, einen brauchbaren Malgrund für Leimfarbe giebt<sup>206</sup>). Sog. »Eisentuch« verfertigt die »Deutsche Imprägnirungs-Anstalt« in Mügeln bei Dresden; es wird aus imprägnirter Jute, die mit einer besonderen feuerficheren Deckungsschicht präparirt ist, hergestellt; bei einer auf dem Feuerwehrtage in Salzburg 1883 vorgenommenen Probe ertrug dieser Stoff 20 Minuten lang einen Hitzegrad, bei welchem starkes Eisenblech in Gluth gerieth. Ein Schutzhvorhang aus folchem Eisentuch befindet sich im Stadttheater zu Bautzen.

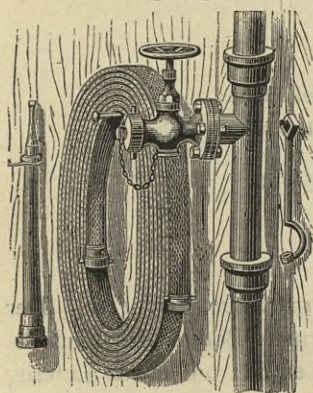
### b) Feuerlösch-Einrichtungen.

Nachdem wir nunmehr die Vorbeugungsmafsregeln gegen Feuersgefahr besprochen haben, gehen wir zu denjenigen Einrichtungen über, welche eine ausgebrochene Feuersbrunst bekämpfen sollen<sup>207</sup>).

Das älteste Löschmittel ist das Wasser. Es wirkt mechanisch durch Abperrung der Luft, physikalisch durch Bindung einer Menge von Wärmeeinheiten. Doch ist zu beachten, dafs es nur bei reichlicher Anwendung die gewünschte Wirkung ausübt, bei zu geringer Menge aber zur Vermehrung der Flamme beiträgt. Der Schmied begießt die Kohlen mäfsig mit Wasser, damit sie besser brennen; gießt er zu viel zu, so verlöschen sie. Eben so ist Wasser, welches nur die Flamme, nicht aber den brennenden Gegenstand selbst trifft, eher schädlich, als nützlich. Man verwende dasselbe daher möglichst zum Bespritzen der brennenden Gegenstände selbst, so wie derjenigen, welche in Gefahr sind, anzubrennen.

Bei werthvolleren Gebäuden wird man Feuerlösch-Einrichtungen im Haufe haben, ohne dadurch die Mitwirkung der sofort zu benachrichtigenden Feuerwehr auszuschließen.

Fig. 115.



Feuerhahn mit Schlauch, Strahlrohr und Mundstück.

Ist das Gebäude mit Wasserleitung versehen, so bieten Feuerhähne ein treffliches Schutzmittel. Die Einrichtung derselben ist im Theil III, Band 4 dieses »Handbuches« (Art. 340 u. 346, S. 299 u. 302<sup>208</sup>) angegeben. Dieselben sind an möglichst feuerficherer Stelle und in der Mitte des Gebäudes anzuordnen, um mit den Schläuchen recht weit reichen zu können. Gewöhnlich werden sie am Austritt der massiven Treppen in die Flurgänge eines jeden Gefchoffes angebracht; Schlauch und Mundstück müssen nahe dabei sein und bleiben am besten stets am Feuerhahn angeschraubt.

Sämmtliche Theile werden entweder frei an der Wand des Flurganges aufgehängt (Fig. 115), oder es wird zur Bergung derselben eine Nische im Mauerwerk

89.  
Löschmittel  
mittels  
Wassers.

90.  
Feuerhähne  
und  
Aufbewahrung  
der Schläuche.

<sup>205</sup>) Durch Erlafs des preussischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten vom 25. April 1890 wird auf die Asbestgewebe von *Müller & Schäfer* in Berlin besonders aufmerksam gemacht.

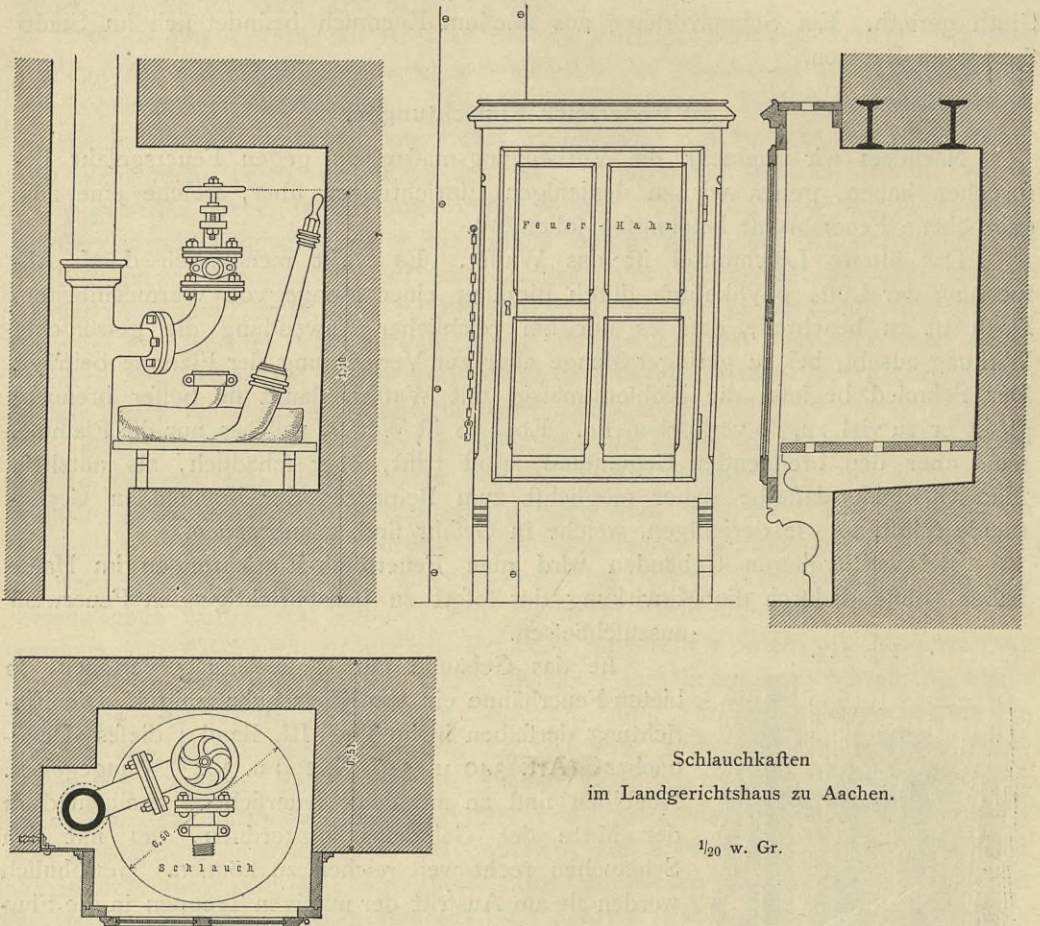
<sup>206</sup>) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 509.

<sup>207</sup>) Sehr eingehend behandelt in: *DÖHRING, W.* Handbuch des Feuerlösch- und Rettungswesens etc. Berlin 1881.

<sup>208</sup>) 2. Aufl.: Art. 419 u. 425 (S. 414 u. 438).

ausgepart, so groß, daß Hahn und Schlauch bequem zugänglich sind; eine verschließbare Thür liegt bündig mit dem Wandputz. Die Thür besteht häufig aus hölzernem Rahmen und Glasfüllung, welche leicht zertrümmert werden kann; doch wird bei solcher Einrichtung der Schlauch beim Herausnehmen durch die Glasscherben leicht beschädigt. Besser ist es deshalb, die Thür ganz aus Holz und verschließbar herzustellen, den Schlüssel dazu jedoch unmittelbar daneben in einer besonderen kleinen Nische oder einem Kästchen hinter einer Glasscheibe aufzubewahren. Reicht die Wandstärke zur Anlage einer für Feuerhahn und Schlauch genügenden

Fig. 116.

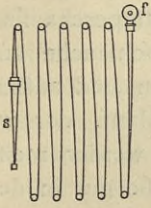


Nische nicht aus, so ist sie durch einen Holzkasten zu vergrößern (Fig. 116). Der Schlauch ruht kreisförmig zusammengerollt auf dem hölzernen Boden des Kastens, der eben so wie das Deckbrett mit kleinen Löchern versehen ist, um etwas Luftzug zu bewirken.

Die ca. 10 m langen Schläuche der einzelnen Geschosse können durch messingene Schlauchverschraubung schnell zu bedeutender Länge verbunden werden. Reicht der Wasserdruck aus, so ist auch im Dachgeschoss ein Feuerhahn zu errichten, der allerdings vor dem Einfrieren möglichst zu schützen ist. Beim Aachener Brande (1883) hat sich die Einrichtung, die zum Abspritzen der Bürgersteige und der

Façaden vorhandenen Gummifschläuche an den obersten Ausgufshahn anschrauben und die Oberfläche des Daches zum Schutze gegen Flugfeuer benetzen zu können, so vortrefflich bewährt, daß man diesem Umfande hauptsächlich die Rettung der Stadt zuschreibt.

Fig. 117.

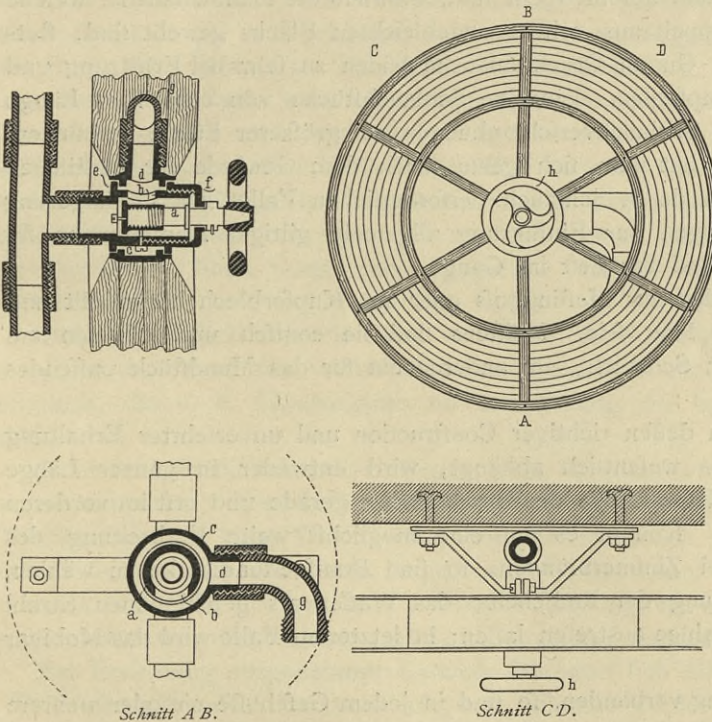


s. Strahlrohr.  
f. Feuerhahn, mit dem der Schlauch unter Umständen verschraubt bleiben kann.

Ehe man die Schläuche nach angestellter, jährlich zu wiederholender Probe in die Kästen legt, wird man sie gehörig auslaufen und abtropfen lassen, indem man sie entweder zu den Hinterfenstern heraus oder in einem Treppenhause eine Zeit lang aufhängt. Als dann werden sie getrocknet, indem man sie über zwei Riegel, die passend an einer Wand befestigt werden, auf- und abführt (Fig. 117<sup>209</sup>), ein Verfahren, welches z. B. auch die Berliner Feuerwehr anwendet. Schliesslich bringt man sie fest gerollt in die Schlauchkästen.

Ein Uebelstand bei eintretendem Brande ist der, daß die vorbeschriebene Einrichtung ein Oeffnen des Kastens, Abwickeln des zusammengerollten Schlauches und Anschrauben an den Feuerhahn nothwendig macht, wodurch einige kostbare Minuten verloren gehen. *Moormann* hat deshalb eine mit dem Feuerhahn verbundene Schlauchtrommel construirt, welche diese Uebelstände vermeidet<sup>210</sup>.

Fig. 118.



Schnitt A B.

Moormann's Feuerhahn mit Schlauchtrommel.

Schnitt C D.

1/20 w. Gr.

die Erhaltung nicht ganz zweckmäÙig, da das Austrocknen in zusammengepresstem Zustande zu lange dauern würde. Es empfiehlt sich vielmehr, den Schlauch zum Trocknen abzunehmen, dann ihn aber auch sofort wieder anzuschrauben, damit er für den Ernstfall bereit ist. Diese ganze Einrichtung ist von *H. Breuer & Co.* in Höchst a. M. zu beziehen<sup>211</sup>).

<sup>209</sup>) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 171.

<sup>210</sup>) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 315.

Vergl. auch: Deutsche Bauz. 1888, S. 597. — Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 540; 1886, S. 171.

91.  
Sauge-  
schläuche.

Die Schläuche, erfunden 1672 durch *Jan van der Heide*, zerfallen in Sauge-  
schläuche und Druckschläuche. Erstere werden aus Hanf, Guttapercha und Leder  
angefertigt. Um zu verhindern, daß beim ersten Zuge der Pumpe die äußere Luft  
den Schlauch zusammendrücke, muß er mit Ringen versteift werden. Messingdraht-  
Spiralen halten sich am besten, sind aber theuer; Schläuche aus Guttapercha sind  
zu steif und kostspielig; am besten bewähren sich Kautschuk-Spiralschläuche aus  
vulcanisirtem Gummi. Die präparirten Hanf-Spiralschläuche sind innen und außen  
mit einer Drahtspirale versehen. Der Stoff ist bester italienischer Hanf, der in-  
wendig mit vulcanisirtem Kautschuk belegt ist. Die Lederschläuche werden meist  
aus Kuhleder gefertigt, die Spirale eingenäht oder genietet; werden sie gut in der  
Schmiere erhalten, so sind sie sehr dauerhaft.

Der Sauge Schlauch endigt in einem Saugekopf aus Metall, Blech oder Gufs-  
eisen, der in feinem Inneren ein Ventil und unter demselben ein durchlochstes Kupfer-  
blech hat, um Unreinigkeiten zurückzuhalten. Ist das Wasser sehr unrein, so ist der  
Saugekopf noch mit einem aus Weiden geflochtenen Korbe zu umgeben.

92.  
Druck-  
schläuche.

Für Druckschläuche ist eine Weite von 40 bis 50 mm in der Regel ausreichend.  
Die deutschen Feuerwehren verwenden hierzu vorzugsweise gummirte Hanfschläuche,  
welche zugleich handlich und absolut dicht sind, während die Hanfschläuche, welche  
entweder einfach oder doppelt aus rohem ungebleichten Flachs gewebt sind, stets  
etwas Wasser durchlassen. Gummi-Druckschläuche leiden zu sehr bei Erhitzung und  
sind daher weniger zu empfehlen. Einzelne Schlauchstücke von etwa 10 m Länge  
werden durch messingene Schlauchverschraubungen zu größerer Länge verbunden.  
Bei Beschaffung derselben hat man sich genau nach dem Gewinde der städtischen  
Feuerwehr zu richten, um deren Schläuche erforderlichen Falles zur Verlängerung  
zu gebrauchen. Bestrebungen zur Einführung allgemein gültiger Abmessungen für  
Schlauchverschraubungen sind zur Zeit im Gange.

93.  
Strahlrohre  
und  
Mundstücke.

Die Strahlrohre werden aus Messingguss oder aus Kupferblech hergestellt und  
dürfen nicht unter 30 cm lang sein. Meistens sind sie conisch und erhalten am  
weiteren Ende ein für den Schlauch, am anderen ein für das Mundstück passendes  
Gewinde.

Das Mundstück, von dessen richtiger Construction und unverfälschter Erhaltung  
die Intensität des Strahles wesentlich abhängt, wird entweder in ganzer Länge  
conisch oder auf die  $1\frac{1}{2}$ -fache Länge des Durchmesser gerade und erst im vorderen  
Theile conisch construirt. Kommt es auf eine möglichst weite Verbreitung des  
Strahles an, wie z. B. bei Zimmerbränden, so sind Brause-Mundstücke zu wählen,  
welche je nach der Stellung der Radscheibe das Wasser als geschlossenen Strahl  
oder in vielen dünnen Strahlen austreten lassen; in letzterem Falle wird das Mobiliar  
mehr geschont.

94.  
Wassereimer.

Ist keine Wasserleitung vorhanden, so sind in jedem Geschosse ein oder mehrere  
Wasserbehälter von ca. 1 cbm Inhalt zur schnellen Versorgung der Handspitze auf-  
zustellen. Häufig wird zur Füllung Alaun-Wasser benutzt, das aber das Holz des  
Kübels bald zerfrisst.

95.  
Hydranten,  
Standrohre,  
Balcons  
und Leitern.

Bei Gebäuden, in denen die Menge des angehäuften Zündstoffes eine schnelle  
Verbreitung des Feuers fürchten läßt, muß man mehr darauf Bedacht nehmen, die  
Gefahr von außen her zu bekämpfen. Hierfür dienen in erster Reihe Hydranten  
oder Feuerpfosten, welche in der unmittelbaren Umgebung der Gebäude, in den  
Hofräumen derselben etc. angelegt werden und dieselbe Construction erhalten, wie

die in den städtischen Strafsen üblichen Hydranten der öffentlichen Wasserleitung. Derartige Einrichtungen sind selbst bei städtischen Gebäuden, sobald dieselben eine große Ausdehnung, namentlich nach der Tiefe hin, haben, nicht überflüssig; denn die an den Strafsenfronten vorhandenen öffentlichen Feuerwechsel können hauptsächlich nur zum Schutze der nach außen gelegenen Gebäudetheile dienen.

Ueber die Construction und Einrichtung der verschiedenen Hydranten (der in Schächten eingebauten, solcher mit und ohne Selbstentleerung, der Ueberflur-Hydranten etc.), so wie der unter Umständen erforderlichen Standrohre etc. siehe Theil III, Band 4 (2. Aufl.: Art. 424, S. 430) dieses »Handbuches«<sup>212)</sup>.

Um einen Brand von außen bekämpfen zu können, gewähren ferner eiserne Balcons, die durch feste oder eingehakte Leitern zugänglich sind, brauchbare Angriffspunkte. So befindet sich längs einer Spinnerei in Linden bei Hannover eine Anzahl schmiedeeiserner Balcons, zu denen feste eiserne Leitern führen. Der Schlauchführer kann von diesem gesicherten und rauchfreien Standpunkte aus viel ruhiger seine Thätigkeit entfalten, als innerhalb des brennenden Gebäudes; auch wird die Zeit für die Herbeischaffung der Leitern gespart.

Durch Zusatz von gewissen Chemikalien zum Wasser kann die Löschwirkung wesentlich erhöht werden. So wird die Wirkung der patentirten »Affecuranz-Spritze« (Patent *Ludin & Co.* in Stockholm, zu beziehen von *Siegfried Bauer* in Bonn), die auch ohne diesen Beisatz als Handspritze zu empfehlen ist, auf das Neunfache verstärkt, wenn dem Wasser eine aus anorganischen Producten zusammengesetzte Feuerlöschmasse zugesetzt wird, welche die Eigenschaft hat, die brennenden Stoffe zu imprägniren und unter dem Einfluß der Hitze Gase zu bilden, welche die Flamme ersticken; das Nachfüllen der Chemikalien bedarf keiner Sachkenntniß<sup>213)</sup>. Dieser Apparat ist von *Bauer* verbessert und wird jetzt unter dem Namen »Feuer-Annihilator« verkauft. Nach vorgelegten Zeugnissen hat er sich in zahlreichen Fällen bewährt.

Aehnlich ist der »Feuerlöcher« von *J. H. Bade* in Hamburg. Er wird gefüllt mit »Pyrocid«, einer aus verschiedenen anorganischen Stoffen zusammengesetzten Flüssigkeit, die u. a. Chlorcalcium zur Incrustirung der brennenden Gegenstände enthält.

Jeder Brunnen läßt sich durch Einbau eines Windkeffels mit Steigröhre zu Löschzwecken einrichten. Eine besondere Art ist der »Löschbrunnen« System *A. v. Kieter* in Dresden, welcher einen Druck von 4 Atmosphären erzielt und an jedem Brunnen, selbst an solchen mit Holzröhren, angebracht werden kann. Wo mehrere Brunnen vorhanden sind, läßt sich ein noch kräftigeres Löschsystem durch Anwendung eines eigens construirten »Rückschlagventil-Strahlsammlers« ausbilden.

Bei Errichtung ausgedehnter Gebäude hat man sich die Frage vorzulegen, ob im Falle eines Brandes das zur Verfügung stehende Wasser auch ausreichen wird. Hierbei darf man sich namentlich über die Leistungsfähigkeit der ausgiebigsten städtischen Wasserleitungen nicht täuschen, da die gewöhnliche Zuflörmungs-Geschwindigkeit von 1,0 m in der Secunde für die Speisung einer größeren Zahl von Brandspritzen nicht genügt. Eine Dampfspritze braucht in der Stunde 80 cbm, eine

96.  
Zusatz  
zum  
Löschwasser.

97.  
Brunnen  
mit  
Steigröhre.

98.  
Besondere  
Wasser-  
behälter.

212) Siehe auch: Feuerhydrant mit angeschraubtem Schlauch. Patent MOORMANN. Wiener Bauind.-Ztg., Jahrg. 4, S. 424.  
Feuerhahn mit Schlauchtrommel. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 315.

HILGERS. Feuerlöschhahn mit fest angeschraubtem Schlauch, Deutsche Bauz. 1886, S. 597.

213) Siehe: Centralbl. der Bauverw. 1881, S. 358.

Handspritze 10 cbm Wasser. Es wird daher nöthig sein, neben der Wasserleitung noch grössere Wasserbehälter anzulegen, von denen einige zur sofortigen Bekämpfung der Gefahr innerhalb, einige andere zur Versorgung der Brandspritzen ausserhalb des Gebäudes, am besten unter der Erde, liegen müssen.

Eigenartige Druckbehälter, welche auf dem System des bekannten »Heronsbrunnens« beruhen, hat *G. Stumpf* in Berlin construirt<sup>214)</sup>. Die Grösse der Druckbehälter, mit denen 1885 bereits 3 Petersburger Theater versehen waren, ist so bemessen, daß 2 Spritzenmundstücke von 12 mm Ausfluß, wenn sie von mehreren Druckbehältern gespeist werden,  $\frac{1}{2}$  Stunde lang wirken können; werden sie nur von einem derselben gespeist, so wirken sie  $\frac{1}{4}$  Stunde lang. Die Erfindung bezweckt, bei Wasserleitungen von ungenügendem Drucke gleich bei Entdeckung eines Brandes einen starken, hoch und weit reichenden Wasserstrahl zu erzielen.

Anfang 1889 wurde im Jodrel-Theater zu London der eiserne Vorhang durch einen »Wasservorhang« ersetzt, den sein Erfinder »Niagara-Vorhang« nennt. Er besteht aus etwa 500 Wasserstrahlen, die in ihrem Sturze so zusammentreffen, daß sie einen Wasserfall bilden, welcher das Durchschlagen der Flamme unmöglich machen soll.

Selbstthätige Lösch-Einrichtungen sind hauptsächlich in Baumwollen-Spinnereien und in Theatern in Anwendung. Sie bestehen grundsätzlich aus einem in größerer Höhe über dem Fußboden angebrachten Röhrensystem, welches derart mit Löchern versehen ist, daß bei einem mittleren Drucke in der Wasserleitung eine zu schützende Fläche vollkommen mit Wasser benetzt wird. Der Erfolg dieser sog. Regen-Vorrichtungen ist ein vollständiger. Allerdings sind hiermit folgende Nachteile verbunden: 1) Es ist schwer, sich jederzeit von dem richtigen Functioniren der Regen-Vorrichtung zu überzeugen; 2) es ist mit der Benutzung ein bedeutender Wasserverbrauch verbunden; 3) die Befürchtung liegt nahe, daß in der Bestürzung die Vorrichtung auch bei ganz unbedeutenden Bränden, wie sie leicht mit der Handspritze gelöscht werden können, in Anwendung gebracht und dadurch bedeutender Schaden verursacht wird; 4) eine Vereinigung der Wassermasse auf den eigentlichen Herd des Feuers ist nicht möglich; ist der Regen aber nicht sehr kräftig, so wird er nach Obigem eher eine Vermehrung, als eine Verminderung der Flammen herbeiführen.

Im Münchener Hoftheater ist eine derartige Einrichtung im Jahre 1874 durch den Hoftheater-Inspector *Stehle* angelegt<sup>215)</sup>; 8 Wasserbehälter mit 66 000 l Inhalt besorgen die Speisung. Die Regen-Vorrichtung besteht aus 3 Systemen, von denen jedes den dritten Theil der Bühne beherrscht. Der Wasservorrath ist so bemessen, daß der ganze Apparat 3 Minuten, jedes Drittel 10 Minuten in Thätigkeit sein kann, ohne daß die Pumpwerke nachzufüllen brauchen. Die an den Trägern des Schnürbodens aufgehängten Kupferröhren von ca. 9 cm Durchmesser und 1 $\frac{1}{2}$  mm Wandstärke sind an der unteren Hälfte mit 9 Reihen versetzter Löcher von 1 mm Weite versehen, und zwar kommen auf das laufende Meter 180 Löcher. Durch Handgriffe, welche sowohl auf der Haupt-Maschinen-Galerie, als auch auf der Bühne angebracht und durch ein verschlossenes Holzkästchen gesichert sind, werden die Ventile gezogen. Bei angestellter Probe wurde ein Drittel der Bühne, ca. 266 qm Fläche, 30 Sekunden lang überströmt, wobei 3200 l Wasser verbraucht wurden. Jedem der Anwesenden drängte sich hierbei die Ueberzeugung auf, daß durch einen solchen Sturzregen selbst ein Brand von größerer Ausdehnung gelöscht werden müsse. Von der Vorrichtung soll erst dann Gebrauch gemacht werden, wenn die vorhandenen Spritzen das Feuer nicht mehr beherrschen können.

Solche Proben werden im Budapester Theater jährlich zweimal, im Darmstädter Hoftheater jährlich

<sup>214)</sup> Siehe: Deutsche Bauz. 1885, S. 200.

<sup>215)</sup> Siehe: Journ. f. Gasb. u. Waff. 1876, S. 115.

einmal angestellt. *Eberhard* in Gotha nimmt sie jedesmal für nur ein Sprengrohr vor, unter welchem eine Holzrinne angehängt ist. Im Stadttheater zu Straßburg werden Segeltuch-Schiffsdecken untergehängt.

Im Hoftheater zu Gotha ist eine ähnliche Einrichtung, jedoch mit Benutzung der städtischen Wasserleitung, getroffen, ferner neuerdings in Frankfurt a. M. Die Vorrichtungen haben sich in München am 23. August 1879 und in Frankfurt a. M. am 10. Februar 1881 bei Bränden bewährt.

In der Baumwollenspinnerei von *Lowell* im gleichnamigen Orte in Amerika wurden 1845 zum ersten Male die sog. *Sprenger* eingeführt. Spinnereien sind theils durch die sehr große Umdrehungsgeschwindigkeit der rotirenden Theile, theils durch Selbstentzündungen einer so schnellen Feuergesfahr ausgesetzt, daß Hydranten zur Löschung nicht ausgereicht haben. Die *Sprenger*, wagrechte Röhren dicht unter der Decke, in einem Abstände von ca. 2,5 m, haben am Anfange 4, am Ende 2 cm Durchmesser; die Löcher haben 48 cm Abstand auf jeder Seite der Röhre und 2 mm Durchmesser. Da das Wasser mit beträchtlicher Stärke austritt, so wird es zunächst längs der Decke hingehen, um dann tropfenweise zu Boden zu fallen. In der Minute kann jeder Raum 1 cm hoch mit Wasser bedeckt werden; also wird die Wirkung eines starken Gewitterregens erreicht. Dieses von *Lowell* erfundene System hat in Amerika eine weite Verbreitung gefunden und hat sich in zahlreichen Fällen bei beginnenden Bränden bewährt.

Gegenwärtig wird daran gearbeitet, die Regen-Vorrichtungen bei ausbrechendem Feuer sofort selbstthätig wirken zu lassen. Zwei interessante Projecte hierfür hat *Hiram Maxim* in Paris aufgestellt<sup>216)</sup>. In beiden ist versucht worden, einer Vergeudung von Wasser und Beschädigung vorläufig nicht gefährdeter Theile dadurch vorzubeugen, daß vom Röhrennetz nur diejenigen Partien in Thätigkeit kommen, welche sich über der brennenden Stelle befinden.

In dem einen Projecte werden hierfür brennbare Fäden angewendet, welche die Hähne der Röhren geschlossen halten; in dem anderen vermitteln Pyrometer auf elektrischem Wege das Oeffnen derselben. Die Construction der Hahnverschlässe ist beachtenswerth. Mit dem Hahn verbunden ist ein lothrecht stehender, in schwerem Gewichte endigender, hammerartiger Hebel, welcher durch eine ganz geringe Kraft zum Kippen gebracht werden kann und so mit Leichtigkeit die Reibung überwindet.

Praktischer ist die von *Parmelee* zu New-Haven erfundene selbstthätige Lösch-Einrichtung, welche auf der Anwendung eines leicht schmelzbaren Metalles beruht.

An jeder Sprengröhre sind in 3 m Entfernung Brausen (Fig. 119) angebracht. Diese bestehen aus einem Ventil, welches durch einen Hebel und eine Hebelstütze an das Ventilgehäuse gepreßt wird. Die Hebelstütze ist mit einem bei 70 Grad C. schmelzenden Metall an einen mit dem Ventilgehäuse verbundenen Messingbügel angelöthet. Ausbrechendes Feuer bringt das Loth zum Schmelzen; Hebel und Stütze fallen herunter, und das Ventil öffnet sich. Das dadurch frei werdende Wasser stürzt auf den Ventilteller und sprüht gegen Decke und Fußboden. Gleichzeitig wird durch die Bewegung des strömenden Wassers ein Ventil in der Hauptleitungsröhre ausgeschaltet, welches durch ein Lätewerk den Wächter alarmirt. Im Winter werden die Röhren entleert, füllen sich aber selbstthätig, sobald eine Brause sich löst. Den Vertrieb

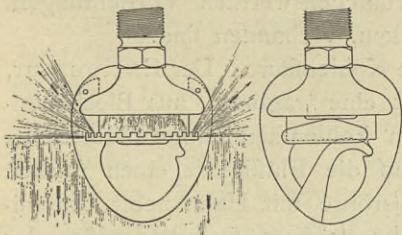
für Deutschland haben *Walther & Co.* in Kalk bei Köln übernommen.

Wenn sich die für den Winter getroffene Einrichtung wirklich bewährt, so würde damit ein vorzügliches Mittel gegeben sein, eiserne Säulen gegen Glühendwerden zu schützen, indem man diese zu den Hauptröhren benutzt. (Siehe Art. 73, S. 86.)

Bei Bränden in geschlossenen Räumen bietet der Wasserdampf ein vielfach empfohlenes Löschmittel. Die Wirkung desselben beruht darauf, daß die für die Ernährung eines Feuers nothwendige atmosphärische Luft vertrieben, dem Brande also die Nahrung entzogen wird. Zuerst hat *Waterhouse* 1833 das Löfchen ver-

101.  
Löfchen  
mittels  
Wasserdampf.

Fig. 119.



In Thätigkeit.

Geschlossen.

*Parmelee's* selbstthätige Löschbrause.

<sup>216)</sup> Siehe: *Revue industr.* 1882, S. 143.

mittels Dampf vorgeschlagen, hat aber selbst gefunden, daß derselbe ein Glimmen nicht hindert, welches sich bei stärkerem Luft-Zutritt sofort wieder in helle Flamme verwandelt. Gewiß erscheint es unrationell, neben einem bereits vorhandenen Feuer noch ein zweites anzuzünden, nur um Dampf zu erzeugen, während der auf die Brandstelle geschleuderte Wasserstrahl sich sofort und ohne Weiteres in Dampf verwandelt.

Indessen hat man in vielen Fällen eher Dampf zur Hand, als Wasser und Spritzen, und wenn es nur gelingt, das Feuer durch den Dampf eine Zeit lang hinzuhalten, so ist damit schon viel gewonnen. In allen Fällen, wo Räume von Dampfleitungen für Heiz-, Trocken- oder sonstige Zwecke durchzogen werden, wird es immer zweckmäßig sein, Vorkehrungen an denselben zu treffen, welche das sofortige Ausströmen von Dampf bewirken. Einen Erfolg kann man sich allerdings nur versprechen, so lange die Fensterscheiben ganz bleiben, also nur wenig atmosphärische Luft Zutreten kann. Das Athmen wird erfahrungsmäßig durch den Wasserdampf nicht wesentlich behindert. Dieses Verfahren wird sich bei Bränden in Kellern und abgeschlossenen Lager- und Fabrikräumen empfehlen.

So sind in der schon genannten Spinnerei in Linden 16 Dampfventile angebracht, um Dampf mit 30 kg Druck von 6 Cornwall-Kesseln vermittels geeigneter, außerhalb des Gebäudes angebrachter Kettenzüge in die verschiedenen Räume zu pressen<sup>217)</sup>.

Man hat die Dampf lösch-Einrichtungen auch selbstthätig wirkend construirt, indem man z. B. die Enden der Dampfrohren durch kurze angelöthete Röhrenstücke aus einer leicht flüssigen Legirung von Blei und Zinn abschließt, welche, um das ein etwaiges Schmelzen erschwerende Condensationswasser zu verdrängen, zum Theile mit Harz ausgefüllt werden<sup>218)</sup>.

Ob man, wie vorgeschlagen, auch bei Theaterbränden diese Art des Löschens in Anwendung bringen kann, ist eine noch offene Frage. Gefährlich scheint es, durch den Wasserdampf einen starken Nebel zu erzeugen, in dem sich das geängstigte Publicum nicht zurecht finden kann. Auch wird die Wirkung des Dampfes wesentlich beeinträchtigt werden, sobald die so wünschenswerthen Vorrichtungen, welche einen schnellen Abzug der Rauchgase bewirken, vorhanden sind.

Eine ähnliche Wirkung, wie der Dampf, hat die Kohlenäure. Der Extincteur, 1864 von *Vignon & Charlier* in Paris erfunden, ist eine tragbare, aus Blech construirte Vorrichtung, welche Wasser und außerdem kohlenäurehaltige Substanzen enthält. Die sich entwickelnde Kohlenäure übt auf die Flüssigkeit einen starken Druck aus. Am Boden des Gefäßes ist eine Abflusrohre mit Hahn nebst Gummischlauch und Mundstück angebracht. Wird der Hahn geöffnet, so entladet sich der Inhalt in scharfem Strahle bis auf 10<sup>m</sup> Entfernung. Die Vorrichtung wird beim Gebrauche wie ein Ranzen auf den Rücken genommen, mit der Linken der Hahn geöffnet und mit der Rechten das Mundstück gehandhabt.

Die Füllung der zuerst ausgeführten Apparate bestand aus doppelt kohlenäurem Natron und Weinfensäure, den bekannten Stoffen zur Herstellung des Brausepulvers. *Zabel* in Quedlinburg wendet Schwefeläure statt der Weinfensäure an. Die Construction hat mannigfache Veränderungen und Verbesserungen erfahren.

Ein Nachtheil des Extincteurs besteht darin, daß die vorräthige Löschmasse bald erschöpft ist. Die Neufüllung will gelernt sein und verursacht Zeitverlust. Das Gewicht von ca. 50 kg auf dem Rücken erfordert einen kräftigen Mann; der ausfließende Strahl erzeugt einen Rückstoß, den man mit dem Körper beherrschen

<sup>217)</sup> Siehe: Mitth. d. Gwb.-Ver. f. Hannover 1860, S. 251.

<sup>218)</sup> Siehe auch: Verwendung des Dampfes zu Feuerlöschzwecken. Centralbl. d. Bauverw. 1883. S. 146.

D. R.-P. Nr. 21632: Automatischer Feuerlöschapparat von *Victor Vankeerberghen* in Brüssel.



mufs, um nicht umgeworfen zu werden; die Bedienung kann also einem Ungeübten nicht überlassen werden. Die Vorrichtung empfiehlt sich mithin nur da, wo ständig ein Hausmeister u. dergl. sich befindet, also für öffentliche Gebäude, Villen, Gasthöfe, Fabriken, ganz besonders für Schiffe, und wird in solchen, so lange der Brand einen nur mäßigen Umfang angenommen hat, vortreffliche Dienste leisten.

Flüssige Kohlenäure zum Erzeugen des ersten Druckes in den Dampfkesseln der Dampfspritzen ist mehrfach benutzt worden <sup>219)</sup>.

Bei der Kohlenäure-Druckspritze von *Raydt*, von der Maschinenfabrik Deutschland in Dortmund fabricirt, wird die Kohlenäure in flüssigem Zustande angewendet.

Ein leichtes zweirädriges Fahrzeug trägt einen Wasserkessel von 300<sup>l</sup> Inhalt mit Schlauch und Strahlrohr; hinter demselben befinden sich zwei starke, schmiedeeiserne Flaschen mit flüssiger Kohlenäure. Durch Absperrventile verschließbare Kupferröhren verbinden die Flaschen mit dem Wasserkessel. Oefnet man eines der Ventile, so drückt die Kohlenäure auf das Wasser (mit ca. 40 Atmosphären Druck) und schleudert dasselbe kräftig aus dem Strahlrohr <sup>220)</sup>.

Der auf den Schiffen der englischen Marine eingeführte *Five-Annihilator* von *Philipps* löscht das Feuer ausschliesslich durch Verdrängung der atmosphärischen Luft.

Es wird eine Masse, aus Holzkohlenpulver, Coke-Pulver, Kalifalpeter und Gyps bestehend, durch Eintreiben eines Stiftes entzündet und in Dampf verwandelt. Die Erfindung hat sich in vielen Fällen bewährt; dennoch hat der geistreiche Erfinder nicht verhüten können, dass seine Fabrik mit sämmtlichen Annihilatoren abbrannte, wodurch jedoch der Werth seines Löschmittels für geschlossene Räume nicht beeinträchtigt wird.

Eine ähnliche Wirkung hat die *Bucher'sche* Löschdose, erfunden 1846 von *Kühn*.

Die Masse besteht aus 66 Procent Salpeter, 30 Procent Schwefel und 4 Procent Kohle; die Löschkraft derselben beruht auf der starken Entwicklung schwefeliger Säuren. Der Stadtrath zu Marienburg hat in Anerkennung der Nützlichkeit dieser Erfindung unterm 2. Juni 1875 angeordnet, dass alle Etablissements, in denen Spirituosen, Oel, Theer, Petroleum, Photogen, Ligroin etc. auf Lager gehalten werden, sich mit einer genügenden Anzahl *Bucher'scher* Löschdosen zu versehen hätten. Die Wirkung hat sich bei Bränden von Fetten und Spriten, für welche das gewöhnliche Löschverfahren nicht ausreicht, so kräftig gezeigt, dass auch bei gesprengten Fensterscheiben die Flamme erlosch.

»Imperial-Granaten-Feuerlöscher« erfordern ein nahes Herantreten an den Herd des Feuers, was oft wegen der Rauchentwicklung nicht möglich sein wird. Feuerlöschende Dämpfe oder Gase erzeugen sie nicht; das in der Flüssigkeit enthaltene Chlorcalcium ist nicht geeignet, eine das Feuer völlig erstickende Kruste zu bilden. Aehnliches trifft bei dem »Patent-Ready-Feuerlöscher« zu.

Zum Schlusse hätten wir noch diejenigen Vorrichtungen zu betrachten, welche selbstthätig ein in einem geschlossenen Raume ausbrechendes Feuer, bezw. eine aufsergewöhnliche Steigerung der Temperatur anzeigen. Es sind dies die selbstthätigen Feuerlärmer oder Feuermelde-Vorrichtungen, auch Feuer-Automaten genannt. Sie werden entweder als Luftdruck-Telegraphen oder als elektrische Telegraphen construirt. Da sich in jedem Raume mindestens einer, in grossen Räumen, z. B. dem Zuschauer- oder Bühnenraum von Theatern, sogar mehrere derartige Vorrichtungen befinden müssen, so folgt, dass ein ausgedehntes Gebäude eine grosse Menge von solchen Vorrichtungen aufweisen mufs. Das Feuer-signal wird nach dem Wächterzimmer hin gegeben, indem daselbst eine Lärmglocke in Thätigkeit gesetzt wird. Von den zahlreichen Erfindungen können wir hier nur einige wenige anführen.

Auf dem Princip der Luftdruck-Telegraphen beruht der Apparat von *Bach* in Hannover. Eine Glasflasche ist durch einen mit einer zarten Gummihaut bespannten Blechtrichter luftdicht verschlossen.

<sup>219)</sup> Siehe: Centralbl. der Bauverw. 1888, S. 114.

<sup>220)</sup> Siehe auch: Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1883, S. 69.

103.  
Sonstige  
Lösch-  
Vorrichtungen.

104.  
Löschgranaten.

105.  
Selbstthätige  
Feuerlärmer.

Eine äufsere Temperaturerhöhung wirkt durch Ausdehnung der Luft im Inneren der Flasche auf das Gummihütchen, welches diesen Druck auf einen mit dem Trichter in Verbindung stehenden Luftdruck-Telegraphen überträgt. Für eine gröfsere Anzahl von Automaten wird der pneumatische Betrieb zu complicirt und dadurch unsicher.

Die elektrischen Feuerlärmer können mit Arbeits- oder mit Ruhestrom arbeiten, d. h. im Momente der Feuermeldung wird entweder der Strom geschlossen oder unterbrochen. Nach ersterem Princip waren die älteren Vorrichtungen construirt. Das durch Erwärmung in der gläsernen Thermometerröhre aufsteigende Quecksilber berührt an einer Stelle, die etwa bei 50 Grad der Thermometer-Scala liegt, zwei Drahtspitzen von Platin, welche in einem Rohr einander gegenüber stehen und die entgegengesetzten Pole einer galvanischen Batterie bilden, deren Strom nunmehr, bei der Berührung durch Quecksilber geschlossen, ein Lätewerk in Bewegung setzt. Bei anderen derartigen Apparaten wird das Quecksilber durch Ausdehnung der Luft, durch Wasser-, Aether- oder andere Dämpfe in einem Röhrchen gehoben und zum Contactpunkte geführt. Bei noch anderen wird der Strom durch ein herabfallendes Gewicht geschlossen, welches bis dahin an einem Ringe aus leicht schmelzbarer Legirung aufgehängt war. Der Mangel dieser Vorrichtungen besteht darin, dafs man niemals eine Controle hat, ob sie bei eintretender Gefahr wirklich in Thätigkeit treten werden.

Zuverlässiger sind diejenigen Vorrichtungen, welche auf dem Princip des Ruhestromes beruhen, also im Momente der Feuermeldung eine Unterbrechung des Stromes bewirken. Sobald nämlich an irgend einer Stelle die Leitung schadhaft geworden ist, ertönt ebenfalls die Lärmglocke. Nachdem man sich überzeugt hat, dafs dies nur »blinder Lärm« gewesen ist, wird man die schadhaft gewordenen Stellen auffuchen und ausbessern. Die Glocke kann auch mittels eines Tafters in Thätigkeit gesetzt und zum Rufen der Diener benutzt werden. Bei ausgedehnten Etablissements wird es nöthig sein, auch den Ort der Gefahr nach dem Wächterzimmer zu melden. Dies geschieht mittels der in Gasthöfen etc. üblichen Nummern-Einrichtungen. (Siehe Theil III, Bd. 3 dieses »Handbuches«, Abth. IV, Abfchn. 2, C, Kap.: Elektrische Haus- und Zimmertelegraphen.)

Bezüglich der Sondereinrichtung der Feuerlärmer verweisen wir auf die unten <sup>221)</sup> namhaft gemachten Quellen.

## Literatur

### über »Sicherungen gegen Feuer«.

*On the construction of houses for the prevention of fires. Builder*, Bd. 8, S. 241.

BRAIDWOOD, J. *Fires: the best means of preventing and arresting them, with a few words on fire proof structures. Builder*, Bd. 14, S. 259, 308.

Ueber Vorrichtungen zum Feuerlöschen in Fabrikgebäuden. *Allg. Bauz.* 1859, S. 287.

AHLERS. Die Feuerlösch-Einrichtungen der Hannöverschen Baumwollspinnerei und Weberei in Linden. *Mitth. d. Gwbver. f. Hannover* 1860, S. 251.

<sup>221)</sup> Feueralarm-Apparate von *Sickert & Löffler*. *HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw.* 1873, S. 166.

TERRIER, CH. *Un révélateur d'incendie. Gaz. des arch. et du bât.* 1874, S. 44.

HEEREN. Selbstthätige Feueralarm-signale. *Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1877, S. 187.

ZIEMBINSKI, S. Ueber einen neuen Feuer-Signalapparat. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1878, S. 378.

Elektrischer Feueralarmapparat von *de Gaulne & Mildé*. *Deutsche Allg. Polyt. Ztg.* 1878, S. 454.

Elektrischer Feuer-Alarm-Apparat. *Schweiz. GwbbL* 1878, S. 152.

ZEHNDER, L. *Der Pyrograph. Eifenb.*, Bd. 10, S. 143.

Elektrischer Feuer-Alarmapparat. *Maschinenb.* 1879, S. 53.

Automatischer Feueranzeiger. *Maschinenb.* 1879, S. 237.

UPPENBORN, F. Elektrischer Signalapparat für das Eintreten einer bestimmten höheren Temperatur. *Zeitschr. f. ang. Elektr.* 1879, S. 110.

FEIN, W. E. Automatischer Feuer-Signal-Apparat. *Zeitschr. f. ang. Electr.* 1879, S. 166.

BRASSEUR'S selbstthätiger Feuermelder. *Moniteur industr.* 1879, S. 467. *Polyt. Journ.*, Bd. 235, S. 42.

LINDNER, M. C. A. HEINRICH'S selbstthätige Feuermelde-Apparate. *Elektrotechn. Zeitschr.* 1880, S. 173.

Das Feueralarm-System der *Exchange Telegraph Company*. *Elektrotechn. Zeitschr.* 1880, S. 297.

MONCEL, TH. DU. *Systèmes électriques pour les annonces d'incendie. La lumière électrique* 1880, Nr. 13, 15.

Selbstthätiger Feuermelder. *Maschinenb.* 1881, S. 106.

Elektrischer Feuermelder. *Maschinenb.* 1881, S. 328.

BAMBACH, P. Verbesserter Feuer- und Einbruch-Aviateur. *Zeitschr. f. ang. Electr.* 1881, S. 214.

Selbstthätiger Feuermelder von BROWN & BOGEN. *Zeitschr. f. ang. Electr.* 1881, S. 377.

EVARD, F. *L'électricité dans ses applications aux annonces d'incendie. Revue industr.* 1881, S. 68.

NELIUS. *Avertisseurs électriques d'incendie. La lumière électrique* 1881, Nr. 12.

*Les avertisseurs des incendies. L'électricité* 1881, Nr. 14, 17.

- FRANCIS. Vorrichtungen zum Schutz gegen Feuersgefahr in den Lowell-Fabriken. Nach *Mechan. magaz.*, N. S., Bd. 13, S. 351: *Polyt. Journ.*, Bd. 178, S. 93.
- HARRISON. Einrichtungen zum Schutz gegen Feuer in Gebäuden. WIECK's ill. Gwbztg. 1865, S. 173. Der Extingueur. Deutsche Bauz. 1869, S. 486.
- BUTTRICK. Ueber die Apparate für die Verwendung der Kohlenäure zur Feuerlöschung. Deutsch von A. OTT. Deutsche Ind.-Ztg. 1869, S. 442.
- HOFFMANN's System feuerficherer Maffivbauten in Anwendung auf das Wohnhaus. HAARMANN's Zeitchr. f. Bauhdw. 1870, S. 1.
- DOUGLAS. *Extinguishing fires in buildings. Scientific American*, Bd. 21, S. 357.
- Verbesserter Extingueur. Deutsche Bauz. 1872, S. 410.
- Neue Löschvorrichtungen für Theater. Zeitchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1872, S. 484.
- De l'action du feu sur les matériaux de construction. Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 134.
- WEIDENBUSCH. Anwendung des Wasserdampfes zum Feuerlöschen. *Polyt. Journ.*, Bd. 206, S. 411; Bd. 207, S. 78. *Maschin.-Conftr.* 1873, S. 53. *Polyt. Centralbl.* 1873, S. 102.
- SOMMER. Ueber Anwendung des Wasserdampfes als Feuerlöschmittel. *Polyt. Journ.*, Bd. 208, S. 281.
- OWEN, J. O. *On fireproof building. Builder*, Bd. 32, S. 48.
- HARRISON. *Protection against fire. Iron*, Bd. 3, S. 233. *Scientific American*, Bd. 30, S. 227.
- EPPLEN, C. Die neue Feuer-Löschleinrichtung im Bühnenhause des kgl. Hof- und National-Theaters zu München. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1876, S. 115.
- JUNG, L. Die Feuerficherheit in öffentlichen Gebäuden. München 1879.
- LABROUSSE, C. *Les incendies dans les usines et établissements industriels; moyens préventifs et d'extinction.* Lille 1879.
- Eiserner Schutz-Vorhang im Pofener Stadt-Theater. Deutsche Bauz. 1879, S. 509.
- Die STOTT'sche feuerfeste Construction bei Fabrikanlagen. ROBERG's Zeitchr. f. prakt. Bauk. 1879, S. 288.
- DOEHRING, W. Handbuch des Feuerlösch- und Rettungswesens mit besonderer Berücksichtigung der Brandurfachen und baulichen Verhältnisse, so wie der neuesten Apparate. Berlin 1881.
- Eiserne Theatervorhänge. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1881, S. 523.
- Feuerlöschleinrichtung in der Bierbrauerei »zum Spaten« in München. *Gefundh.-Ing.* 1881, S. 203.
- SAUVAGEOT, L. *Le feu dans les théâtres et l'ordonnance du préfet de police du 16 mai 1881. Gaz. des arch. et du bât.* 1881, S. 307.
- FLECK, H. Ueber Flammensicherheit und Darstellung flammensicherer Gegenstände. Dresden 1882.
- HEATHMAN, J. H. *The preservation of life and property.* London 1882.
- SCHEMFIL, H. Ueber feuerfichere Anlage großer Bauten. *Allg. Bauz.* 1882, S. 31.
- Ueber Feuerfchutz-Mafsregeln in Theatern. Deutsche Bauz. 1882, S. 39, 51, 95.
- Der Schutzvorhang des Walhallatheaters in Berlin. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1882, S. 25.
- EBELING. Ueber einige in Berliner Theatern ausgeführte eiserne Vorhänge. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1882, S. 60.

GÉRALDY, F. *Les avertisseurs d'incendie. La lumière électrique* 1881, Nr. 46.

*Avertisseur d'incendie de Soulandé. L'électricité*, Bd. 4, Nr. 15.

*Avertisseur d'incendie. L'électricité*, Bd. 4, Nr. 20, 24.

TISSANDIER, G. *Les avertisseurs d'incendie. L'électricien*, Bd. 1, Nr. 3.

Feuermelder von G. DUPRÉ in Paris. *Polyt. Journ.*, Bd. 244, S. 140.

HEFNER-ALTENECK, F. v. Feuermelder und Wächter-Kontrollapparat für feuergefährliche Anlagen von SIEMENS & HALSKE in Berlin. *Elektrotechn. Zeitchr.* 1882, S. 105.

*Avertisseur-extincteur automatique d'incendie de M. H.-S. MAXJM. Revue industr.* 1882, S. 143.

Tafel für elektrische Läutewerke mit Feuersgefahrzeiger. *Polyt. Journ.*, Bd. 244, S. 45.

HASE. Elektrischer Feuermelder. *Centralbl. f. Elektrotechnik* 1882, S. 408.

Automatische Feuermelde-Apparate für abgeschlossene Räume nach C. A. HEINRICH. *Skizzenbuch f. d. Ing. u. Masch.* 1883, Bl. I.

*The Vienna electrical exhibition. VI. Fire alarms. Engng.*, Bd. 36, S. 422.

Selbstthätiger, selbstschliessender und mit Alarnglocken versehener Feuerlösch-Apparat. *Baugwks.-Ztg.* 1884, S. 547. Neuerungen an elektrischen Feuermeldern und Sicherheitsvorkehrungen bei Feuersgefahr. *Polyt. Journ.*, Bd. 251, S. 164.

NAGLO. Ueber elektrische Vorrichtungen für Feuerfignale und Feuermeldungen. *GLASER's Ann. f. Gwbe. Bauw.*, Bd. 14, S. 28.

Selbstthätige Feuerlösch-Einrichtung mit Feueralarm-Apparat. *Gefundh.-Ing.* 1885, S. 259. Deutsche Bauz. 1885, S. 262.

Feuerlösch- und Allarm-Apparat für Gebäude. *Maschinenb.* 1885, S. 438.

*Avertisseurs d'incendie. Revue industr.* 1885, S. 275.

Der patentirte elektrische Feuermelder von G. MOOTZ in Mainz. Deutsche Bauz. 1886, S. 335.

- EBELING. Die Anordnung eiserner Vorhänge in Theatern. Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1882, S. 181.
- STUMPF, G. Feuerlösch-Einrichtungen bei großen öffentlichen Gebäuden. Gefundh.-Ing. 1882, S. 633.
- SIEMENS, W. Elektrizität gegen Feuersgefahr. Elektrotechn. Zeitschr. 1882, S. 1, 7.
- Ein neuer feuerficherer Theatervorhang. Deutsches Bauwksbl. 1882, S. 81.
- POTTER, TH. *Fires at country mansions; some suggestions for their prevention.* *Builder*, Bd. 43, S. 820.
- Architect*, Bd. 28, S. 385.
- A fire-proof structure.* *Building news*, Bd. 43, S. 627.
- SCHOLLE, F. Ueber Imprägnationsverfahren als Schutzmaßregel gegen Feuersgefahr. Dresden 1883.
- KRAFT, M. Sicherheit gegen Feuersgefahr in Theatern. Wochschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1883, S. 14.
- WEIDTMANN, J. Feuerlöschfächer mit flüssiger Kohlenäure. Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1883, S. 68.
- PFISTER, R. Feuerficherer Verschluss von Bühnen-Oeffnungen in Theatern. Deutsche Bauz. 1883, S. 500.
- Prevention of fires.* *American architect*, Bd. 13, S. 280, 293.
- PULHAM, J. *Portland cement concrete and terra-cotta fireclay in fire-proof construction.* *Building news*, Bd. 44, S. 183.
- Hogg's fire-proof doors and shutters.* *Building news*, Bd. 10, S. 81.
- WIGHT, P. B. *On fire-proof construction.* *Building news*, Bd. 17, S. 136, 163.
- Iron, and fireproof construction.* *Building news*, Bd. 26, S. 225.
- The construction of fire-proof buildings.* *Building news*, Bd. 26, S. 226.
- What is fireproof construction?* *Building news*, Bd. 26, S. 275.
- Smeaton's patent combined heating and fire-extinguishing apparatus.* *Building news*, Bd. 27, S. 75.
- Patent fireproof construction for public buildings, etc.* *Building news*, Bd. 27, S. 297.
- Iron shutter.* *Scientific American*, Bd. 48, S. 67.
- Hôtel du Crédit Lyonnais, boulevard des Italiens. Distribution d'eau et secours contre l'incendie.* *La semaine des const.*, Jahrg. 8, S. 139, 185, 270.
- Rideau métallique pour théâtre.* *La semaine des const.*, Jahrg. 6, S. 328.
- DORBIGNY, L. *Extincteurs d'incendie.* *La semaine des const.*, Jahrg. 8, S. 258, 328, 401.
- Rideau métallique au théâtre de Lille.* *La semaine des const.*, Jahrg. 8, S. 355.
- Anforderungen der Feuerpolizei. Bauwks.-Ztg. 1884, S. 288.
- Eiserne Courtine von POTTHOF & GOLF in Berlin. Bauwks.-Zeitg. 1884, S. 391.
- Rettungswege in Fabriken. Bauwks.-Ztg. 1884, S. 698.
- Feuerfichere Deckenconstructionen im geologischen und landwirthschaftlichen Museum in Rom. Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 269.
- Technische Einrichtungen im neuen Prinz-Theater zu London. Deutsche Bauz. 1884, S. 111.
- Zur Frage der Feuerficherheit verschiedener Konstruktions-Materialien. Deutsche Bauz. 1884, S. 169.
- Feuerfichere Thüren. Deutsches Wochbl. f. Gefundheitsplf. 1884, S. 45.
- Extinkteur von ZABEL & Co. Quedlinburg. Maschinenb. 1884, S. 410.
- KRAFT, M. Internationale elektrische Ausstellung in Wien 1883. Die Sicherheitsapparate gegen Feuersgefahr auf der Ausstellung. Pract. Masch.-Const. 1884, S. 46, 72.
- MÖNCH's Feuerlösch-Anlagen mit flüssiger Kohlenäure. Techniker, Jahrg. 6, S. 285.
- Superator-Feuerprobe. Wochschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1884, S. 193.
- MAUCORPS, M. *Études économiques. Assurance contre l'incendie mutuelle et prime fixe.* *Encyclopédie d'arch.* 1884, S. 23.
- MERRYWEATHER, J. C. *Fire protection of mansions. How to prevent fires etc.* London 1884. — 2. Aufl. 1886.
- The Grinnell automatic fire extinguisher.* *Engineer*, Bd. 58, S. 255.
- DORBIGNY, L. *Échelle de sauvetage d'incendie.* *La semaine des const.*, Jahrg. 9, S. 77.
- Feuerfichere Wände von Trägerwellblech. Bauwks.-Ztg. 1885, S. 542.
- Ueber das Verhalten starker Bauhölzer im Feuer. Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 192.
- Die Gefährlichkeit von Aufzügen bei Brandfällen. Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 247.
- Benutzung von Luftdruck bei Feuerlösch-Einrichtungen in Gebäuden. Deutsche Bauz. 1885, S. 198.
- Versuche über das Verhalten gußeiserner, schmiedeeiserner und steinerner Säulen im Feuer und bei plötzlicher Abkühlung. Deutsche Bauz. 1885, S. 343.
- Feuerfeste Thüren. Gefundh.-Ing. 1885, S. 427.
- BÖHLE's Patent-Gaspritze. Pract. Masch.-Const. 1885, S. 454.
- HAGEN's Feuerchutzläden für Luft-Schächte in Gebäuden. Techniker, Jahrg. 8, S. 20.
- Die Gefahren der absoluten Feuerficherheit. Wochbl. f. Baukde. 1885, S. 39.

- BAUSCHINGER, J. Das Verhalten gußeiserner, schmiedeeiserner und feinerer Säulen im Feuer und bei raschem Abkühlen (Anspritzen). Wochbl. f. Baukde. 1885, S. 125.
- PRÉAUDEAU, DE. *Résistance au feu des éléments métalliques des bâtiments. Annales des ponts et chaussées* 1885 — 2. Sem., S. 780.
- The fireproof closing of openings in party-walls. Builder*, Bd. 48, S. 149.
- Fireproof construction. Builder*, Bd. 49, S. 877.
- Fireproof ceilings and partition walls. Engineer*, Bd. 60, S. 441.
- Bericht über die Allgemeine deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens. Berlin 1882—83. Bd. III. Breslau 1886. S. 535: Abwehr von Feuersgefahr. Von C. STREHL.
- VENERAND, W. Asbest und Feuerchutz etc. Wien 1886.
- Selbstthätige Feuerlöschvorrichtungen. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 6.
- Ueber den Widerstand eiserner Stützen und Träger im Feuer. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 318.
- Künstliche Feuerlöschmittel. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 420.
- Feuersichere Thüren. Deutsche Bauz. 1886, S. 24, 47.
- MÖLLER, M. Ueber das Verhalten gußeiserner und schmiedeeiserner Säulen im Feuer. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 162.
- RUNGE, G. Ueber Feuersicherheit von Gebäuden. Deutsche Bauz. 1886, S. 250.
- MÖLLER, M. Zur Frage des Verhaltens gußeiserner und schmiedeeiserner Stützen bei Feuersbrünsten. Deutsche Bauz. 1886, S. 314, 326.
- Ueber GRINNELL's, bezw. VICTOR's selbstthätigen Feuerlöschapparat. Polyt. Journ., Bd. 261, S. 523.
- Die Verwendung des Dampfes bei Schadenfeuern. Pract. Masch.-Conf. 1886, S. 192.
- ZAMPIS, G. Neuartige Courtinen-Construction. Wiener Bauind.-Zeitg., Jahrg. 3, S. 308.
- GRINNELL'sche selbstthätige Feuerlöschleinrichtung. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1885, S. 180; 1886, S. 180.
- Zur Frage der Feuersicherheit unserer Baukonstruktionen. Baugwks.-Zeitg. 1887, S. 889.
- Feuerchutz für Eisenconstruktionen. Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 435, 450.
- MÖLLER, M. Verhalten einiger Materialien im Feuer. Deutsche Bauz. 1887, S. 280.
- LAUNER. Der Brand des Lagerhauses in der Kaiserstrasse in Berlin. Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 417.
- Feuersichere Courtine vom Stadttheater in Karlsbad. Pract. Masch.-Conf. 1887, S. 9.
- Dampfstrahlfeuerlöschanlage der mechanischen Weberei von Anton & Alfred Lehmann in Schönweide bei Berlin. UHLAND's Techn. Rundschau 1887, S. 169. Deutsche Bauz. 1887, S. 207.
- Dampfstrahl-Feuerlöschanlage. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1887, S. 369.
- GILARDONE, F. Zum Brand der »Komischen Oper« in Paris. Hagenau i. E. 1887.
- Rideau en fer (système Edoux) à manoeuvre hydro-électrique et à commande à distance installé au Théâtre-Français. Génie civil*, Jahrg. 7, S. 325.
- BEAU, L. *Le rideau en fer du Théâtre Français. La semaine des conf.*, Jahrg. 12, S. 126, 137.
- Protection du fer contre le feu dans les édifices. La semaine des conf.*, Jahrg. 12, S. 278.
- Heath's fireproof curtain for theatres. Builder*, Bd. 53, S. 649.
- MÖLLER, M. & R. LÜHMANN. Ueber die Widerstandsfähigkeit auf Druck beanspruchter eiserner Baukonstruktiontheile bei erhöhter Temperatur. Berlin 1888.
- Technische Mittheilungen. Heft 21: Die Feuerlösch-Präparate und ihr practischer Nutzen. Von M. EBERHARDT. Zürich 1888.
- KRAMEYER. Vorschlag zur Einführung fahrbarer Schnelllöcher (Extincteure). Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 114.
- Selbstthätige Feuerlösch-Vorrichtungen. Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 348.
- Selbstthätige Feuerlöschvorrichtungen. Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 499.
- Das Verhalten eiserner Stützen im Feuer. Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 286.
- Ueber das Verhalten eiserner Stützen bei erhöhter Temperatur. Deutsche Bauz. 1888, S. 305, 323.
- Selbstthätige Feuerlösch-Einrichtung von GRINNELL. GLASER's Ann. f. Gwbe. u. Bauw., Bd. 22, S. 234.
- Zur Frage der Feuersicherheit. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1888, S. 137, 146.
- EDOUX, L. *Rideau métallique à manoeuvre hydro-électrique pour théâtre. Nouv. annales de la conf.* 1888, S. 161.
- A fireproof curtain for theatres. Architect*, Bd. 39, Feb. 7, 1888, Suppl., S. 15.
- Ferner:
- Archiv für Feuerchutz und Rettungswesen etc. Red. von W. DOEHRING. München. Erscheint seit 1884.

## 2. Kapitel.

## Blitzableiter.

106.  
Werth  
der  
Blitzableiter.

Obwohl der Blitzableiter bereits über 100 Jahre in Anwendung ist, müssen wir uns doch gestehen, daß die Theorie über die Wirksamkeit desselben bis jetzt noch keine fest stehende und unanfechtbare ist. Nachdem im Jahre 1877 die Blitzableitung der *Petri*-Kirche zu Berlin, welche auf Grund der Berathungen einer wissenschaftlichen Commission mit besonderer Sorgfalt construirt war, sich so wenig bewährt hatte, daß ein einschlagender Blitzstrahl absprang und ein Fallrohr als Ableitung wählte; als ferner ein Blitzstrahl das mit einem fast neuen Ableiter versehene Schulhaus zu Elmshorn in Holstein<sup>222)</sup> traf — da brach eine völlige Panik herein, und von vielen Privat- und öffentlichen Gebäuden wurden die Blitzableiter schleunigst heruntergenommen. Das hieß nun allerdings, das Kind mit dem Bade ausschütten. Die Erfahrung lehrt ausreichend, daß die Blitzableiter, auch selbst wenn sie noch nicht die besten bis jetzt bekannten Bedingungen erfüllten, ein wirksames Schutzmittel gewesen sind. Gerade die beiden genannten Fälle beweisen dies. Der Thurm der *Petri*-Kirche, welcher ganz aus Eisen construirt ist, hatte keine Aufhängefange, indem man irrthümlich angenommen hatte, dieselbe sei überflüssig; in Elmshorn war eine solche vorhanden, hatte aber keine Spitze; auch waren in beiden Fällen die eigentlichen Leitungen fehlerhaft angelegt.

Worin bestand denn nun der hier verursachte Schaden? An der *Petri*-Kirche wurde ein Fallrohr unbedeutend beschädigt, in Elmshorn ebenfalls; auch wurde längs eines eisernen Trägers der Deckenputz etwas aufgerissen. Nun vergleiche man damit tausende von anderen Fällen, wo der Blitz Gebäude ohne Ableitung getroffen hat.

Im Jahre 1561 wurde der prächtige Thurm des Münsters zu Freiburg, im Jahre 1865 der der *Lorenz*-Kirche zu Nürnberg, 1845 die oben genannte *Petri*-Kirche zu Berlin durch Blitzschlag völlig zerstört. Der Münsterthurm zu Straßburg wurde wiederholt getroffen; das Kirchendach daselbst brannte 1759 nach einem Gewitter ab; 1760 wurde der Thurm wesentlich beschädigt; nachdem aber 1833 eine Ableitung angelegt war, hat man von Blitzschäden nichts wieder gehört.

In der englischen Marine wurden nach *Snow-Harris* innerhalb 5 Jahren 40 Linienfahrer, 20 Freigatten und 10 Corvetten durch Blitzschläge kriegsunfähig gemacht; seitdem aber bei derselben die Blitzableiter eingeführt wurden, sind derartige Beschädigungen äußerst selten geworden.

Nach dem Berichte der Kgl. Regierung zu Schleswig vom 30. November 1881 sind in deren Bezirke in der Zeit von 1874—80 515 Gebäude vom Blitze getroffen. Sechs davon waren durch Blitzableitungen geschützt; jedoch wurde in zweien dieser Fälle constatirt, daß die Anlage der Ableitung mangelhaft gewesen war, und in den übrigen 4 Fällen war gar keine oder doch nur eine unbedeutende Beschädigung der Gebäude eingetreten.

Die Akademie der Wissenschaften zu Berlin bezeichnet es in ihrem Gutachten vom 2. August 1880 als eine durch die Erfahrung eines ganzen Jahrhunderts fest stehende Thatfache, die kaum noch einer weiteren Begründung bedürfe, daß rationell angelegte Blitzableiter, wenn auch nicht unbedingt, so doch in sehr hohem Maße die Blitzgefahr für die mit ihnen versehenen Baulichkeiten beseitigen.

Dies sind gewiß Gründe genug, um eine wahrhaft geniale Erfindung nicht ohne Weiteres fallen zu lassen, sondern sie durch unausgesetzte Beobachtung und stetige Verbesserung dahin zu bringen, daß sie nicht nur in den meisten, sondern in allen Fällen wirksamen Schutz bietet.

<sup>222)</sup> Siehe: Zeitfchr. f. Bauw. 1877, S. 560.

Ehe wir nun zur Construction der Blitzableiter übergehen, müffen wir uns die Vorgänge bei einem Gewitter klar zu machen versuchen, so weit dies nach den bis jetzt noch nicht abgeschlossenen theoretischen Untersuchungen möglich ist.

107.  
Vorgänge  
bei  
Gewittern.

Die ruhige, klare Luft ist stets positiv elektrisch, eben so auch der Nebel. Geht die Verdunstung und die Wolkenbildung, welche durch Abkühlung in kälteren Luftschichten hervorgerufen wird, sehr schnell vor sich, so wird die vorhandene Elektrizität in folgender Weise bedeutend vermehrt: Bei der Ausscheidung des vertheilten Wasserdampfes zu Dunstbläschen concentrirt sich nach *Peltier*<sup>223</sup>) auf ein solches Bläschen die Elektrizität des umgebenden Raumes, wodurch es eine bedeutende elektrische Spannung erhält.

Durch eine gefättigte, etwas leitende Luft getrennt, bilden viele solcher Bläschen Anhäufungen mit einer gemeinfamen elektrischen Schicht und diese Anhäufungen wieder den gemeinfamen elektrischen Körper der Gesamtwolke. Letztere läßt sich daher weder mit einem festen Conductor, der nur auf der Oberfläche elektrisch ist, noch mit einem Isolator, dessen Theilchen elektrisch nicht genau in Verbindung stehen, vergleichen; sondern sie stellt einen ungeheueren Behälter gleich geladener Theilchen dar, deren Elektrizität sich plötzlich, z. B. dadurch, daß viele Bläschen sich zu einem Regentropfen von vielleicht hundertmal kleinerer Oberfläche vereinigen, noch weiter verstärkt und nun nach der Außenseite der Wolke abgegeben wird, um endlich als gemeinfamer Blitz überzufpringen.

Die Erde hat keine eigene Elektrizität, sondern wird erst durch diejenige der Wolken in Folge der Vertheilungs-Elektrizität oder Influenz elektrisch, und zwar stets entgegengesetzt. Eben so ist es mit den auf der Erde befindlichen Gegenständen, insbesondere den Häusern und ihren Metallmassen, deren Ladung nicht übersehen oder unterschätzt werden darf.

Entsprechend der Elektrizität der ruhigen Luft und der Nebel sind die Wolken vorherrschend positiv elektrisch, in Folge dessen die Erde vorwiegend negativ.

Die negativ elektrischen Wolken sind die selteneren und vielleicht nur durch Influenz geladen.

Der Blitz ist diejenige Lichterscheinung, welche bei starker und plötzlicher Ausgleichung der positiven und negativen Elektrizität sichtbar wird. Er kann nun sowohl zwischen der positiven Wolke und der negativen Erde, als auch zwischen beiden Wolken sich zeigen. Im letzteren Falle kann gleichzeitig ein Rückschlag durch das plötzliche Aufhören der Influenz entstehen, und es wird dann zwischen Erde und Wolke ein zweiter, schwächerer Blitzstrahl überspringen.

Indessen ist auch eine andere, wenig oder gar nicht sichtbare Ausgleichung möglich. Wird eine fein auslaufende Spitze auf den Conductor einer Elektrirmaschine gesetzt, so steigt, trotz fortgesetzter Drehung der Scheibe, das Quadrant-Elektrometer nicht so hoch, als es sonst der Fall wäre, indem bei einer gewissen Ladung jeden Augenblick so viel Elektrizität entweicht, als erzeugt wird. Dasselbe findet während eines Gewitters statt. Die Erd-Elektrizität strömt durch die Wipfel hoher Bäume, durch die Schiffsmasten, durch die Flamme eines brennenden Feuers und andere spitze Gegenstände, sobald dieselben eine gewisse Leitungsfähigkeit besitzen, in die umgebende positiv geladene Luft ab. Geschieht die Ausgleichung sehr langsam oder ist die Ladung eine sehr schwache, so wird das Auge nichts davon gewahr; im anderen Falle findet eine schwache, andauernde Lichterscheinung statt, das St. Elms-Feuer, welches sich hauptsächlich an den Spitzen der Gebüsche und Bäume, so wie an den Schiffsmasten zeigt.

Auf der Wirkung der Spitzen beruht die Construction des Blitzableiters<sup>224</sup>).

108.  
Wirksamkeit  
des  
Blitzableiters.

Derselbe wurde im Jahre 1752 von *Franklin* entdeckt, welcher einen aus Seidenzeug construirten Drachen mit metallener Spitze an einer Hanfschnur während eines Gewitters aufsteigen ließ. Die Schnur war an einem eisernen Schlüssel befestigt. Wie man sich leicht denken kann, war von Elektrizität nichts zu bemerken, da die Hanfschnur nicht leitete. Als aber ein Regen eintrat und die Schnur naß wurde, da änderte sich die Sache, und es gelang, dem Schlüssel Funken zu entlocken. *De Romas* nahm für einen ähnlichen Drachen eine mit Draht durchflochtene Seidenschnur und erzielte Funken von bedeutender Länge.

Der erste Blitzableiter wurde von *Franklin* auf seinem eigenen Hauße im September des Jahres 1752 aufgestellt, in Deutschland der erste 1769 zu Hamburg auf dem *Jacobi-Kirchthurm*.

Der Zweck eines Blitzableiters besteht darin, für die Ausgleichung zwischen der Erd- und der Wolken-Elektrizität einen gefahrlosen Weg darzubieten. Dies

<sup>223</sup>) Siehe: PELTIER, A. *Observations et recherches expérimentales sur les causes qui concourent à la formation des trombes*. Paris 1840.

<sup>224</sup>) Diese Ansicht ist vielfach bekämpft; doch ist es noch nicht erwiesen, daß eine stumpfe Endigung dasselbe leistet.

kann auf zweierlei Weise geschehen: entweder entladet er die Elektrizität einer nahen Wolke langsam und unmerklich, oder, falls die Ladung zu stark ist, so daß ein Blitz auftritt, führt er denselben ohne Beschädigung des zu schützenden Gebäudes in den Erdboden.

In der ersten Zeit nach dem Bekanntwerden der neuen Erfindung war es ein beliebter physikalischer Versuch, die Blitzableitung durch ein Zimmer zu führen, sie dort zu unterbrechen und nun die Wirkungen des fortwährend überspringenden Funkens zu beobachten. Erst als der Physiker *Richmann* in Petersburg durch einen abspringenden, ihn in die Stirn treffenden Funken getödtet wurde, verschwand dieses Spielzeug aus den Zimmern.

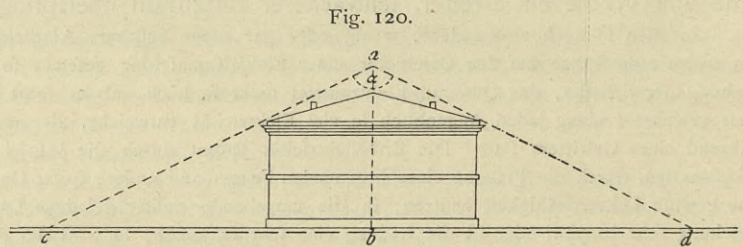
Neuerdings wird jedoch behauptet, daß die Gefahr der explosiven Entladung durch einige Metallspitzen schwerlich gemindert wird. Dafür sei die in einer Wolke aufgespeicherte Elektrizitäts-Menge zu groß. Allein es wird allseitig zugestanden, daß der überspringende Funke sich jedesmal den bequemsten Weg ausfucht. Einen solchen bieten wir ihm durch den Blitzableiter.

Gehen wir nun zur Construction einer Blitzableitung über. Man unterscheidet an derselben: a) den auffangenden, b) den fortleitenden und c) den abgebenden Theil.

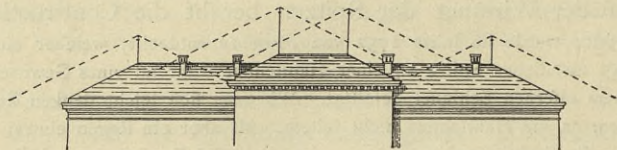
Der auffangende Theil hat in einer Auffangestange nebst Spitze zu bestehen. Wenn man früher beide auf Wohnhäusern fortgelassen hat, in der irrigen Meinung, dadurch den Blitz nicht heranzuziehen, so ist dies ganz verkehrt gewesen. Auch bei einem eisernen Thurme dürfen sie nicht fortbleiben, falls derselbe nicht selbst in eine scharfe Spitze ausläuft, welche alle an eine Auffangestange zu stellenden Anforderungen erfüllt.

Wie viele Auffangestangen soll man nun auf ein Gebäude stellen? Die Theorie giebt hierüber bisher keine Antwort. Praktisch aber hat man sich aus der Beobachtung von Blitzen, welche in der Nähe von Auffangestangen eingeschlagen sind, eine Regel gebildet.

Dieselbe lautet: Ist  $ab$  (Fig. 120) die Höhe der Spitze über dem Terrain, so schützt dieselbe nach jeder Richtung hin höchstens auf eine Entfernung  $bc = 2ab$ . Das Dreieck  $acd$ , welches wir auf der Zeichnung sehen, ist in der Wirklichkeit ein Kegel, welchen man



den Schutzkegel nennt. Den Winkel  $\alpha$  nennt man den Schutzwinkel. Kein Theil des Gebäudes darf über den Schutzkegel hinausragen. Hat man daher ein größeres Gebäude zu schützen (Fig. 121), so müssen so viele Stangen aufgestellt werden, daß die Dachfirste noch überall innerhalb der Schutzkegel liegen <sup>225)</sup>.



<sup>225)</sup> In neuerer Zeit sind mehrere Blitzschläge bekannt geworden, welche Gebäude innerhalb dieses Schutzkegels getroffen haben. Ob hierbei Fehler der Leitung, namentlich der Bodenleitung, Schuld gewesen, ist nicht genügend fest gestellt. *Holtz* u. A. schlagen deshalb vor, den Winkel  $\alpha$  nicht größer als 90 Grad zu nehmen. *Melfens* schützte 1865 das Brüsseler Rathhaus durch 428 Spitzen.

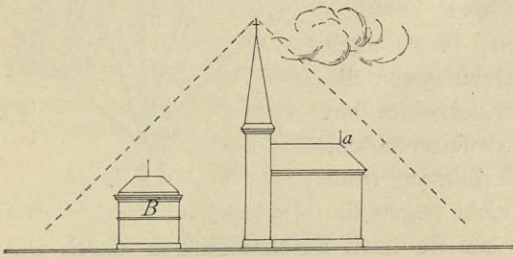


Höher als 5 m nimmt man die Auffangeftangen nicht gern, weil entweder die der Dachdeckung fchädlichen Schwankungen durch den Wind zu groß werden, oder, wenn man diese vermeiden will, die Stange zu ftark conftruirt werden muß. Die paffendfte Höhe ift 2 bis 3 m.

Nach der oben ftehenden Abbildung fcheint es fparsamer zu fein, die Auffangeftange in die Mitte des Firftes zu ftellen. Dies ift aber weniger empfehlenswerth, weil die fog. Anfallpunkte der Walme, welche gewiffermaßen Spitzten in der Dachfläche bilden, der Blitzgefahr am meiften ausgefetzt find.

Für die Wohnhäuser wird die angegebene Regel ausreichend fein. Bei fehr hohen Gebäuden wird man gut thun, den Winkel  $\alpha$  kleiner zu nehmen; bei Thürmen foll derfelbe in der Regel nur 90 Grad betragen. Ift ein Thurm aber fehr hoch

Fig. 122.



— eine bestimmte Grenze läßt fich nicht angeben — fo genügt auch dies nicht. Eine elektrische Wolke kann fehr wohl, infondere in hoch gelegenen Orten, tiefer ziehen, als die Thurmspitze und fich über dem Dache des Kirchenschiffes entladen. Deshalb muß auch der Walm bei  $\alpha$  (Fig. 122) eine Auffangeftange erhalten, eben fo auch ein Haus B, obwohl es innerhalb des Schutzeckels liegt, namentlich wenn daffelbe

fich auf der Wetterfeite des Thurmes befindet. Gebäuden, bei denen man befonders ängftlich ift, wie z. B. Pulverfabriken, wird man lieber eine Auffangeftange zu viel, als zu wenig geben.

Wenden wir uns zur Construction der Auffangeftangen, fo ift aus dem Früheren klar, dafs die Hauptbedingung für die Wirkfamkeit derfelben eine fcharf auslaufende Spitze ift, welche zugleich aus einem gut leitenden Metall angefertigt fein muß.

Von allen Metallen besitzt das reine Silber die größte Leitungsfähigkeit<sup>226)</sup>; aufser diefer kommen der Schmelzpunkt<sup>227)</sup> und die Sicherung gegen Oxydation<sup>228)</sup> in Betracht; von letzterer hängt die dauernde Erhaltung der Spitze und ihrer Leitungsfähigkeit ab.

Fig. 123.



$\frac{1}{2}$  w. Gr.

Dafs auch der Preis in vierter Linie eine Rolle fpielt, kommt zwar bei großen öffentlichen Gebäuden weniger in Betracht, um fo mehr aber bei kleinen Privatgebäuden, namentlich bei Bauernhäusern.

*Kuhn* in München empfiehlt in erfter Linie das Silber, wegen feines hohen Leitungsvermögens und weil fein Schmelzpunkt noch immer hoch genug ift. Derartige Spitzten (Fig. 123) follten einen Grundflächen-Durchmesser von ca. 20 mm, eine Höhe von 40 mm erhalten.

Indeffen hat das Silber zwei fehr üble Eigenfchaften: 1) wird die Leitungsfähigkeit defselben durch geringe Beimifchungen anderer Metalle

<sup>226)</sup> Diefelbe übertrifft die Leitungsfähigkeit des reinen Kupfers um das 1,36-, Goldes um das 1,81-, Eifens um das 7,7- und Platins um das 9,6-fache.\*

<sup>227)</sup> Der Schmelzpunkt für Platin ift 2600, Eifen 1600, Kupfer 1170, Gold 1100 und Silber 1000 Grad C.

<sup>228)</sup> Nach der fchwereren, bezw. leichteren Oxydirbarkeit ordnen fich die Metalle wie folgt: Gold, Platin, Silber, Kupfer, Eifen; diefe Reihenfolge ändert fich jedoch, fobald der reinen atmofphärischen Luft irgend welche fremdartige Gafe beigemifcht werden.

fehr herabgedrückt, z. B. durch Zusatz von nur 2 Procent Zinn auf  $\frac{1}{5}$ , eine Beimischung, welche sich nur unter Zuhilfenahme eines Chemikers fest stellen läßt; 2) oxydirt das Silber fehr leicht, wo der atmosphärischen Luft schwefelige Gase beigemischt sind, was aber in Städten und Fabrik-Districten meistens der Fall sein wird. Auch verhindert der hohe Preis des Silbers eine allgemeine Anwendung.

Sehr zu empfehlen ist eine Kupferspitze, welche in Feuer vergoldet ist. Hier hat man eine unredliche Beimischung billiger Metalle weniger zu fürchten; die Leitungsfähigkeit ist eine der des reinen Silbers fehr nahe kommende; die Oxydation wird durch die Vergoldung gehindert; der Preis ist ein immerhin mäfsiger.

Häufig werden auch Platinspitzen angewendet, welche allerdings eine geringe Oxydation und einen hohen Schmelzpunkt für sich haben; aber die Leitungsfähigkeit des Platins ist gering und der Preis fehr hoch.

Ist man auf Sparfamkeit angewiesen, so ist auch wohl eine eiserne Spitze ausreichend, welche gegen die Witterungseinflüsse gut verzinkt oder besser vergoldet sein muß. Theoretisch kann diese zwar nicht dasselbe leisten, wie die vorgenannten; doch spricht die Erfahrung trotz ihrer fehr verbreiteten Anwendung noch nicht gegen sie.

Eine Spitze muß abnehmbar fein, um sie nach Beschädigungen durch Blitzstrahl ersetzen zu können.

Eine kupferne Spitze (Fig. 125) würde man 13 mm dick und 200 mm lang ausführen, oben zugespitzt und auf 26 mm Länge vergoldet.

Häufig werden Auffangestangen mit 3 bis 5 in einem Bündel vereinigten Spitzen angewendet (Fig. 124). Dies ist aber kostspielig, da nur die lothrechte Spitze zur vollen Wirkung kommt. Eine in einem Scharnier bewegliche Spitze, welche in lothrechter Stellung gut functionirte, verlor ihre Wirkung, je mehr sie geneigt wurde (Versuch des Pater *Beccaria* 1753).

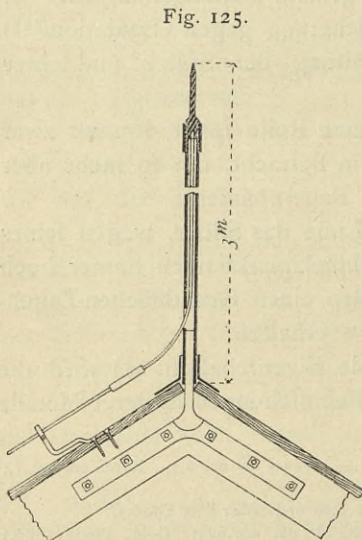


Fig. 125.

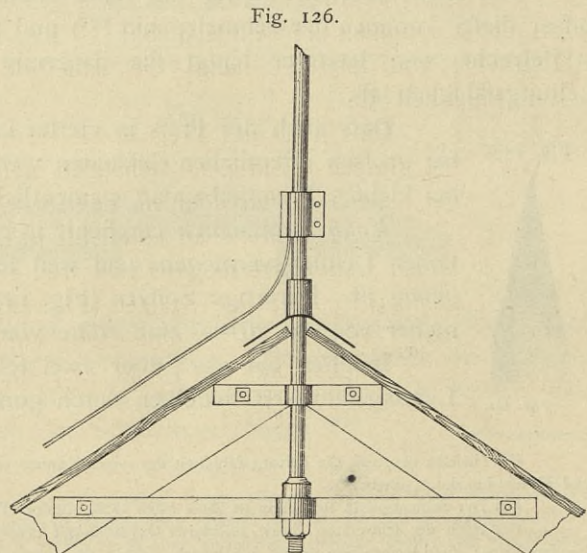
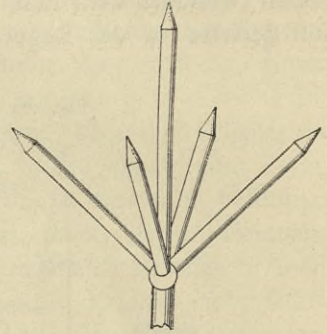
 $\frac{1}{20}$  w. Gr.

Fig. 126.

 $\frac{1}{20}$  w. Gr.

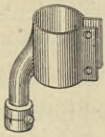
Fig. 124.



Die Auffangestange selbst wird meistens aus Eisen angefertigt. Vielfach werden dazu eiserne Gasröhren genommen (Fig. 125), innerhalb deren die kupferne Ableitung hinaufgeht, welche dann in der Kupferspitze verlöthet ist. Diese Construction hat den großen Vortheil für sich, daß Spitze und Leitung durchweg aus demselben Materiale bestehen<sup>229</sup>). Noch häufiger macht man die Auffangestangen aus Runderisen, welches bei 2 m Höhe mindestens 20 mm, bei 5 m Höhe 30 mm stark sein muß. Verzierungen, in denen sich der Wind fest setzen kann, muß man möglichst vermeiden, da sonst starke Schwankungen entstehen, welche die Dichtung des Daches erschweren.

Die Ableitung wird an der Stange mit Hilfe einer angeschraubten Hülse befestigt, in welche sie eingelöthet ist (Fig. 126). Hierbei hat man dieselbe so hoch zu setzen, daß die Ableitung eine schlanke Curve bildet.

Fig. 127.



Bei dieser Construction bildet sich leicht eine Rostschicht zwischen Stange und Ableitung, welche die Leitungsfähigkeit stört. *Zwarg* in Freiberg vermeidet dies durch die Verbindung in Fig. 127. Besser ist es, auch bei einer massiven Stange eine unmittelbare Verbindung zwischen der Kupferspitze und der kupfernen Leitung zu haben. Hierfür sind die folgenden Arten geeignet.

1) Die von der General-Inspection des Ingenieur-Corps und der Festungen zu Berlin vorgeschlagene (Fig. 128).

Die Spitze ist ganz von Kupfer und am oberen Theile stark vergoldet. In diese wird das Kupferseil eingelöthet. Mittels kupferner Klammer wird die Spitze nebst Seil an der eisernen Auffangestange befestigt<sup>229</sup>).

Fig. 128.

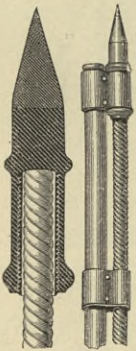
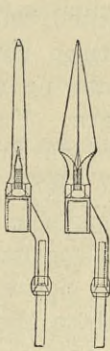
 $\frac{1}{4}$  w. Gr.

Fig. 129.

 $\frac{1}{4}$  w. Gr.

Fig. 130.



2) Construction von *Gebr. Mittelstrass* in Magdeburg (Fig. 129).

Zwischen Kupferspitze und Auffangestange ist ein kupferner Winkel fest eingeschraubt, an welchen wiederum das in eine röhrenartige Hülse eingelöthete Kupferseil befestigt ist. So wird eine ununterbrochene Kupferleitung hergestellt, welche leicht nachgesehen werden kann<sup>230</sup>).

3) Construction von *Zwarg* in Freiberg (Fig. 130).

Die oben gebogene eiserne Stange trägt eine Hülse, welche in eine mit Spitze versehene Schraube endigt. In die Hülse wird der Draht eingelöthet und geht ohne Curve glatt herunter, während auf die Schraube eine kupferne Spitze mit Platin-Endigung gesteckt wird. Muß die Spitze zur Neuvergoldung oder Reparatur abgenommen werden, so bildet

die Schraube so lange eine Reserve-Spitze.

Eine gut verlöthete Zinkkapfel schützt den Durchgang durch das Dach gegen das Hineinfickern des Meteorwassers (Fig. 126).

Am Dachgespärre ist die Stange durch ein Quereisen befestigt, welches in der Mitte einen Hals hat, auf dem der Rand derselben aufruhet und durch welchen die schraubenförmige schwächere Endigung gesteckt und mit einer Mutter fest gehalten wird. Am Firsst befindet sich ein Halseisen.

<sup>229</sup>) Durch den für die Einführung der Leitung erforderlichen seitlichen Schlitz wird die Stange geschwächt und bricht an dieser Stelle leicht ab. Hiernach ist die Wandstärke der ganzen Röhre zu bemessen oder die geschwächte Stelle durch eine übergeschobene Muffe mit seitlichem Loch zu verstärken.

<sup>230</sup>) Siehe: *GEBR. MITTELSTRASS*. Der Blitzableiter nach den neuesten Erfahrungen und zweckmäßigsten Constructionen. Magdeburg 1889.

Die Stange in zwei Schenkel auslaufen zu lassen, welche oben auf die Sparren geschraubt sind, empfiehlt sich nicht, da diese Schenkel mit ihren vortretenden Schraubenmutter die am Firft meist nothwendige Dachschalung hindern. Derartige Schenkel dürfen nur seitlich an den Sparren angebracht werden (Fig. 125).

Andere Befestigungsarten werden sich je nach der Dach-Construction leicht erfinden lassen.

Es fragt sich nun, wie weit man wohl die Auffangestangen in das Dach hinein reichen lassen dürfe? Stangen von 5<sup>m</sup> Länge und mehr, wie sie gleichzeitig als Flaggenstangen benutzt werden, können auf die eben beschriebene Art nicht befestigt werden.

Bei Gebäuden, welche weder große Metallmassen, noch Gas- und Wasserleitung haben, ist es ganz unbedenklich, die eiserne Auffangestange so tief hinabreichen zu lassen, als es gut scheint. Befinden sich aber z. B. unter der Dachbalkenlage eiserne I-Träger, oder ist ein eiserner Wasserbehälter im Dachraume in nicht großer Entfernung unterhalb des Blitzableiters aufgestellt, oder geht eine Gasleitung unter demselben fort, dann ist äußerste Vorsicht geboten; denn leicht würde der Blitz auf derartige Metallmassen überspringen und etwa dazwischen liegende Dachhölzer, Fußböden etc. entzünden. In solchem Falle würde man lieber hölzerne Stangen wählen, was sich überhaupt für Flaggenstangen mehr empfiehlt, da eiserne schwer und theuer werden, und die Ableitungen an diesen herunterführen.

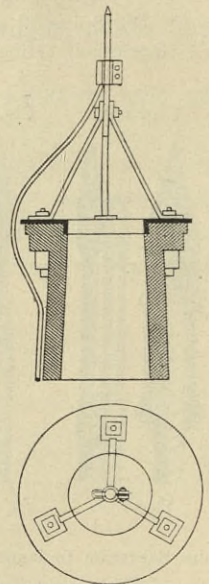
Die Flaggenstange endigt in eine eiserne oder kupferne Auffangestange, an welcher die Ableitung mittels Klemmplatte befestigt ist.

Ueber Schornsteinen wird ein dreibeiniges Gestell befestigt (Fig. 131), welches mit einer Hülse die Auffangestange umfaßt. Will man letztere seitlich anbringen, so muß man sie unten umgebogen einmauern und mit Halseisen befestigen. Da die Rauchgase das Eisen bald angreifen, so setzt man die Stange wegen des herrschenden Windes auf die Südwestseite; *Wiesenthal* in Aachen umgibt sie außerdem noch mit einer Zinkhülse. Für die *Krupp'schen* Werke in Essen werden die Auffangestangen massiv aus Kupfer angefertigt, ohne Vergoldung der Spitzen.

Nachdem man von den eine Zeit lang beliebten Messingleitungen gänzlich zurückgekommen ist, weil diese bald brüchig wurden, wählt man jetzt entweder Eisen oder Kupfer. Allgemein läßt sich die Frage, welches der beiden Materialien sich besser eignet, keineswegs beantworten. Es ist dies eine örtliche Frage, bei welcher die Bestandtheile der umgebenden Luft maßgebend sind. In reiner Land- und Gebirgsluft ist Eisen sehr wohl ohne Schutz anzuwenden; in Städten, namentlich in der Nähe von Schornsteinen und Lüftungsschloten von Abortgruben, Aborten etc., wird man das Eisen verzinkt verwenden müssen; in der Umgebung von Fabrik-schornsteinen aber, besonders dann, wenn die Rauchgase schwefelhaltig sind, bleibt nur die Anwendung von Kupfer übrig.

Auf den ausgedehnten *Krupp'schen* Werken in Essen, deren zahlreiche Blitzableiter von einem eigenen Elektrotechniker genau beobachtet werden, haben sich eiserne Fangstangen und Leitungen, auch wenn dieselben verzinkt waren, nicht bewährt, so daß nur noch Kupfer verwendet wird, und zwar als massiver Draht.

Fig. 131.



Kupfer und Eisen werden theils in Form von geflochtenen Seilen, theils als massive Drähte, bezw. Stangen zu Ableitungen gewählt.

Sehr verbreitet ist die Anwendung von 12-fach geflochtenen Kupferdrahtfeilen, welche meistens aus einzelnen Drähten von 2,0 bis 2,5 mm Stärke zusammengefetzt sind.

Ein solches Seil hat folgende Vorzüge:

1) Bei den Drähten kommen häufig brüchige Stellen vor, welche schwer zu entdecken sind; bricht ein Draht im Kabel, so verursacht dies keinen Schaden, während ein Bruch der massiven Ableitung die Continuität aufhebt<sup>231)</sup>.

2) Ein Kabel ist sehr biegsam, läßt sich für den Transport bequem zusammenrollen und leicht beim Anbringen wieder straff ziehen, was bei einem 7 mm starken Draht schon recht erhebliche Schwierigkeiten macht.

Ein Nachtheil dagegen ist der, daß ein Seil von der Witterung und den Rauchgasen mehr angegriffen wird, als ein Draht.

Kupferne Drähte von 4,5 mm sind durch Blitze geschmolzen worden; um sicher zu gehen, wird man sie 8 mm stark machen, ihnen also 50 qmm Querschnitt geben müssen. Ein solcher Draht läßt sich noch biegen und hat erfahrungsgemäß bisher völlig ausgereicht.

Ein 12-faches Seil von 2 mm starken Drähten entspricht einem massiven Kupferdraht von 6,5 mm, ein solches von 2,5 mm Drähten einem Drahte von 8,5 mm Durchmesser.

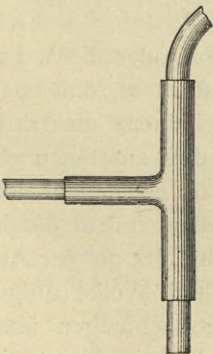
Dem eisernen Blitzableiter wird man den 6-fachen Querschnitt oder ca. 300 qmm geben müssen, da die Leitungsfähigkeit des Eisens nur  $\frac{1}{6}$  von der des Kupfers beträgt. Am meisten wird sich hierzu verzinktes Rundeisen empfehlen, das den Witterungseinflüssen die geringste Oberfläche bietet und das Abspringen des Funkens weniger ermöglicht, als Quadrat- oder Bandeisen. Der Durchmesser desselben wird also 18 bis 20 mm betragen.

Ein eisernes Drahtseil muß einen etwas größeren Durchmesser haben, etwa 25 mm.

Die mehrfach (z. B. von *Nippold*) vertretene Ansicht, daß die Schmelzbarkeit, nicht die Leitungsfähigkeit bei Bestimmung des Querschnittes zu Grunde zu legen sei, mithin eiserne Leitungen denselben Querschnitt erhalten dürften, wie kupferne, vermögen wir nicht zu theilen<sup>232)</sup>.

Die Vortheile einer Kupferleitung vor einer eisernen bestehen darin, daß in Folge der Biegsamkeit der ersteren das Anbringen leichter ist und, da Kupferdraht in großen Längen zu haben ist, weniger Stofsverbindungen vorkommen.

Fig. 132.



Ein Haupterforderniß für jede Leitung ist, daß sie möglichst aus einem Stück bestehe, weil jede Stelle, an welcher der Funke sichtbar wird, das Material angreift.

Für Kupferdraht und -Seile empfiehlt sich am meisten, an der Stelle des Stosses beide Enden ganz glatt zu feilen und eine kurze eiserne Röhre überzuschieben, in welche beide Enden so verlöthet werden, daß weder Regen noch Luft eindringen kann.

Da wo eine Zweigleitung im rechten Winkel abgeht, sind T-Stücke (Fig. 132) anzuwenden.

<sup>231)</sup> Aus demselben Grunde verwendet die Deutsche Reichs-Telegraphen-Verwaltung bei ihren unterirdischen Telegraphen-Leitungen innerhalb der Kabel nicht einzelne starke Drähte, sondern sieben Stück siebendrähtige Kupferseile.

<sup>232)</sup> Vergl.: POGGENDORF'S Annalen, Bd. 154 (1875), S. 299.

Eiserne Leitungen verschraubt man an den Stößen mit den bei Gasleitungen gebräuchlichen Muffen, welche innen mit dem fog. Gasgewinde versehen sind. Für kupferne Leitungen empfiehlt sich die Verschraubung weniger, da durch das Einschneiden des Gewindes der Querschnitt zu sehr geschwächt wird.

Biegungen im rechten Winkel oder gar in einem spitzen sind durchaus zu vermeiden, da an jeder in der Leitung entstehenden Spitze der Funke leicht abspringen wird. Am besten gestaltet man sie kreisbogenförmig mit einem Durchmesser von wenigstens 40 cm.

Auf dem Dache bringt man die Leitung dicht neben dem Dachfirst an. Auf dem First geht es bei den meisten Deckungsarten nicht ohne Nachteile für das Dichthalten. Die Befestigung auf dem Dache geschieht durch eiserne Stützen in ca. 2 m Entfernung, wobei man zu beachten hat, daß ein Stoß nicht auf oder in die Nähe einer Stütze treffen darf. Dieselben werden entweder eingeschlagen oder besser angeschraubt.

Bei der Form derselben hat man die Art der Dachdeckung genau zu berücksichtigen, um Undichtigkeiten möglichst zu vermeiden (Fig. 133 u. 134). Die Leitung liegt in einem Schlitz, dessen Backen man entweder oben zusammenschlägt oder durch einen eingesteckten Splint verbindet (Fig. 135). Das gabelförmige Stück muß quer zur Leitung gerichtet sein; mithin sind die Stützen für die wagrechten und die abwärts führenden Leitungen verschieden, was bei der Bestellung zu beachten ist. Bei Schieferdeckung ist der Stütze eine Platte von Rollenblei unterzulegen, was sich auch für Ziegeldächer empfiehlt; überhaupt ist der Dichtung gegen das Einregnen große Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die lothrechte Leitung wird in der Steinmauer durch Bank-eisen befestigt, deren schrauben- oder schwalbenschwanzförmiges Ende mit Cement eingesetzt wird. Um muthwilligen Beschädigungen kupferner Leitungen vorzubeugen, wird der über dem Erdboden befindliche Theil mit einer eisernen, 2,5 bis 3,0 m langen Röhre umhüllt, die oben gegen das Einregnen mit Bleikapfel geschlossen wird und mindestens so tief hinabreicht, daß Aufgraben beim Pflastern nicht Gefahr bringt.

Fig. 133.

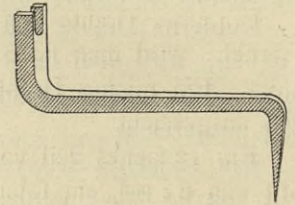


Fig. 134.

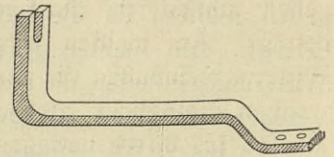
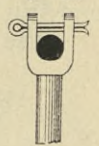


Fig. 135.



Die äußerst wichtige Frage, ob man eine Leitung isoliren soll oder nicht, hat eine genügende Beantwortung noch nicht gefunden. Unzweifelhaft ist es, daß eben so, wie die Erde auch alle Metallmassen eines Gebäudes durch Influenz elektrisch werden. Ob aber die Wirkung derselben so stark werden kann, daß aus ihnen ein zündender Funke zur Erde oder zur Wolke überspringen kann, ist noch nicht fest gestellt. Es könnte dies nur in Folge eines Rückschlages geschehen, indem die in einer Metallmasse angehäuften Elektrizität unmittelbar, nachdem ein Blitz an der Ableitung heruntergefahren ist und die Spannung zwischen Erde und Wolke aufgehoben hat, nun ebenfalls sich zu entladen strebt. Genaue Beobachtungen über einen solchen Rückschlag liegen noch nicht vor; hingegen sind Fälle bekannt, in denen der Blitz ganz oder theilweise die Ableitung verlassen und sich einen kürzeren Leiter oder einen solchen von größerem Querschnitt gesucht hat. Daß die letztere Gefahr durch eine Verbindung der Ableitung mit den Metallmassen vergrößert wird,

liegt auf der Hand. Will man sie gegen den Rückschlag schützen, dann muß man sie auch vor dem Blitze selbst bewahren und ihnen eine vollständige Ableitung in die Erde geben, wo dann selbstverständlich eine Erdplatte nothwendig wird.

In manchen Schriften wird empfohlen, alle Metallmassen eines Hauses mit der Blitzableitung zu verbinden. Dies ist leichter gesagt, als gethan; denn bei den zahlreichen I-Trägern, eisernen Säulen, Verankerungen, Gas- und Wasserleitungen, wie sie die modernen größeren Gebäude zeigen, würde daraus ein ganzes Netz entstehen, in welches das Haus gleichsam eingesponnen würde. Ein Metalldach wird mit der Leitung durch die eisernen Leitungsfützen genügend verbunden sein; geht dieselbe in der Nähe eines Fallrohres herunter, so wird man auch dieses durch gut angelöthete, 4 bis 5 mm starke Kupferdrähte oben und in der Höhe von 3 m über dem Erdboden an die Leitung anschließen. Liegt ein eiserner Träger, der auf gleichen Säulen ruht, in seiner Nähe, dann wird man diesen durch eine Zweigleitung mit der Hauptleitung verbinden, muß dann aber vom Säulenfusse aus eine Erdleitung führen. Auch eine nahe herantretende Haus-Wasserleitung, wenn sie von Eisen und nicht von Blei ist, würde anzuschließen sein, falls es durchaus nicht zulässig ist, die Blitzableitung in größerer Entfernung von derselben anzulegen. Jede weitere Verbindung aber wäre unnütz oder schädlich, da sie leicht einen einschlagenden Blitz in ganz unerwünschte Bahnen führen könnte. *Holtz* in Greifswald geht in dieser Besorgniß sogar so weit, anstatt der eisernen Stützen hölzerne vorzuschlagen, was sich allerdings bei Stroh- und Rohrdächern (der sog. »weichen Bedachung«) empfehlen wird, welche nach statistischem Ausweise weit häufiger vom Blitze heimgesucht werden, als andere <sup>233</sup>).

Um dem einschlagenden Blitze einen möglichst kurzen Weg zu geben, würde es am besten sein, jede Auffangestange auch mit einer Ableitung zu verbinden. Indessen spricht bis jetzt die Erfahrung nicht dagegen, daß man eine Ableitung auf je zwei Auffangestangen rechnet, so daß also ein Haus mit vier Auffangestangen, die unter einander durch eine Firtzleitung zu verbinden sind, zwei Ableitungen haben müßte <sup>234</sup>).

Wir kommen nun zum schwierigsten Theile: zur Erdleitung. Diese braucht nicht tiefer gelegt zu werden, als daß sie bei etwa eintretenden Neupflasterungen nicht beschädigt wird.

In der Regel sind die Gewitter mit Regengüssen verbunden, wobei sich schnell an der Erdoberfläche eine feuchte gut leitende Erdschicht bildet, mit welcher man die Erdleitung durch eine oder mehrere Abzweigungen in Verbindung setzen muß; diese läßt man in eine Platte oder in einen 3- bis 4-fachen Drahttring endigen, von welchem eine Anzahl kurzer Drahtenden ausgehen. Die Hauptleitung endigt in eine Platte von gleichem Materiale. Die Dicke derselben spielt für die elektrische Wirkung keine Rolle; doch ist für Kupferplatten eine Stärke von 2 mm, für eiserne, wozu man Gusseisen wählen wird, eine 5 mm starke zu empfehlen.

Die Reichs-Telegraphie wendet für ihre telegraphischen Blitzableiter Zinkplatten von 0,75 bis 1,00 qm Fläche und 2 mm Stärke an.

Ueber die Größe der Platten gehen die Ansichten weit aus einander.

<sup>233</sup>) »... der Anschluß von inneren Metallgegenständen wird jedoch von den Meisten für überflüssig gehalten, sobald dieselben mit der Erde nicht eine besonders gut leitende Verbindung haben.« (Aus: MEINDNER, H. Geschichte des Blitzableiters. Karlsruhe 1888. S. 198.)

<sup>234</sup>) Die K. S. Brandversicherung verlangt für Gebäude, welche nicht völlig im einfachen Schutzkegel ( $\alpha = 45$  Grad) Platz finden, mindestens 2 Erdleitungen in mindestens 25 m Abstand.

Reines Wasser setzt der elektrischen Leitung einen 4000000-mal größeren Widerstand entgegen, als Kupfer (nach *E. Weber* sogar 1000-Millionen-mal); also müßte man streng genommen die Platte, bei der ja beide Seiten mit dem Wasser in Verbindung stehen, 2000000-mal so groß, als den Querschnitt der kupfernen Leitung machen, was zu einer Platte von 100 qm führen würde. Indessen sind diese Zahlen durch Versuche mit dem galvanischen Strome gefunden und lassen sich nicht ohne Weiteres auf Gewitter-Elektricität anwenden. Die Erfahrung hat vielmehr bewiesen, daß Platten von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  qm ausreichend gewesen sind. Da trockener Boden so gut wie gar nicht leitet, ist danach zu trachten, daß man die Platte in Brunnen, in das Grundwasser oder wenigstens in feuchtes Erdreich verfenken kann <sup>235</sup>).

Ganz verkehrt ist es, dieselbe in gemauerte Behälter oder gar in Abortgruben zu legen, welche keine leitende Verbindung mit dem Erdboden haben.

Liegt der Grundwasserspiegel in sehr bedeutender Tiefe, so empfiehlt die »Commission zur Prüfung der Blitzableiter an den Municipalgebäuden in Paris« die Verbindung der Erdleitung mit Gas- und Wasserröhren, von deren Oberfläche aus sich die Elektricität genügend vertheilen kann. Theoretisch steht dem nichts entgegen, da Gas nur unter Zutritt der atmosphärischen Luft explodirt und bei eisernen Wasserleitungen die Bleidichtung keinen allzu großen Widerstand entgegen setzt.

Wenn bisher die Erlaubniß zu solchem Anschlusse häufig verweigert wurde, so wird dies, nachdem sich die Versammlung der Gas- und Wasserfachmänner in Heidelberg am 11. Juni 1880 dahin ausgesprochen hat, »daß keine Bedenken gegen die Verbindung des Blitzableiters mit den Wasser- oder Gasröhren vorliegen,« wohl nicht mehr vorkommen; indess sind Verhandlungen vor der Ausführung anzurathen.

Ueber diese Frage hat die Kgl. sächsische technische Deputation am 5. Januar 1882 ein sehr umfangreiches Gutachten erstattet, welchem wir folgende praktische Regeln entnehmen: 1) Die Verbindung eines Blitzableiters mit dem Straßens-Rohrnetz einer städtischen Gas- oder Wasserleitung von passender Beschaffenheit macht die Anlage einer Erdplatte überflüssig. — 2) Diese Verbindung ist nicht nur als zulässig, sondern als empfehlenswerth zu bezeichnen. — 3) Als Rohrleitungen von passender Beschaffenheit sind diejenigen zu erachten, welche aus eisernen Röhren mit Muffenverbindung und Bleidichtung bestehen. Flanschenverbindungen sind nur dann als genügend anzusehen, wenn sie starke Schraubenbolzen besitzen. — 4) Wenn Wasser- und Gasleitung zugleich in der Nähe des Blitzableiters sind, empfiehlt es sich, diesen mit beiden Rohrleitungen zu verbinden. — 5) Falls der Blitzableiter in der Nähe einer Flanschenverbindung oder eines mittels zweier Flanschenverbindungen in der Rohrleitung eingefügten Stückes liegt, ist er mit den beiden zu beiden Seiten der Flanschenverbindung oder des eingefügten Stückes liegenden Theilen des Rohrnetzes zu verbinden <sup>236</sup>). — 6) Die Verbindung des Blitzableiters ist wo möglich durch Verlöthung mit Weichloth auf möglichst großer Fläche vorzunehmen. Bei kupfernen Leitungen kann der Draht oder das Drahtseil für diesen Zweck einige Male um das metallisch blank gemachte und verzinnete Rohr herumgewickelt werden; bei eisernen Leitungen kann der Eisenstab an eine Rohrschelle angeschweißt oder an dieselbe angeschraubt und verlöthet werden; die um das Rohr gewundene Leitung oder die um dasselbe gelegte Schelle sind schließlich vollkommen mit dem Rohre zu verlöthen. — 7) Ist eine gründliche Verlöthung nicht ausführbar, so kann die Verbindung folgendermaßen ausgeführt werden: das Blitzableiterende wird in einen durchbohrten Ansatz an einem Theile einer verzinnten oder verzinkten, zwei- oder mehrtheiligen Rohrschelle von Schmiedeeisen, Bronze oder Kupfer eingeschoben oder eingeschraubt und mit Zinn verlöthet. Das Rohr wird an der Ansatzstelle in der Breite der Rohrschelle durch Befäulen, Abschmiegeln oder Abbeizen möglichst vollkommen metallisch blank gemacht; dann wird ein beiderseits blank geschabtes Bleiblech von gleicher Breite mit der Schelle um die blanke Rohrstelle gelegt, die Schelle auf das mit dem Bleiblech umwickelte Rohr aufgesetzt und mittels ihrer Bolzenschrauben so fest angezogen, daß das Bleiblech sich sowohl an das Rohr, als an die Schelle dicht anlegt. Hierauf werden die schon

<sup>235</sup>) »Nach einem sachverständigen Gutachten ist uns an maßgebender Stelle die Versicherung geworden, daß die in »einen Brunnen gefenkte Kupferplatte das Trinkwasser durchaus nicht gesundheitschädlich beeinflusse.« (Aus: *GEBR. MITTELSTRASS. Der Blitzableiter etc. Magdeburg 1889.*)

<sup>236</sup>) Dies betrifft namentlich Wasser- und Gasröhren. Diese sind durch ein metallisches Stück dauernd zu überbrücken.



vorher verzinnten Köpfe und Muttern der Schrauben mit den Lappen der Schelle, an welchen sie anliegen, die Muttern auch mit den Schraubenspindeln mit Zinn verlöthet. Endlich wird der Blitzableiter von seiner Eintrittsstelle in die Erde an bis zur Verbindung mit dem Rohre und insbesondere die Verbindung selbst, also die Schelle sammt Schrauben, mit einer Isolirfchicht zum Schutze gegen Oxydation umgeben; diese Isolirfchicht kann durch dichtes Umwinden der zu schützenden Theile mit getheertem Hanf oder durch Umgießen mit Asphalt hergestellt werden. — 8) Um den in der Erde liegenden Theil des Blitzableiters und die Verbindungsstelle möglichst vor Verletzungen zu schützen und eine etwaige Revision zu erleichtern, empfiehlt sich die Umhüllung der fraglichen Theile mit einer leichten Ziegelmauerung. — 9) Unterbrechungen des Zusammenhanges der Leitung bei Arbeiten an Wasser- oder Gasleitungen sollen während eines Gewitters nicht vorgenommen werden. Sind solche aus Anlaß dringender Reparaturen unvermeidlich, so empfiehlt sich eine Verbindung der getrennten Theile durch einen gut leitenden Körper, etwa durch ein Drahtseil.

Der »Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine« hat sich in seinem Beschlusse vom 7. September 1889 ebenfalls für die Benutzung von Gas- und Wasserröhren als Erdleitung ausgesprochen, doch mit dem ausdrücklichen Satze: »Aufser dem Anschlusse des Blitzableiters an das oder die Röhrensysteme ist es aus praktischen Gründen zweckmäfsig, dem Blitzableiter eine Erdplatte zu geben«<sup>237)</sup>.

Ueber die passendste Stelle des Anschlusses der Blitzableitung sagt *Meidinger*<sup>238)</sup>: »Was die Stelle des Anschlusses anlangt, so kann dieselbe nur aufserhalb der Gebäude im Boden sich befinden; eben so wenig, wie man den Blitzableiter an sich in das Innere des Hauses führen wird, wird man ihn auch in der Form der Rohre durch das Haus gehen lassen . . .«

Die von den Gegnern des Anschlusses an Gas- und Wasserröhren aufgestellte Behauptung, die Verbindung durch Theerstricke, verstemte Bleiringe, Mennige etc. bilde kein metallisches Ganze, ist bereits durch *Kohlrausch* widerlegt. Dieser hat durch Widerstandsmessungen gefunden, dafs sowohl mit Mennigekitt, als mit Theerstricken und Blei gedichtete Gufsrohre einen guten metallischen Schlufs herstellen<sup>239)</sup>.

In Hannover waren 1888 bereits 54 Blitzableiter-Erddrahtseile der Fernsprech-Anlage und 7 Erdleitungen der Feuermeldestellen an die städtische Wasserleitung angeschlossen, eben so eine grofse Zahl Blitzableiter auf Privathäusern.

Der »Elektrotechnische Verein« sagt fogar: »Die Complication der in einem Gebäude vorhandenen Wasser- und Gasröhren mit einem mit letzteren nicht metallisch verbundenen Blitzableiter erscheint mithin allgemein als eine künstlich geschaffene Blitzgefährdung desjenigen Gebäudetheiles, welcher zwischen Blitzableiter und Röhren liegt, so wie auch der Röhren selbst.«

*Pinckenburg* giebt eine Zusammenstellung, wonach 10 Fälle bekannt sind, in welchen der Blitz von der Ableitung auf die Gasleitung übersprungen ist, 4 Fälle, in denen Wasserleitung, 1 Fall, bei welchem gleichzeitig Gas- und Wasserleitung getroffen und beschädigt wurden<sup>240)</sup>.

Aus verschiedenen Gründen sprechen wir uns für den Anschluß der Blitzableitung an Gas- und Wasserröhren-Netze aus, obwohl der über diese Frage lebhaft entbrannte Streit noch keineswegs entschieden ist<sup>241)</sup>. Immerhin wird es sich aber empfehlen, wenn der Grundwasserspiegel in erreichbarer Tiefe liegt, eine zweite Erdleitung bis zu demselben zu führen und sie in einer Platte endigen zu lassen. Dafs die letztere Leitung die günstigere ist, wird dann der Fall sein, wenn der Grundwasserstand hoch ist, das Röhrennetz aber in trockenem Boden liegt. Der Uebelstand bei Benutzung städtischer Röhrenleitungen, dafs diese so häufig auf-

<sup>237)</sup> Siehe: Deutsche Bauz. 1889, S. 405.

<sup>238)</sup> A. a. O., S. 199.

<sup>239)</sup> Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 325.

<sup>240)</sup> Siehe ebendaf.

<sup>241)</sup> Siehe über diesen Gegenstand noch: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 161, 325.

gegraben werden, wobei es unausbleiblich ist, dafs mit den privaten Blitzableiter-Anschlüssen leichtsinnig verfahren wird, kann dann nicht mehr verhängnisvoll werden.

Nach einem Beschlusse des »Deutschen Vereins von Gas- und Wasserrachmännern«, welcher sich nach längerem Sträuben ebenfalls für den Anschluß an Gas- und Wasserröhren ausgesprochen hat, sollen »an Bleiröhren mit den in der Praxis vorkommenden Durchmessern keine Blitzableiter-Anschlüsse gemacht werden. Vor Herstellung des Anschlusses ist die Einholung der Erlaubnis von dem betreffenden Gas- und Wasserrachwerk erforderlich. Was die praktische Ausführung der Verbindung mit den Röhren betrifft, so kann diese bei schmiedeeisernen Röhren entweder durch Umlegung einer mit der Röhre verlötheten Schelle geschehen, an welche die Verbindungsleitung vom Ableiter ebenfalls verlöthet ist, oder durch Einfügung eines passenden, mit der Blitzableitung verlötheten Zwischenstückes oder eines T-Stückes, in dessen seitlichem Stutzen ein mit der Leitung vom Blitzableiter verlötheter Stöpsel eingeschraubt ist. Für die Verbindung mit gußeisernen Röhren wird eine umschliessende Schelle mit einer zwischen beiden liegenden, mindestens 100 qcm großen Bleiplatte zweckmäfsig sein. Die Herstellung der metallischen Fläche soll durch Abschaben, Abfchmirmgeln, durch schwaches Abfeilen, keineswegs aber durch Abmeifeln geschehen. Bei gußeisernen Röhren von gröfserem Durchmesser wird sich auch das Einschrauben eines aus Bronze oder Messing bestehenden Gewindestückes, mit dem die Blitzableitung zu verlöthen ist, gestatten lassen«<sup>242)</sup>.

Eine praktische Ausführungsweise des Anschlusses ist der Firma *O. L. Kummer & Co.* in Dresden patentirt worden (Fig. 136<sup>243)</sup>).

Um die blank gefeilte Gufsröhre wird der verzinnte Kupferdraht des Blitzableiters gelegt und das überstehende Ende verwunden. Um diese Stelle der Röhre legt man eine zweitheilige Gufsform und giefst den Hohlraum zwischen Röhre und Gufsform mit einer Metalllegirung aus, die mit der Verzinnung des Kupferdrahtes eine Verbindung eingeht. Es wird hierdurch ein die Gas- oder Wasserröhre wulstartig umgebender, den Blitzableiter fest in sich schließender Ringkörper erhalten, welcher sich beim Erkalten zusammenzieht und vor Oxydation vollkommen schützt.

Zwei Verbindungen der Blitzableitung mit der Erdplatte geben Fig. 137 u. 138.

Erftere, von *Gebr. Mittelstrafs* geführt, zeigt auf der kupfernen Erdplatte eine aus gleichem Metalle bestehende Verbindung, die auf einer um 2 mm verstärkten Stelle der Platte mit Kupferschrauben befestigt wird. Die andere, von *Zwarg*, besteht aus einem massiven, oben hohlen Körper, in welchen einerseits die Ableitung eingelöthet, andererseits die Platte verschraubt wird.

Die Erdplatten sollen nach einem Gutachten der Akademie der Wissenschaften zu Berlin mit Coke umhüllt werden, weil diese wesentlich besser leitet, als feuchter Erdboden oder Wasser. Holzkohlen, welche schnell vergänglich sind, empfehlen sich hierfür nicht; auch wird der Nutzen der Coke-Umhüllung neuerdings stark bezweifelt.

Liegt das Grundwasser sehr tief und ist weder ein Brunnen, noch eine Röhrenleitung in der Nähe, dann mufs man in Bohrlöcher, welche bis auf das Grundwasser reichen, lange eiserne gut verzinkte Stangen versenken, wobei der übrige Raum wieder mit Coke ausgefüllt wird. Ist auch dies nicht möglich, dann thut man besser, gar keine Blitzableitung anzulegen, oder man mufs sich, falls die Blitzgefahr eine sehr grofse ist, wie bei Kirchen, Gasthöfen auf hohen Felsen etc., darauf beschränken, die Erdleitung nur in die feuchte Mutterbodenschicht endigen zu lassen. So lange dieselbe trocken ist, kann überhaupt von einer Blitzgefahr keine Rede sein. Dieselbe

Fig. 136.

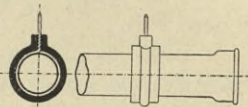


Fig. 137.

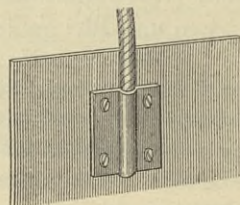


Fig. 138.



<sup>242)</sup> Siehe: Deutsche Bauz. 1889, S. 404.

<sup>243)</sup> Nach ebendaf., S. 505.

tritt erst dann ein, wenn in Folge des Regens die Erdoberfläche für die Influenz befähigt wird.

Häuser, welche den Brunnen unter dem Keller haben, schweben dann, wenn von diesem aus etwa Wasserleitungsröhren hoch in das Gebäude bis zu einem Behälter hinaufgehen, in Blitzgefahr. Dieselbe läßt sich nur durch einen vorzüglich angelegten Blitzableiter mildern, dessen Ableitung sich möglichst entfernt von den lothrechten Wasser-Steigröhren befinden muß und dessen Erdplatte möglichst tief und in größerer Entfernung vom Hause in das Grundwasser zu versenken ist. Läßt sich das letztere nicht erreichen, dann thut man besser, sich den größten Theil der Ableitung zu ersparen, indem man dieselbe an den Behälter anschließt, wobei man den Durchgang durch das Dach mit Blei isoliren muß.

Eine Blitzableitung muß jedesmal, wenn in der Nähe derselben Blitzeinschläge stattgefunden haben, sonst aber mindestens in Zeiträumen von zwei Jahren untersucht werden. Hierbei sind hauptsächlich die Spitzen zu besichtigen und nachzusehen, ob die nach Metallmassen hingehenden schwächeren Drähte noch in Ordnung sind. Ferner ist die Continuität der Hauptleitung zu untersuchen, was durch die galvanische Prüfung geschieht. Zu diesem Zwecke ist jede Spitze mit der Erdplatte durch einen schwachen Kupferdraht zu verbinden und ein Galvanometer nebst Element einzuschalten<sup>244</sup>). Zeigt sich an letzterem kein Ausschlag, so ist die schadhafte Stelle des Blitzableiters aufzufuchen, indem man das oberirdische Ende des Kupferdrahtes zunächst dicht über dem Erdboden an eine blank gemachte Stelle der Ableitung anlegt und so bis zu den Spitzen fortfährt.

Das Befestigen des Drahtes an der Spitze ist bei hohen Stangen schwierig. Man bedient sich deshalb hierzu eines Prüfungshutes mit Drahtanschlufs, wie er nach

Fig. 139 von *Zwarg* geliefert wird, der zur weiteren Erleichterung auch an diesen Hut anzuschraubende 2,5 m lange Prüfungsstangen führt.



Wegen des kostspieligen Auffuchens und Aufgrabens der Erdplatte wird die Prüfung der Erdleitung oft ganz vernachlässigt, was durchaus zu tadeln ist, da gerade dieser Theil der Zerstörung am ehesten anheimfällt. Ist ein Brunnen in der Nähe, so kann man das Aufgraben sparen und braucht nur den eisernen Pumpenschwengel oder das Gestänge durch einen Draht mit der Auffangspitze zu verbinden; die Erde übernimmt dann die weitere Verbindung des Grundwassers im Brunnen mit der Erdplatte.

Eine selbstthätige Blitzableiter-Controle-Vorrichtung haben *Hoyer & Glahn* in Schönebeck erfunden. Dieselbe zeigt an, ob ein elektrischer Strom oder Blitz die Leitung durchlaufen hat. In letzterem Falle rückt ein Zeiger von 0 auf 50 und bleibt dort stehen. Befestigt wird die Vorrichtung  $\frac{1}{2}$  m über dem Schutzrohre.

Für Windmühlen, die wegen ihrer freien Lage dem Blitze besonders ausgesetzt sind, ist eine Leitung erforderlich, welche im Stande ist, der Drehung des Windmühlenshutes zu folgen.

*Pagenstecher* in Lechtigen bei Osnabrück hat hierfür ein Kabel aus einer größeren Anzahl Kupferdrähte mit loser Spannung angefertigt, welches sich um einen die Königspindel umgebenden Seilkorb auf- und abwickeln kann. Um Letzteres zu ermöglichen, ist ein überschüssiges Seilstück eingeschaltet, welches, so lange es nicht zur Aufwicklung kommt, durch eine lose Rolle mit angehängtem Gewichte straff erhalten wird. — Der *Wachmann'sche* Contact-Blitzableiter verfolgt denselben Zweck, stellt sich aber theurer.

115.  
Revision  
der  
Ableitung.

244) Solche Galvanometer führt jede größere Blitzableiter-Fabrik, meistens in eigener Zusammenstellung.

## Literatur

über »Blitzableiter«.

- REIMARIUS, J. A. H. Vorschriften zur Blitzableitung. Hamburg 1794.  
Blitzableiter. Kurze Anweisung, wie folche an den Gebäuden anzubringen find. Berlin 1798.
- GÜTLE, J. C. Neue Erfahrungen über die beste Art, wohlfeile und dauerhafte Blitzableiter anzulegen. Nürnberg 1812.
- IMHOF, v. Theoretisch-praktische Anweisung zur Anlegung und Erhaltung zweckmäßiger Blitzableiter. München 1816.
- BÖCKMANN, J. L. Ueber die Blitzableiter. Neue Aufl. von G. F. WUCHERER. Carlsruhe 1830.
- BIGOT, P. Anweisung zur Anlegung, Construction und Veranschlagung der Blitzableiter. Glogau 1834.  
*Instruction sur la construction des paratonnerres. Revue gén. de l'arch.* 1855, S. 33, 66.
- Anlegung der Blitzableiter. Nach dem Engl. von SCHMIDT. Weimar 1856.
- Der Blitzableiter der St. Petrikirche zu Berlin. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1859, S. 301.
- Anweisung zur Construction und Anlegung von Blitzableitern. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1860, S. 74.
- Ueber die Construction der Blitzableiter. Allg. Bauz. 1863, S. 231.
- De la construction des paratonnerres. Gaz. des arch. et du bât.* 1864, S. 211, 222, 233.
- Gutachten der Akademie der Wissenschaften in Berlin über Anwendung von Blitzableitern. Zeitschr. f. Bauw. 1865, S. 297.
- VIOLLET-LE-DUC. Ueber die Construction der Blitzableiter. Allg. Bauz. 1865, S. 164.
- Ueber die Anlage von Blitzableitern. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1866, S. 65.
- Die Aufstellung von Blitzableitern. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1867, S. 74.
- Nouvelle instruction pour les paratonnerres. Nouv. annales de la const.* 1867, S. 62.
- GRAVE, H. Die Blitzableiter, ihre Geschichte und zweckmäßigste Gestalt. (Sep.-Abdruck aus GRAVE's österreich. Bau-Almanach.) Wien 1868.
- De la construction des paratonnerres.* Paris 1868.
- Die neueren Constructionen der Auffangtange des Blitzableiters. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1868, S. 36.
- BOTHE, F. Zusammenstellung neuerer Arbeiten über die Construction der Blitzableiter. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1868, S. 491.
- Die Construction der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1869, S. 185.
- Ueber Blitzableiter. Deutsche Bauz. 1871, S. 409.
- BAUER. Zur Beurtheilung der Blitzableiter. Zeitschr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1872, S. 109.
- CALLAUD, A. *Traité des paratonnerres etc.* Paris 1874.
- FONVIELLE, W. DE. *De l'utilité des paratonnerres et de la nécessité de les contrôler.* Paris 1874.
- Verbesserte Blitzableiter. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1874, S. 137.
- Les paratonnerres à l'académie des sciences. Gaz. des arch. et du bât.* 1874, S. 141.
- Les paratonnerres. Encyclopédie d'arch.* 1874, S. 39, 125.
- La commission des paratonnerres de la ville de Paris. Gaz. des arch. et du bât.* 1875, S. 170, 177.
- Les paratonnerres. Encyclopédie d'arch.* 1875, S. 21, 71.
- AMAURY, V. *Installation des paratonnerres. Moniteur des arch.* 1875, S. 195, 207.
- BUCHNER, O. Die Construction und Anlegung der Blitzableiter zum Schutze aller Arten von Gebäuden etc., nebst Anleitung zu Kostenvoranschlägen. Weimar 1876. — 3. Aufl. 1887.
- Ueber die Schutzzone der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1876, S. 53.
- MITTELSTRASS. Die Blitzableiter nach den neuesten Erfahrungen und zweckmäßigsten Constructionen. 2. Aufl. Magdeburg 1877.
- KARSTEN, G. Ueber Blitzableiter und Blitzschläge in Gebäude, welche mit Blitzableitern versehen waren. Kiel 1877.
- Instruktion über die Herstellung von Blitz-Ableitungen bei Militär-Gebäuden. Wien 1877.
- Gutachten, betreffend die Wirkungen des Blitzschlages beim Schulhause zu Elmshorn, von Dr. L. MEYN, Prof. G. KARSTEN und von der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Zeitschr. f. Bauw. 1877, S. 559.
- KIRCHHOFF, X. Zur Anlage von Blitzableitern. Deutsche Bauz. 1877, S. 518.
- NIPPOLDT. Ueber die Wahl des Querschnittes der Blitzableiter. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1877, S. 129.
- Instructions sur les paratonnerres. Revue gén. de l'arch.* 1877, S. 29.

- JARRIANT. *Paratonnerres de divers types. Nouv. annales de la const.* 1877, S. 161.
- HOLTZ, W. Ueber die Theorie, die Anlage und die Prüfung der Blitzableiter etc. Greifswald 1878.
- LÜDICKE, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinenfchloffer. Weimar 1878.
- Zur Anlage von Blitzableitern. Deutsche Bauz. 1878, S. 81.
- Studien über Blitzableiter. Maschinenb. 1878, S. 346, 387.
- KARSTEN, G. Gemeinfafsliche Bemerkungen über die Elektrizität des Gewitters und die Wirkung der Blitzableiter etc. Kiel 1879.
- KLASEN, L. Die Blitzableiter in ihrer Construction und Anlage. Leipzig 1879.
- KLASEN, L. Zur Anlage von Blitzableitern. Deutsche Bauz. 1879, S. 427.
- KNOBLAUCH, E. Umbau des Thurmhelms der Jerusalem-Kirche zu Berlin. Deutsche Bauz. 1879, S. 483.
- Die Blitzableiter auf der Parifer Weltausstellung. Prakt. Maschinen-Conft. 1879, S. 315.
- Zur Blitzableiterfrage. Maschinenb. 1879, S. 38.
- HEILEMANN, F. J. Der Blitzableiter. Görlitz 1880.
- HOLTZ, W. Ueber die Zunahme der Blitzgefahr und die vermuthlichen Urfachen diefer Zunahme. Deutsche Bauz. 1880, S. 473.
- Rathschläge bei Anlage von Blitzableitern. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1880, S. 445.
- Instruction sur la construction des paratonnerres. L'électricité* 1880, Nr. 17.
- Anlegung von Blitzableitern. Rathschläge der Directionen der Land-Feuerfocietät und der Provinzial-Städte-Feuerfocietät im preussifchen Herzogthum bezw. in der Provinz Sachfen. 2. Aufl. vom 30. April 1881.
- Instruction sur les paratonnerres adoptée par l'académie des sciences.* Paris 1881.
- Blitzableiterfpitzen von J. O. ZWARG. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 166.
- MEYDENBAUER, A. Ueber Blitzableiter. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 277.
- Neuerungen an Blitzableitern. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1881, S. 148.
- NIX, K. Die Construction des Blitzableiters nach den neuesten elektrotechnifchen Erfahrungen. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1881, S. 76, 84.
- BIEDERMANN, C. Ueber Neuerungen an Blitzableitern. Elektrotechn. Zeitschr. 1881, S. 243.
- NEESEN, F. Ueber Gewitter und Blitzableiter. Elektrotechn. Zeitschr. 1881, S. 446, 462.
- Ueber Blitzableiter. Polyt. Journ., Bd. 235, S. 267; Bd. 237, S. 385; Bd. 241, S. 110 u. 273.
- Praktifche Regeln für die Herstellung von Blitzableitern. Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 182.
- MELSENS. *Conférence sur les paratonnerres faites au congrès international des électriciens, à Paris. Bulletin de la soc. d'encourag.* 1882, S. 450.
- LINDNER, M. Die Anlage der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1883, S. 17.
- LINDNER, M. Die Anlage der Blitzableiter. Maschinenb. 1884, S. 93, 108.
- ERFURTH, C. Hausteleggraphie, Telephonie und Blitzableiter in Theorie und Praxis etc. Berlin 1885.
- Apparat zum Prüfen der Blitzableiter. Wochbl. f. Baukde. 1885, S. 387.
- Die Blitzgefahr. Nr. 1: Mittheilungen und Rathschläge betr. die Anlage von Blitzableitern für Gebäude. Herausg. im Auftrage des Elektrotechnifchen Vereins. Berlin 1886.
- TIEMANN, C. Der Blitzableiter etc. Freiburg i. B. 1886.
- LEDER, P. Blitzschäden und ihre Verhütung. Hirschberg 1886.
- Elektro-technifche Bibliothek. Bd. 29: Blitz und Blitz-Schutzvorrichtungen. Von A. v. URBANITZKY. Wien 1886.
- LEUTHOLD. Die Häufigkeit der Blitzschläge im Königreiche Sachfen. Civiling. 1886, S. 1.
- RITGEN. Plan, Ausführung und Veranschlagung der Blitzableiter. Polyt. Journ., Bd. 265, S. 145, 209, 255.
- UNGER, TH. Beitrag zur Statistik der Blitzschläge in Gebäuden, unter befonderer Berücksichtigung der Provinz Hannover. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1887, S. 196. Deutsche Bauz. 1887, S. 81, 93.
- Construction des paratonnerres. Nouv. annales de la const.* 1887, S. 121, 138.
- MEIDINGER, H. Gefchichte des Blitzableiters. Karlsruhe 1888.
- Blitzableiterfpitze aus Kohlenstoff mit metallifcher Porenfüllung. Maschinenb. 1889, S. 196.
- WALTENHOFEN, A. v. Ueber Blitzableiter etc. Braunfchweig 1890.

## 3. Kapitel.

## Sicherungen gegen die Wirkung von Bodensenkungen und Erderfütterungen.

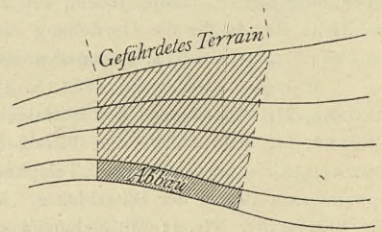
a) Sicherung der Gebäude gegen Bodensenkungen <sup>245)</sup>.

116.  
Wirkungen  
des  
Abbaues.

Im Jahre 1856 bemerkte man in Essen die ersten Beschädigungen von Häusern über Bergwerken. Seitdem haben sich diese Erscheinungen fast in allen Bergbezirken Deutschlands gezeigt. Wir nennen in erster Linie: Essen, Iserlohn, Oberhausen, Gelsenkirchen, Wittenberg a. d. R., Annen bei Witten, Dortmund, dann zahlreiche Ortschaften über dem Wurm-Revier bei Aachen, dem Saarbrücker Kohlenbecken, so wie über den oberschlesischen Bergwerken.

Die Wirkungen des Bergbaues auf Terrain-Veränderung können in zweierlei Weise vor sich gehen: entweder es stürzen die Abbau-Strecken, falls sie sich nicht mit Wasser gefüllt haben, nach einer Reihe von Jahren zusammen, oder die über den Flötzen gelagerten wasserhaltigen Schichten werden durch die mit dem Bergbau verbundene Wasserentziehung trocken gelegt und setzen sich ungleich zusammen. In beiden Fällen bilden sich an der Oberfläche Erhebungen und Senkungen, vielfach verbunden mit Erdrissen. Im Wurm-Revier bei Aachen hat man beobachtet, daß der Abbau auf den platten (wagrechten) Flötzflügeln wellenförmige Senkungen hervorbringt, wogegen sich der Abbau auf den flachen (geneigten) Flötzen meistens durch Spalten und Risse bemerkbar macht. In Belgien hält man an *Gonot's* Theorie fest, daß die Einwirkungen des Abbaues sich senkrecht zur Flötzfläche bis zur Oberfläche fortsetzen (Fig. 140). Hiernach werden die Sicherheitspfeiler für Bauwerke innerhalb der Strecken fest gesetzt, und umgekehrt, hat man ein Bauwerk über Gruben zu errichten, so kann man hiernach mit einiger Sicherheit einen weniger gefährdeten Bauplatz ausfuchen, wobei man aber, da diese Theorie wenig sicheren Untergrund hat, möglichst weit von dem so ermittelten Gefahr-Terrain zurückbleiben wird.

Fig. 140.



117.  
Sicherung  
geriffener  
Gebäude.

Die Sicherung geriffener Gebäude kann eine verschiedene sein. Bei Aachen befolgt man die Praxis, die Bewegung erst völlig zur Ruhe kommen zu lassen. Man erfieht dies, wenn Cementputzstreifen, welche an einigen Stellen über die Risse gelegt werden, unverfehrt bleiben. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, dann werden die Ausbesserungen vorgenommen. Nur in Ausnahmefällen, wenn die Gebäuderisse zu bedenklich werden, greift man zu Verankerungen.

In anderen Gegenden, wo das Uebel acuter auftritt, ist man in der Regel zu Verankerungen gezwungen, denen häufig ein provisorisches Absteifen der Fenster- und Thürstürze vorangehen muß, damit diese beim Ausweichen der Wände nicht herabfallen. Die Anker wurden zuerst sehr schwach gemacht. Wir sehen in Essen noch vielfach 2 cm starke Anker mit Kopfplatten von 30 × 30 cm (Fig. 148), welche selbstverständlich eine viel zu geringe Mauerfläche faßten. Später griff man zu 4

<sup>245)</sup> Die Sicherstellung von Gebäuden, die auf einem stark pressbaren Untergrund zu errichten sind, gehört in die Abtheilung »Fundamente« (siehe Theil III, Band 1 dieses »Handbuches«), ist also unter dieser Ueberschrift nicht mit inbegriffen.

Fig. 141. *Querschnitt.*

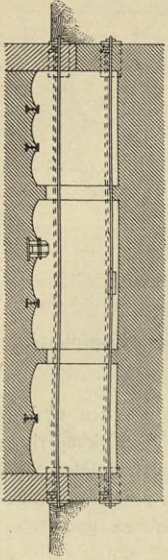


Fig. 142. *Grundrißs.*

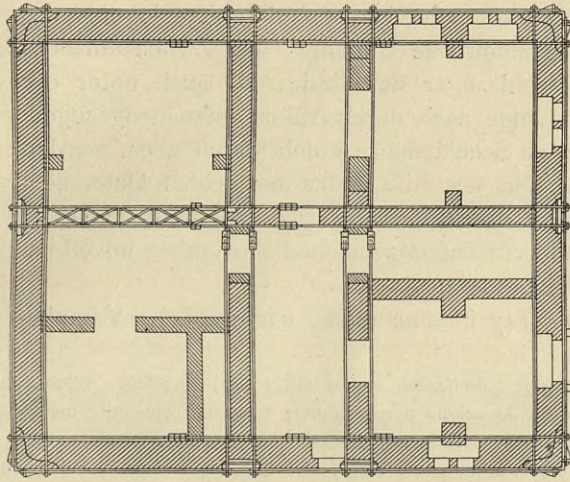


Fig. 143. *Querschnitt.*

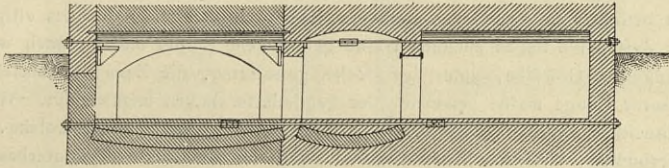
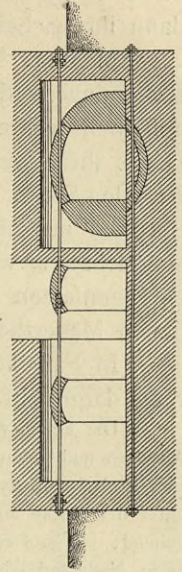
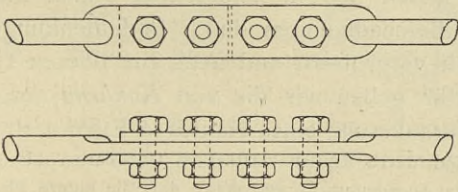


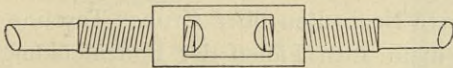
Fig. 144. *Längenschnitt.* —  $\frac{1}{200}$  w. Gr.

Fig. 145. *Fester Zuganker.*



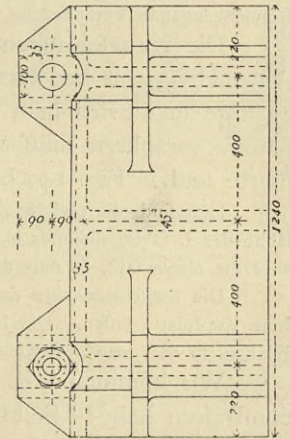
$\frac{1}{20}$  w. Gr.

Fig. 146. *Regelbarer Zuganker.*

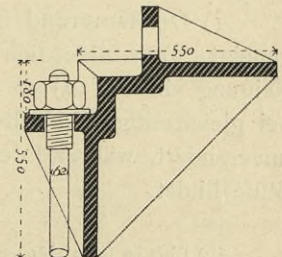


$\frac{1}{10}$  w. Gr.

Fig. 147. *Eck-Verankerungsplatte.*



Nachträgliche Verankerung eines Gebäudes <sup>246)</sup>.



<sup>246)</sup> Nach: Zeitschr. f. Baukde. 1878, Bl. 25.

bis 5 cm starken Ankern und Kopfplatten von 1 bis 2 qm, welche dann ihre Schuldigkeit besser thaten.

Meistens beschränkt man sich auf die Verankerung des Kellermauerwerkes. Sämmtliche Umfangs- und Zwischenmauern desselben werden sowohl unter der Sohle, als auch unter der Decke ihrer ganzen Länge nach durch Anker zusammengezogen. An allen Stellen, wo die Scheidemauern nicht durchgehen, werden Spreizen aus Mauerwerk, aus Eisen oder aus beiden Materialien eingefaltet, welche dem Zuge der Anker den nöthigen Druck entgegensetzen und so ein Zusammenziehen der vorher unverbundenen Mauertheile verhindern.

In Fig. 141 bis 147 ist eine solche nachträgliche Verankerung dargestellt.

Die Ecken werden mit gusseisernen Platten (Fig. 147) eingefasst, welche außen mit den nöthigen Anfüßen und Oeffnungen zur Aufnahme der Zuganker, innen mit ein- oder mehrfachen Verstärkungsrippen zum Einlassen in das Mauerwerk versehen sind. Die inneren Kellerwände werden unter dem Pflaster und unter der Decke mit je einem Ankerpaare eingefasst. Die Zuganker sind bei geringer Ausdehnung durchgehend, bei größerer Längen gestoßen und dann an den Stößen entweder durch Laschen und Bolzen, bzw. Niete fest oder durch Schraubenschlösser regelbar verbunden (Fig. 145 u. 146).

Die Spreizen bestehen am besten aus massivem Schichtenmauerwerk oder aus elliptischen Erd- und Gurtbogen, so zwar, daß beide Bogen zusammen eine geschlossene Ellipse bilden; doch werden auch unter der Kellersohle umgekehrte Gewölbe, unter der Decke gusseiserne, die Zuganker umschließende Stemmrohre oder bei größerer Länge massiv gewalzte oder gegliederte Balken angewendet. Wo Verankerungen in die Thüren einschneiden, werden schmiedeeiserne Thürgestelle eingefaltet, welche, oben und unten durch Zugstangen verbunden, bisweilen überwölbt sind, während die Theile der unterbrochenen Anker an deren Pfosten enden und verschraubt sind.

Gebäude mit einspringenden Ecken erfordern bis zur Höhe des Kellergeschosses die Herstellung voller Ecken durch Ausmauerung, um die oben erwähnten Eckplatten anbringen und danach eine zusammenhängende Verankerung herstellen zu können.

Die vorbeschriebenen Sicherungsmittel haben sich in zahlreichen Fällen ihrer Anwendung gut bewährt. Nur da, wo die Beschädigungen durch Bodensenkungen zu arge sind, wird man die Kopfplatten noch vergrößern und auch die oberen Geschosse verankern müssen. Als Beispiel hierfür geben wir die von *Kunhenn* ausgeführte und in Fig. 149 bis 153 dargestellte Verankerung eines Hauses in Essen a. d. R.

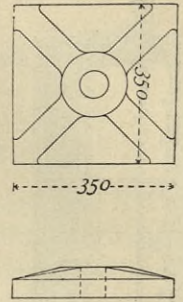
Hier sind die Gebäudeecken mit 4 cm starken und durch Rippen verstärkten Gussplatten bis zur Höhe des I. Obergeschosses eingefasst, und zwar ist die Anordnung so getroffen, daß die untere Platte über die obere faßt, so daß die beiden über einander befindlichen Platten wie eine einzige wirken.

Die Zwischenmauern des Kellers sind mit je 4 Ankern eingefasst, welche ebenfalls an eine gemeinsame Kopfplatte faßen. Die letzteren liegen bündig mit dem Mauerwerk; die Schraubenmutter sind eingelassen, so daß man äußerlich von der Verankerung nichts sieht<sup>247)</sup>.

Wir kommen nun zu der Frage, wie man Neubauten über Gruben-Terrains zu construiren habe? Selbstverständlich müssen diese allen Fällen der Bodensenkungen Widerstand leisten. Letztere sind erfahrungsmäßig folgende:

1) Der Baugrund sinkt gleichmäßig lothrecht abwärts; 2) er sinkt gleichmäßig geneigt; 3) es bildet sich eine Erdfalte, ohne daß aber eine Veränderung der Terrain-Neigung eintritt; 4) er nimmt eine concave oder 5) eine convexe Gestalt an, wobei gleichzeitig Erdfalten auftreten können; 6) ein Theil der Baugrundfläche bleibt unverändert, während der andere absinkt, wobei sich häufig längs der Erdfalte eine Stufe bildet.

Fig. 148.



Anker-Kopfplatte.

<sup>247)</sup> Diese im Jahre 1881 ausgeführte Verankerung hat das Haus bis jetzt (1890) vollkommen geschützt.



Fig. 149. *Vordere Frontmauer.*

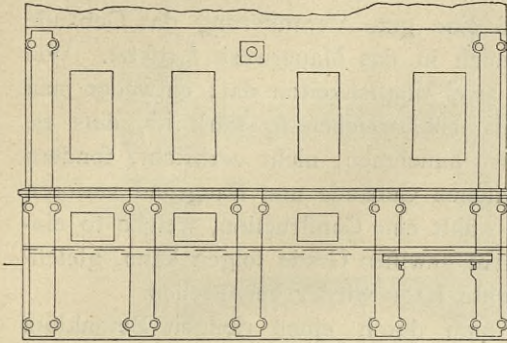


Fig. 150. *Rechtsseitige Giebelmauer.*

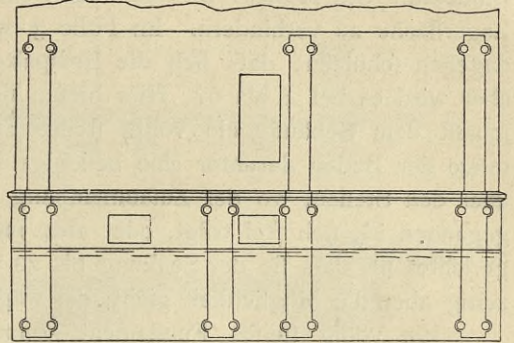


Fig. 151. *Grundriss des Kellergeschosses.*

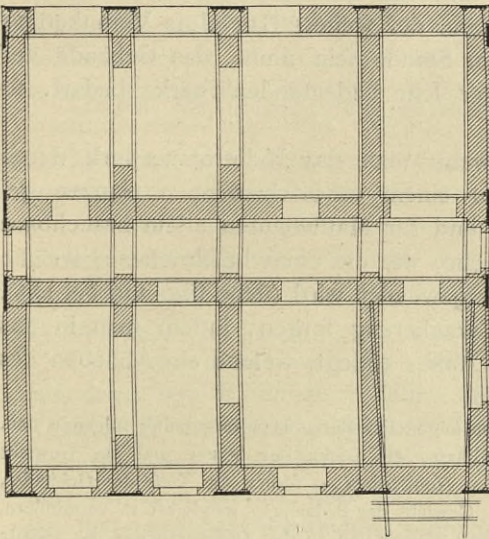
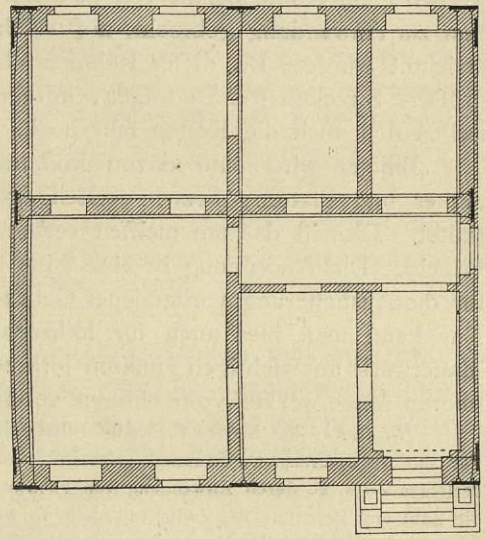
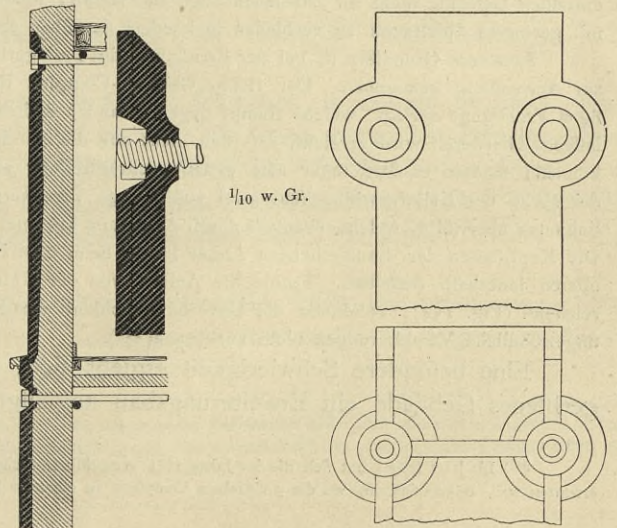


Fig. 152. *Grundriss des Erdgeschosses.*



$\frac{1}{200}$  w. Gr.

Fig. 153. *Verankerungsplatten für die Zwischenmauern.*



$\frac{1}{10}$  w. Gr.

Verankerung

des

Hauses Ottilien-Straße Nr. 9

in Essen a. d. R. <sup>248)</sup>.  $\frac{1}{100}$  w. Gr.

<sup>248)</sup> Nach Zeichnungen des Herrn Architekten Fritz Kuhenn daselbst.

Fall 1 erfordert keine besondere Sicherheitsmafsregeln; im Falle 2 wird die Bindekraft des Mörtels meistens ausreichen, ein Rutschen der Bausteine auf ihrer Lagerfläche zu verhindern. Im Falle 3 wird eine gute Verankerung das Gebäude dagegen schützen, dafs sich die Erdfpalte auch in das Mauerwerk fortsetzt. Wie aber wird es bei 4 bis 6? Hier bieten sich zwei Möglichkeiten dar: entweder man schafft dem Gebäude ein völlig steifes Fundament, welches so stark ist, dafs es, möge der Boden darunter eine beliebige Form annehmen, nicht zerbricht, sondern über den Stellen, wo der Zusammenhang zwischen Gebäude und Baugrund verloren gegangen ist, sich frei trägt, oder aber man wählt eine Construction, welche so eingerichtet ist, dafs sie der Senkung bis zu einem gewissen Grade folgen kann, gleichzeitig aber die Möglichkeit giebt, die wagrechte Lage wieder herzustellen.

Ein völlig steifes Fundament könnte man durch einen riesigen Betonklotz oder durch einen eisernen versteiften Rost erreichen. Beide würden zu theuer werden. Im Kohlenbezirk von Saarbrücken hat man eine eiserne Rahmen-Construction zur Anwendung gebracht, auf welcher dann der weitere Bau ohne Verankerung errichtet wurde. Da dieser Rahmen aber im Stande sein mufs, das Gebäude auf gröfsere Strecken frei zu tragen, mithin einer sehr bedeutenden Stärke bedarf, so stellen sich auch die Kosten sehr hoch.

Billiger wird man davon kommen, wenn man das Kellermauerwerk durch Anker und Platten, bezw. Versteifungen zu einem unverfchieblichen Ganzen gestaltet. Dies ist das am meisten verbreitete und für Maffivbauten allein brauchbare Princip. Die Anordnung ist eine ganz ähnliche, wie die oben beschriebene, welche für die Ausbesserung vorhandener Gebäude angewendet wird (siehe Fig. 149 bis 153). Nur kann man hier auch für lothrechte Verankerung sorgen, indem man in das Mauerwerk an wichtigen Punkten lothrechte Anker einlegt, welche ein Abheben des oberen Mauerwerkes vom unteren verhindern.

*Heinzerling* hat hierfür theoretische Betrachtungen angestellt, deren Hauptergebnisse folgende sind. Für die Verankerungs-Construction erscheint es vortheilhaft, die Dicke der Mauer und das Gewicht derselben — z. B. durch Anwendung von Fachwerk oder Hohlsteinen — ferner die Tiefe des Gebäudes, die Zahl und Belaftung der Zwischendecken, so wie das Gewicht der Bedachung möglichst zu vermindern, dagegen den Abstand der Verankerungsebenen möglichst zu steigern und zu den Zugankern nur das zäheste Eisen zu verwenden. Besonders wichtig aber erscheint die Verminderung der Gebäudelänge. Wo, wie in städtischen Strafsen, fortlaufende Gebäudereihen herzustellen sind, ist es aus diesem Grunde rätlich, die einzelnen Gebäude nicht im Zusammenhange zu mauern, sondern etwa durch gemauerte Feder und Nuth mit geringem Spielraume zu verbinden und jedem derselben eine selbständige Senkung zu gestatten.

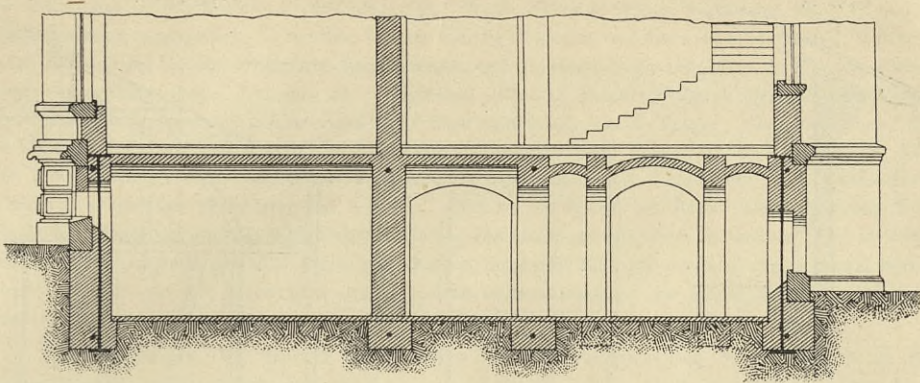
Letzterer Grundfatz ist bei der Errichtung des Landgerichtshauses in Essen in ausgedehntester Weise zur Anwendung gekommen. Der riesige Gebäude-Complex ist in 5 einzelne Theile von durchschnittlich 30 m Frontlänge zerlegt, welche stumpf gegen einander stofsend, einen Spielraum von 4 cm zwischen sich lassen. Hierdurch wird erreicht, dafs sich nicht nur die einzelnen Theile unabhängig von einander senken können; sondern es darf fogar eine gewisse Schrägstellung eintreten. In das Banket-Mauerwerk und in der Höhe der Kellergewölbe sind zwei vollständige Verankerungssysteme eingelegt. Die Keller sind auf Schienen überwölbt, welche ebenfalls durch Annetung kräftiger Splinte zur Verankerung herangezogen sind. Die Kopfplatten der durchgehenden Anker liegen beim unteren System ausserhalb des Mauerwerkes, beim oberen innerhalb desselben. Lothrechte Anker, von der Unterkante des Bankettes bis zum Erdgeschoffe reichend (Fig. 154), vollenden die Unverfchieblichkeit des Kellermauerwerkes. Oberhalb desselben sind ungewöhnliche Verankerungen nicht angebracht<sup>249</sup>).

Eine besondere Schwierigkeit ergibt sich, wenn an ein vorhandenes, bereits gerissenes Gebäude ein Erweiterungsbau angefügt werden soll. Dies ist z. B. beim

119.  
Erweiterungs-  
bauten.

<sup>249</sup>) Bis jetzt (1890) hat sich die im Jahre 1881 ausgeführte Sicherung vollkommen bewährt. Wie von vornherein zu erwarten war, zeigen sich da, wo die 5 einzelnen Complexe an einander stossen, zwar Risse; doch sind diese nicht auffallend.

Fig. 154.

Vom Landgerichtshause in Effen. —  $\frac{1}{250}$  w. Gr.

Gymnasium in Effen der Fall, welches durch einen Neubau fast auf die doppelte Gröfse erweitert wurde. Läßt sich der neue Theil stumpf gegen den älteren anstoßen, so hat dies weniger zu sagen; hier aber war dies bei der erforderlichen Grundrisfeintheilung nicht möglich, und man darf mit Recht, trotz der äußerst durchdachten Verankerungen und trotz der zahlreichen in Fundament und Keller eingefügten Verspreizungsmauern, auf die Bewährung gespannt sein<sup>250</sup>).

Obwohl durch derartige Mafsregeln ein verhältnismäfsig hoher Grad von Sicherheit erreicht wird, so mufs man sich im Allgemeinen doch klar machen, dafs die Verbindung von Anker und Mauerwerk keine vollständige Versteifung herbeiführen kann.

Wo man nicht durch die etwa verlangte Monumentalität gebunden ist, wird man daher den Maffivbau verlassen müssen. Von Dechen empfiehlt für gewöhnliche Wohnhäuser und sonstige kleinere Baulichkeiten den Holz-Fachwerkbau, indem er beobachtet hat, dafs dieser weit weniger zu leiden hat, als der Maffivbau. Es erklärt sich dies daraus, dafs das Holz bis zu einem gewissen Grade im Stande ist, den Biegungen des Erdreiches zu folgen.

Noch gröfsere Sicherheit bietet der Schrotholz- oder Blockhaus-Bau, bei welchem ja in jeder einzelnen Schicht eine vollständige Ringverankerung durch das Holz selbst gebildet wird.

Aber alle diese Constructions können nur mäfsigen Bodenfenkungen entgegenwirken.

Kommt ein gröfserer Gebäudetheil frei zu schweben, so werden sie nicht mehr ausreichen, und man mufs dann zum zweiten der oben genannten Principe übergehen und die Construction derartig wählen, dafs die Verbindung zwischen dem Gebäude und dem abgefunkenen Erdreich durch Untermuerung wieder hergestellt werden kann, nachdem man ersteres, so gut es geht, durch Erdwinden wieder in die wagrechte Lage gebracht hat.

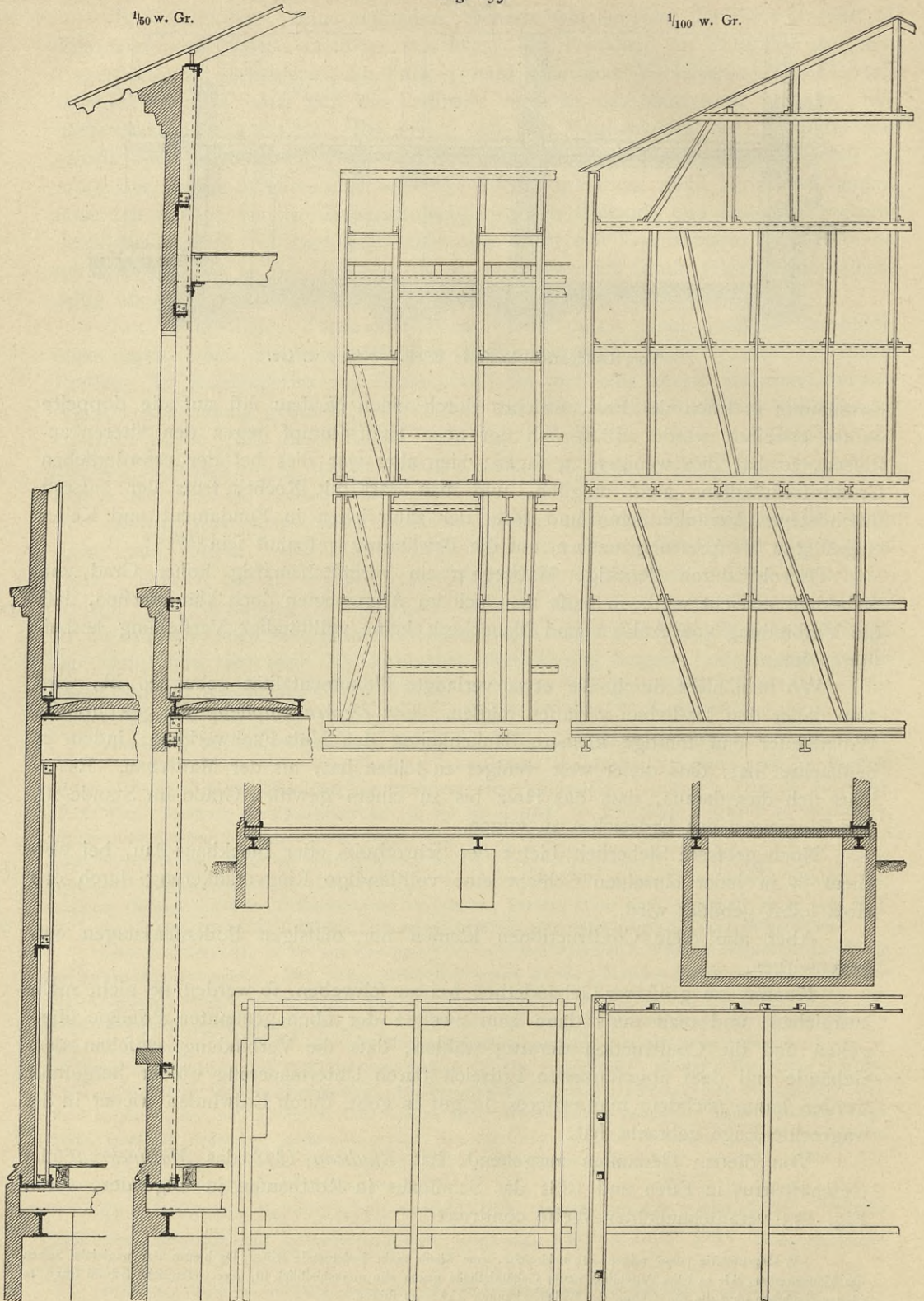
Von diesem Gedanken ausgehend, hat Kunhenn 1878 das Mallinckrodt'sche Geschäftshaus in Effen und 1881 das Schulhaus in Rotthausen in folgender, durch Fig. 155 veranschaulichter Weise construirt.

<sup>250</sup>) Gegenwärtig (1890) zeigen sich zahlreiche, zum Theile recht bedeutende Risse. Da hieran das ungleiche Setzen des Mauerwerkes, wie es beim Anschlusse neuer Gebäudetheile gegen alte unausbleiblich ist, eine wesentliche Schuld trägt, so ist der Nachweis über die Einwirkung der Bodenfenkungen schwer zu führen.

120.  
Holz-  
Fachwerk-  
bau.

121.  
Sicherung  
gegen  
stärkere  
Senkungen.

Fig. 155.



Vom Landschulhaufe zu Rotthausen bei Effen.

Arch.: Kuschenn.

Das Fundament- und Kellermauerwerk besteht aus einzelnen Pfeilern, welche, um das Eindringen des äußeren Erdreiches in die Keller zu verhindern, nur durch schwache Wände verbunden sind. Ist nun eine stellenweise Senkung eingetreten, so werden letztere durchgeschlagen und Erdwinden eingesetzt, welche das obere Gebäude wieder in die wagrechte Lage bringen und so lange darin erhalten, bis die abgelenkten Pfeiler neu aufgemauert sind. Um dies zu ermöglichen, ist das ganze Gebäude oberhalb der Pfeiler in Eisen-Fachwerk construirt. An beiden Langseiten liegt zunächst je ein I-Träger; über denselben, durch einzelne Mittelpfeiler unterstützt, liegen die Querträger, die zugleich als Träger für die Kellerkappen dienen, daher an dieser Stelle keinen besonderen Geldaufwand verursachen. Auf diesen ruht in den Außenmauern ein U-Eisen, in gleicher Höhe ringsum laufend, welches zur Hälfte als Basis, bezw. Schwelle für das Eisen-Fachwerk dient, zur anderen Hälfte aber auch das Verblendungsmauerwerk unterstützt. Es ist nämlich hier verblendetes Fachwerk gewählt, durch welches ein doppelter Vortheil erreicht wird: einmal wird ein besseres Warmhalten für die Innenräume erzielt; dann aber auch wird die Eisen-Construction gegen die Temperaturveränderungen geschützt.

Ein ähnliches Verfahren ist auf der Grube Heinitz bei Saarbrücken in Aussicht genommen; nur wird man hier noch weiter gehen und die Häuser durch nur drei Pfeiler unterstützen.

In den Kohlenbezirken wird dem Architekten heutzutage häufig die Frage vorgelegt, ob Risse an Gebäuden vom Bergbau herrühren oder nicht. Völlig sichere Merkmale giebt es hierfür nicht, da andere Urfachen, wie ungleichmäsig sich zusammendrückender Untergrund und mangelhafte Gründung, ganz ähnliche Erscheinungen hervorrufen.

In erster Linie hat man darauf zu achten, ob am Gebäude vorhandene wagrechte Gliederungen, wie Haupt-, Gurt- und Sockelgesimse, Abweichungen von der Wagrechten aufweisen. Letzteres wird durch ein Nivellement untersucht, wofür sich in der Regel das Sockel-Nivellement eignet. Diagonale Risse im Deckenputz zeigen an, daß Verbiegungen des Gebäudes stattgefunden haben. Risse in den Scheiteln der Fensterbogen beweisen, daß Ausweichungen der Front- oder Giebelmauern eingetreten sind; Ablothungen ergeben das genaue Maß derselben. Kommt hierzu ein Gutachten der Bergfachverständigen, daß unterhalb des Gebäudes Bergbau getrieben ist oder nach Lage der Erdschichten die Einwirkung nahe gelegener Gruben sich bis an das erstere erstrecken kann, so ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf »Bergschäden« zu schließen. Zur Sicherheit wird die Vermuthung, wenn ein Haus mehrere Jahre unverfehrt gestanden hat und dann plötzlich, unter Auftreten der angegebenen Erscheinungen, zu reißen beginnt.

## b) Sicherung der Gebäude gegen Erdererschütterungen.

Neuere Naturforscher theilen die Erdererschütterungen in vulcanische und in nicht vulcanische ein.

Die ersteren gehen den Eruptionen der Vulcane voraus und begleiten dieselben. Sie machen sich bemerkbar, sobald im Inneren des Kraters die dem Erdinneren entströmenden Gase und Dämpfe die zähe Lavamasse explosionsartig durchbrechen.

Die nicht vulcanischen können sehr verschiedenartige Veranlassung haben, und zwar wird jede räumliche Veränderung in den Gesteinschichtungen als ein Erdbeben empfunden.

Eine Hauptursache derselben bildet die Contraction der Erdrinde in Folge der Abkühlung des Erdalles. Eine andere ist in den chemischen Veränderungen der Gesteine zu suchen, z. B. des Anhydrites in Gyps, des Kalksteines in Dolomit, des Schieferthones in Thonschiefer, so wie in der Zersetzung der Kohle, wobei durch das Entweichen von Kohlenäure, Kohlenoxyd etc. ein Substanz-Verlust entsteht. Eine dritte

122.  
Gutachten  
über  
Boden-  
erschütterungen.

123.  
Erdererschüt-  
terungen.

finden wir in unterirdischen Auswafchungen, z. B. der Salzlager (Wieliczka, Stafsurt), fo wie unter Thermalbädern (Aachen, Agram, Ischia). Immer aber ift der Zusammenbruch unterirdifcher Höhlungen die letzte Veranlaffung.

Die Wirkungen an der Erdoberfläche werden als fuccufforifche (ftofsweife) und undulatorifche (wellenförmige) empfunden. Häufig bilden fich Erdspalten und plötzliche Bodenfenkungen. Die Erfchütterungen machen fich am Erdboden fehr wenig, auf hohen Thürmen fehr ftark bemerkbar, innerhalb der Bergwerke meiftens gar nicht. Felsboden bietet ein Hindernifs für die Fortpflanzung des Erdbebens; vom Waffer durchzogenes Terrain begünstigt dieselbe. Immer gefchieht fie ftrahlenförmig von einem Mittelpunkte aus (Epicentrum), unter welchem man den eigentlichen Erdbeben-Mittelpunkt (Centrum) zu fuchen hat.

124.  
Wirkung  
auf  
Gebäude.

Die Bauwerke leiden durch das Erdbeben mehr oder minder, je nach Material und Confection. Stellen wir uns ein frei ftehendes Stück Mauerwerk (Fig. 156) zunächft unter dem Einfluffe einer einzigen Terrain-Welle, alfo ganz abgefehen von den fich wiederholenden Oscillationen, vor. Die beiden lothrechten Außenkanten werden fich fenkrecht zur Wellenoberfläche zu ftellen fuchen und eine gröfste Abweichung erfahren, welche wir  $ab$  nennen wollen. Haben wir in der oberften Quaderschicht (Fig. 156) 3 Quader-Längen, fo wird die Oeffnung jeder der beiden Stofs-fugen gleich  $ab$  fein. Haben wir aber eine Bruchsteinmauer (Fig. 157), in deren oberfter Schicht fich 5 Stofs-fugen befinden, fo wird jede derfelben  $\frac{2}{5} ab$  betragen, bei einer Backsteinmauer mit 8 Fugen (Fig. 158) fogar nur  $\frac{2}{8} ab$ . Die Verfchiebung des einzelnen Backsteines wird alfo eine geringere fein, als die des Bruchsteines, und eine weit geringere, als die des Quaders. Die Gröfse der Einsturzgefahr wächst aber proportional mit der Verfchiebung des einzelnen Steines. Ziehen wir auch die mehrmaligen Erfchütterungen in Betracht, fo wird das Verhältnifs für das Quadermauerwerk noch ungünstiger. Hat fich die Mörtelfuge geöffnet, fo dafs alfo der Bauftein einen fich frei bewegenden Körper bildet, fo wird der Quader in Folge feiner viel gröfseren Maffe auch eine bedeutendere lebendige Kraft gewinnen.

Fig. 156.

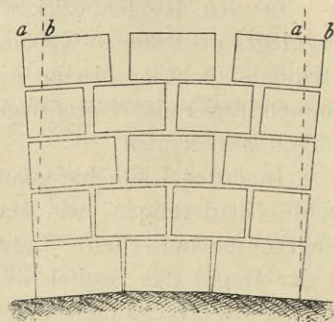


Fig. 157.

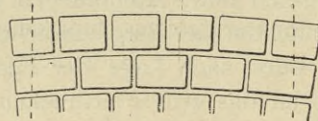
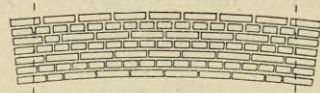


Fig. 158.



Ift, wie gewöhnlich, das Quadermauerwerk mit einer Bruch- oder Backstein-Hintermauerung versehen, fo wird die Gefahr noch gröfser. Während fich in einer folchen Mauer die Fugen an der Anfihtsfläche fehr weit zu öffnen ftreben, können jene der Hintermauerung nur wenig folgen; während die Quader die Neigung zu einer heftigen Bewegung haben, ift die lebendige Kraft der Hintermauerung eine geringe, fo dafs fchließlich eine vollftändige Lostrennung der Façadenfläche von der Hintermauerung erfolgen mufs.

Zu Gunften des Backsteinmauerwerkes fpricht auch die beffere Verbindung durch den Mörtel, deffen Adhäfion an Sand- und Kalkstein, Granit und Marmor eine geringe ift.

Noch beffer aber als Backsteinmauerwerk wird fich, nach den vorangegangenen

Betrachtungen, Beton-Mauerwerk bewähren, bei welchem die Gleichartigkeit die größte, die Mörtelverbindung die stärkste, die Masse der einzelnen Theile die geringste ist.

Diese hier theoretisch aufgestellten Grundätze werden durch die Erfahrung bestätigt. Nach den Beobachtungen des Generals *Tripier*<sup>251</sup>), welcher 14 Jahre in Afrika stand und mehrere Erdererschütterungen erlebte, wurden zu Point-à-Pitre und zu Mascara (in der Provinz Oran) Backsteinbauten wenig beschädigt, während die Quaderbauten größtentheils einstürzten, und zwar löste sich bei diesen vielfach das Façaden-Mauerwerk von der Hintermauerung ab. Die meisten derartigen Außenmauern brachen über der Balkenlage des I. Obergeschoffes ab und stürzten nach außen. Am besten bewährten sich die aus der Zeit der Mauren stammenden Gufsmauern.

Hat man daher unter den Baustoffen die Wahl, so wird man bei Neubauten Beton vorziehen. Thatächlich haben die Franzosen neuerdings kleinere Militär-Lazarethe in Afrika so construiert. Dieselben sind überwölbt.

Leider finden wir aber in vielen Gegenden weder Backstein-, noch Beton-Material, noch einen fest bindenden Mörtel, dafür aber vorzügliche Quader- und Bruchsteine. In solchen Fällen muß man durch Hilfs-Constructions die Festigkeit zu erhöhen suchen. Die Quader jeder einzelnen Schicht sind unter sich durch Eisen- oder Bronze-Klammern, mit der darüber und darunter liegenden Schicht durch Stein- und Eisendübel zu verbinden, so daß das Klaffen der Fugen und die Bewegung des einzelnen Steines völlig vermieden wird. Ferner muß die Hintermauerung an das Façaden-Mauerwerk eng angeschlossen werden. Es geschieht dies in erster Linie durch Anordnung zahlreicher Quaderbinder, welche möglichst durch die ganze Mauerstärke hindurchreichen müssen. Außerdem sind kurze Anker anzuordnen, deren Splinte die Bruchsteine oder Backsteine an die Quader herandrücken. Hauptächlich hat dies in den am meisten gefährdeten Fensterpfeilern zu geschehen.

Daß die Quaderbauten der alten Griechen und Römer sorgfältige Klammerverbindung der Werksteine jeder Schicht und eine Verbindung der einzelnen Schichten durch eiserne oder hölzerne Dübel zeigten, ist genügend bekannt. Nur so ist ihre Widerstandskraft gegen zahlreiche Erdbeben zu erklären, wenn auch vielleicht der Schutz hiergegen nicht beabsichtigt war.

Wie sich das Fehlen dieser Sicherung rächt, zeigt die *Michaels-Kapelle* im Münster zu Aachen sehr deutlich. Hier sind durch verschiedene Erderschütterungen die Quader nämlicher Fensterpfeiler so bedeutend verschoben, daß die vortretenden Halbfäulen (Dienste) Schlangenlinien bilden. Die Verschiebung der einzelnen Quader über einander beträgt stellenweise 4 cm. Bei dem Neubau des Glockenthurmes dafelbst wurden 1882 die einzelnen Schichten durch Steindübel, 8 × 8 cm breit und 15 cm hoch, an den Ecken und Strebepfeilern verbunden; an Zwischenpunkten werden Eisendübel, 10 cm lang und 2 cm stark, eingelegt. In derselben Schicht werden die einzelnen Quader durch Eisenklammern, 18 cm lang, 2 cm breit und 1 cm stark, verbunden. In der Höhe der Fenster hat das Mauerwerk wegen der starken Durchbrechungen am meisten zu leiden; deshalb wird an dieser Stelle ein Ringanker in den ganzen Umfang gelegt, welcher in den Fenstern gleichzeitig als Sturmeisen dient. Letztere Vorichtsmaßregel ist bereits bei der Erbauung des herrlichen Chores, welcher aus dem XIV. Jahrhundert stammt, angewendet worden. Trotz der zahlreichen Erdbeben, welche die Stadt Aachen seitdem heimgesucht haben, hat dieser Chor, welcher uns durch seine außerordentlich kühne Construction in Erstaunen versetzt, nicht im mindesten gelitten.

Wie man diese Schutzmittel nachträglich bei älteren Bauwerken anwenden kann, dafür theilt General *Tripier*<sup>251</sup>) ein Beispiel in den Reconstructions-Arbeiten des *Beglick-Hospitals* zu Mascara mit.

Am Nordwestflügel desselben hatte sich die Blendung von der Hintermauerung getrennt. Nun legte man im Außen- und Inneren lothrecht an die Fensterpfeiler starke, durch Bolzen verbundene Hölzer und verband außerdem die Mauern unter sich durch eiserne Anker. Obgleich das Mauerwerk sehr mangelhaft war, hat das Erdbeben von 1851 demselben nichts geschadet, während der weit besser gebaute südliche Flügel, für den man eine derartige Voricht nicht gebraucht hatte, zusammenstürzte.

125.  
Sicherung  
der  
Mauern.

126.  
Nachträgliche  
Sicherung.

<sup>251</sup>) Vergl.: *Nouv. annales de la constr.* 1867, S. 53.

127.  
Sicherung  
ganzer  
Gebäude.

Allein die Befestigung der einzelnen Mauern in sich genügt noch keineswegs. Zwei lothrechte Mauern werden beim Durchgange eines Wellenberges nach oben divergiren, beim Durchgange des Wellenthales convergiren. Wiederholt sich diese wechselnde Bewegung mehrfach, so wird der Einsturz unvermeidlich sein, wenn nicht das Ausweichen der Mauern durch gegenfeitige Verankerung und Verftreibung gehindert wird.

Bei geringen Erschütterungen wird es genügen, die Balken möglichst in ganzen Längen durch das Gebäude zu legen, bezw. die Stöße derselben gut durch Schienen zu sichern und außerdem die erforderliche Zahl von Balken- und Giebelankern anzubringen. Beim Erdbeben von Djijely (1856) blieben nach *Tripier* die balkentragenden Scheidewände unverfehrt stehen, während die den Balken parallelen Umfassungswände einftürzten.

Am schwierigsten ist der Schutz von Gebäuden ohne Innenmauern, wie von Kirchen, Sälen, Speichern, Körner-Magazinen und Fabriken. Hier genügt es nicht, das Fallen nach außen zu hindern, sondern auch den Einsturz nach innen, so daß also außer einer Verankerung auch eine Verftreibung angebracht werden muß. Die besten Dienste hierfür leisten die Ueberwölbungen, welche aber durch hoch geführte Hintermauerung und kräftige Anker zusammengehalten werden müssen.

128.  
Sicherung  
gegen  
stärkere Er-  
schütterungen.

Bei stärkeren Erschütterungen wird man zu kräftigeren Mitteln greifen und das Gebäude durch ein System von wagrechten eisernen Bändern und lothrechten Schienen einschnüren müssen. Besonders wird dies in den oberen, stärker schwankenden Geschossen nothwendig sein.

In Smyrna haben sich Backsteinbauten, bei denen in den Lagerfugen des Mauerwerkes Bandeisen wagrecht eingelegt wurden, recht gut bewährt, ohne daß dieselben auch lothrecht verbunden waren <sup>252</sup>).

In Japan aber haben französische Ingenieure auch die lothrechten Verbindungen für nothwendig erachtet <sup>253</sup>).

Die Construction ist folgende (Fig. 159 u. 160). In die Lagerfugen der Außen- und Innenmauern sind, wie in Smyrna, Flachschienen *A* (60 × 20 mm) eingelegt, die erste in das Fundament, die zweite in die Höhe der ersten Balkenlage etc. An den Ecken und an den Kreuzungspunkten greifen diese Schienen über einander und sind mit Oehren versehen, durch welche die lothrechten Rundeisen *B* (von 40 mm Stärke) gesteckt sind. Diese vertreten die Splinte und verhindern zugleich das Oeffnen der Lagerfugen, indem sie die Flachschienen mit einander verbinden. Auf diese Weise entstehen quadratische Felder, innerhalb deren eine Bewegung des Mauerwerkes kaum möglich ist. Der Temperatur-Unterschied beträgt dort 40 Grad; auf 4 m Länge wird sich das Eisen um 2 mm ausdehnen. Zur Ausgleichung dienen Tannenholzkeile, welche in die Oehre gesteckt werden und sich um 2 mm zusammenpressen lassen.

Bei der Caserne zu Aumale hatten sich während des Erdbebens vom 1. October 1858 Trennungen zwischen den Façaden-Mauern und den Scheide-, bezw. Giebelmauern gezeigt. Um das Gebäude zu erhalten, verband man die Façaden unter sich durch lange eiserne Anker längs der Innenmauern und die Giebelwände eben so mit den letzteren. Außerdem legte man in jedem Obergeschoß in der Höhe der Fensterstürze eiserne Bänder um das ganze Gebäude herum, welche unter sich wiederum durch starke lothrechte Stangen verbunden waren, eine Arbeit, welche 35 000 Francs kostete.

Wie man aber auch den Maffivbau verankern möge, so wird er doch in Bezug auf Sicherheit hinter anderen Constructions zurückstehen.

Wenn man sieht, welche bedenklichen Neigungen in alten deutschen Städten die Holz-Fachwerkbauten angenommen haben, ohne daß man an einen Abbruch denkt, so kann man wohl daraus schliessen, welche Verbiegungen ein solches Ge-

<sup>252</sup>) Siehe: *Engineer*, Bd. 50, S. 308.

<sup>253</sup>) Siehe: *Mémoires de la Soc. des Ing. civils* 1877, S. 462.



Fig. 159.

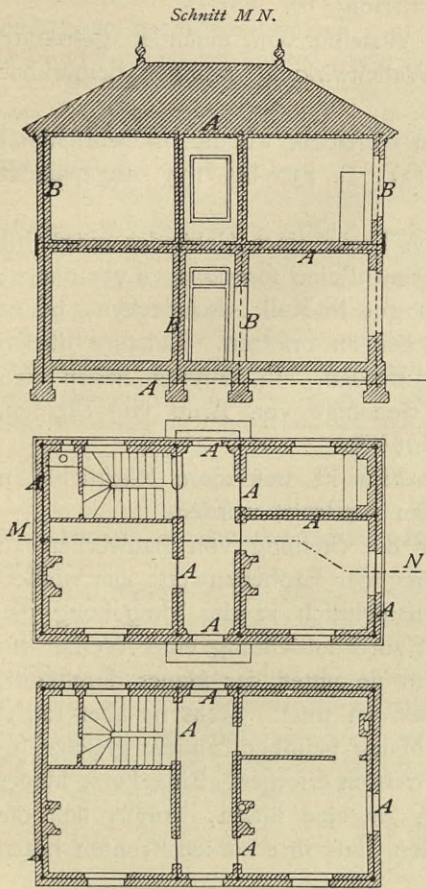
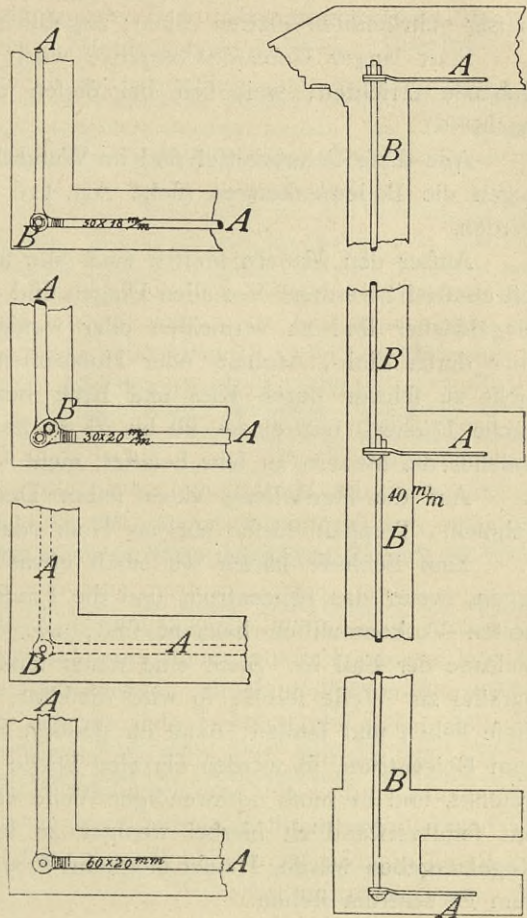
 $\frac{1}{300}$  w. Gr.

Fig. 160.

 $\frac{1}{100}$  w. Gr.

bäude bei Erdbeben erleiden kann, ohne zusammenzufürzen. Schwellen und Rahmen bilden eine vollständige Ringverankerung, eine sorgfältige Schienenverbindung aller Ecken und Stöße vorausgesetzt.

In Smyrna hielt man<sup>252)</sup> bis zur Einführung der Bandeisen-Anker streng an Fachwerk-Häusern mit einem Geschofs fest, d. h. mit Erd- und Obergeschofs. Construiert sind dieselben in einfachem oder auch in verblendetem Holz-Fachwerk. Letzteres hält sich gut, so lange das Holz gesund bleibt; wenn die Fäulniß beginnt, tritt das Entgegengesetzte ein, wie z. B. beim englischen Consulat-Gebäude.

Noch wirkfamer, als Fachwerk, ist der Schrotholz- oder Blockhaus-Bau. Hier hat das Gebäude eigentlich in jeder Höhe eine Ringverankerung; Außen- und Innenwände besitzen vollkommene Steifigkeit; das ganze Bauwerk ist homogen, da es nur aus Holz besteht; ein Herausfallen von Backsteinen, wie beim Fachwerkbau, kann nicht vorkommen.

Ist Holzbau in Rücksicht auf Feuersgefahr nicht zulässig, so bleibt nichts Anderes übrig, als der Eisen-Fachwerkbau. Auf der Pariser Ausstellung 1878 waren von *Moisant* Zeichnungen zu Wohnhäusern auf der Insel Guadeloupe ausgestellt, welche dieses System zeigten.

Da die Erfahrung zeigt, daß unterhalb der Erdoberfläche die Wirkungen des Erdbebens abnehmen, so empfiehlt sich eine tiefe Gründung.

In Tokio hat man ein Gebäude auf Kugeln gefetzt, welche auf untergelegten, mäsig gekrümmten Platten ruhen; angeblich mit Erfolg <sup>254</sup>).

Statt langer Gebäude-Complexe wird man einzelne von einander getrennte Gebäude errichten, weil sich bei diesen die Wellenwirkung weniger bemerkbar macht <sup>255</sup>).

Alle diese Schutzmittel sind im Wesentlichen dieselben, wie sie in Deutschland gegen die Bodensenkungen (siehe Art. 116 bis 121, S. 130 bis 135) angewendet werden.

129.  
Sicherung  
der  
Schornsteine,  
Dächer etc.

Außer den Mauern müssen auch alle übrigen Theile eines Gebäudes möglichst fest construirt werden. Vor allen Dingen sind die Schornsteine sorgfältig zu verankern; Ziegeldächer sind zu vermeiden oder wenigstens gut in Kalk einzudecken, besser aber durch Zink-, Asphalt- oder Holzcement-Dächer zu ersetzen. Letztere dürfen nicht zu schwer durch Kies und Erde belastet werden. In Smyrna haben sich flache Dächer, mit einem 20 bis 25 cm hohen Gemenge von Erde und Steinen, welches die Mauern zu sehr belastet, nicht bewährt <sup>256</sup>).

Auf die Herstellung eines festen Deckenputzes ist besondere Rücksicht zu nehmen. Treppen dürfen nur aus Holz oder Eisen construirt werden.

130.  
Stellung  
der  
Gebäude.

Zum Schlusse hätten wir noch etwas über die Stellung von Bauwerken zu fagen, wenn das Epicentrum und die Laufrichtung der Erdbebenwelle aus wiederholten Vorkommnissen bekannt sind, wie dies namentlich in der Umgebung der Vulcane der Fall ist. Steht eine Mauer senkrecht zur Laufrichtung einer Welle, also parallel zur Welle selbst, so wird dieselbe, indem sie unter der Mauer durchläuft, diese heben und senken, ohne ihr großen Schaden zu thun. Steht sie aber radial zum Epicentrum, so werden einzelne Theile der Mauer gehoben, andere gleichzeitig gesenkt, und es muß nothwendiger Weise ein Zerreißen erfolgen. Eine kurze Mauer hat selbstverständlich hierbei weniger zu leiden, als eine lange, woraus sich die Regel ergeben würde, Häuser möglichst so zu stellen, daß ihre kurzen Fronten radial zum Epicentrum stehen.

131.  
Vorschriften  
für die  
Insel Ischia.

Die im Vorstehenden angegebenen Sicherungsmittel finden sich in dem Entwurfe zu Vorschriften für Errichtung von Gebäuden auf der Insel Ischia zum Theile praktisch verworther. Wir theilen daraus das Folgende mit.

Als Bauplatz soll hinfort thunlichst eine ebene oder wenig geneigte Fläche gewählt werden, da die Lage der Gebäude an steileren Abhängen sich als sehr verhängnißvoll erwiesen hat. Die allgemeine Grundriffsform der Gebäude soll die quadratische sein oder sich derselben doch möglichst nähern. Ist für die betreffende Lage eine bestimmte Richtung fest gestellt, in welcher die Erdstöße in der Regel erfolgen, so ist das Gebäude so zu stellen, daß eine seiner Diagonalen mit der Richtung der Erdstöße zusammenfällt. Wenn der Baugrund an sich nicht genügend fest ist, so muß durch Herstellung einer Schicht von Mauerwerk oder Beton ein künstliches Fundament geschaffen werden. Die Dicke dieser Schicht soll mindestens 0,70 m betragen, wenn das Gebäude aus leichtem Material aufgeführt ist, dagegen mindestens 1,20 m, wenn es mehr als ein Stockwerk erhalten oder aus schwererem Material hergestellt werden soll. Kein neues Gebäude darf mehr als 2 Geschosse über dem Erdboden haben. Ein Kellergeschoss ist zulässig; doch muß seine Höhe auf das nothwendigste Maß beschränkt werden. Die Höhe des Gebäudes, vom tiefsten Punkte des Fußbodens an gerechnet, bis zum höchsten Punkte der Umfassungsmauern darf 9,5 m nicht übersteigen.

Als zweckmäßigste Art der Ausführung der Umfassungs- und Hauptscheidewände wird ein mit dem Namen *baraccato* bezeichnetes System empfohlen, welches sich auch in anderen, der Erdbebengefahr ausgesetzten Gegenden besonders bewährt haben soll. Es besteht darin, daß zunächst ein kräftiges Fachwerk

<sup>254</sup>) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 56.

<sup>255</sup>) Siehe ebendaf.

<sup>256</sup>) Siehe: *Engineer*, Bd. 50, S. 308.

aus Holz oder Eifen mit gutem wagrechten oder lothrechten Verbande hergestellt wird und die Fächer dann ausgemauert werden. Die zur Ausmauerung dienenden Steine sollen möglichst leicht fein und werden gegen das Herausfallen nach innen oder außen noch durch geeignete Mittel — Uebernageln von Latten über die Flächen hin und dergl. — gefichert.

Mit Gewölben dürfen bei neuen Gebäuden nur die Kellerräume überdeckt werden. Das Gewölbe muß aber aus gutem Material und aus gutem Mörtel kunstgemäß ausgeführt werden. Der Gewölbobogen soll aus einem Mittelpunkte geschlagen fein und mindestens  $\frac{1}{3}$  Pfeilhöhe haben. Die Schlufssteinstärke darf nicht unter 0,25 m betragen.

Alle Wohnräume sollen mit Balkendecken versehen fein, deren Balken mit dem Fachwerk der Umfassungs- und Scheidewände sorgfältig zu verbinden sind. Eben so soll auch das Dachgerüst in fester Verbindung mit dem Fachwerk der Wände stehen. Werden Ziegel zur Deckung verwendet, so müssen diese möglichst leicht fein und mit Nägeln, Haken oder in anderer Weise so befestigt werden, daß sie auch bei starken Stößen nicht herabfallen. Als Bauholz wird das Kastanienholz empfohlen, welches vom italienischen Festlande zu verhältnismäßig billigen Preisen zu beschaffen ist. Sollen die Wände nicht in Fachwerk, sondern massiv hergestellt werden — was in der Regel nur gestattet werden darf, wenn das Gebäude bloß ein Geschoß über der Erde erhält und auf einem weniger gefährdeten Platze steht — so ist die Aufmauerung in Ziegelfeinen der Ausführung in den auf der Infel vorhandenen natürlichen Steinen vorzuziehen. Kommen letztere zur Anwendung, so müssen sie zu parallelepipedischen Stücken bearbeitet werden, um einen guten Verband damit herstellen zu können. Die Stärke derartiger massiver Umfassungsmauern soll bei Gebäuden mit nur einem Geschoß, dessen Höhe 4,0 m nicht übersteigen darf, nicht unter 0,70 m betragen. Fenster- und Thüröffnungen müssen in solchen Mauern mindestens 1,50 m von den Ecken entfernt fein.

Die Anordnung von Gliedern, welche aus der Front der Mauern hervorspringen, wie Gesimse und dergl., ist thunlichst zu vermeiden. Balcons müssen mit den Umfassungswänden fest verbunden werden; bei ihnen darf der am weitesten ausladende Theil höchstens um 0,60 m vor die Front vorspringen. Kirchen-Neubauten sollen nur in bescheidenen Abmessungen gehalten werden. Es wird für dieselben eine Basilika-Form mit 3 Schiffen empfohlen. Die Wände sollen nach dem *Baraccato*-System oder ganz in Holz, die Säulen zwischen den Schiffen aus Eifen hergestellt werden. Hohe Thürme dürfen nicht angeordnet werden; die Glocken sind auf Thürmchen, welche sich nur wenig über die Umfassungsmauern erheben und mit diesen fest verbunden sind, aufzuhängen<sup>257)</sup>.

## Literatur

über »Sicherungen gegen die Wirkung von Bodensenkungen und Erderstütterungen«.

*Effets des tremblements de terre sur les constructions en maçonnerie. Nouv. annales de la const.* 1867, S. 58.

DECHEN, v. Gutachten über die Bodensenkungen in und bei der Stadt Effen. Bonn 1869.

HEINZERLING, F. Hochbau auf unterhöhltem Baugrund. *Allg. Bauz.* 1878, S. 67.

*Constructions en vue des tremblements de terre. La semaine des const.* 1877—78, S. 185, 198.

Die Erdbeben und ihre Beziehung zur Bautechnik. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1880, S. 154.

SPILLNER. Sicherung der Gebäude gegen die Wirkungen des Erdbebens. *Centralbl. d. Bauverw.* 1881, S. 70.

SPILLNER. Hochbauten über Gruben-Terrains. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1881, S. 477.

DELAUNEY, J. *Lois des grands tremblements de terre et leur prévision.* Paris 1884.

Die Wiederbebauung der Infel Ischia. *Centralbl. d. Bauverw.* 1884, S. 127.

*The earthquake in Effex. Engineer,* Bd. 57, S. 321.

Sicherung von Gebäuden gegen Erdbeben. *Centralbl. d. Bauverw.* 1886, S. 56.

<sup>257)</sup> Nach: *Centralbl. d. Bauverw.* 1884, S. 128.

2. Abschnitt.

Stützmauern und Terraffen, Freitreppen und Rampen-  
Anlagen.

1. Kapitel.

**S t ü t z m a u e r n .**

VON E. SPILLNER.

132.  
Verschiedenheit  
der  
Anlage.

Unter der Bezeichnung »Stützmauern« umfasst man ganz allgemein diejenigen Mauerwerkskörper, welche bestimmt sind, Erdreich vor dem Abrutschen zu bewahren. Häufig unterscheidet man einzelne Gattungen von Stützmauern, je nachdem diese bestimmt sind, gewachsenen oder aufgeschütteten Boden abzustützen. Die Benennung derselben ist keine ganz fest stehende; indessen ist doch die folgende Unterscheidung die am meisten verbreitete, welche auch im Nachstehenden fest gehalten werden soll.

- 1) Stützmauern sind Mauern, welche den Druck von aufgeschüttetem Material auszuhalten haben,
- 2) Futtermauern solche, welche den gewachsenen Boden stützen, und
- 3) Verkleidungsmauern solche, welche nur den Zweck haben, sonst festes Gestein vor Verwitterung zu schützen.

Der Vollständigkeit wegen müssen wir noch hinzuziehen:

- 4) Steinbekleidungen, d. h. solche Abpflasterungen, welche bestimmt sind, die Böschung von künstlichen Erdschüttungen (Dämmen etc.) zu befestigen.

Der Architekt wird sich mit sämmtlichen vier Anlagen da zu beschäftigen haben, wo die Aufgabe vorliegt, ein abhängiges Terrain in ein wagrechtes zu verwandeln.

Ist  $ab$  die Neigung eines gegebenen Grundstückes, so läßt sich die wagrechte Ebene auf verschiedene Weise herstellen:

Fig. 161.

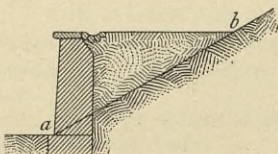


Fig. 162.

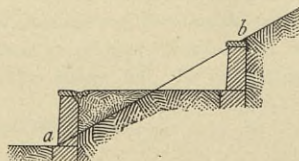


Fig. 163.

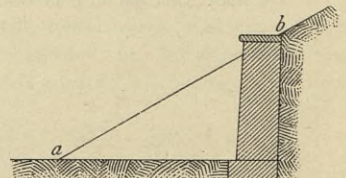
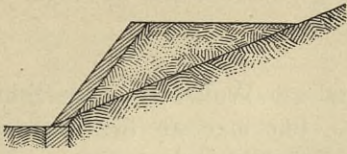


Fig. 164.



- 1) indem man eine Schüttung mit anderweitig gelöstem Boden herstellt (Fig. 161),
- 2) indem man Auftrag und Abtrag auszugleichen sucht (Fig. 162) und
- 3) indem man die Wagrechte nur durch Abgrabung gewinnt (Fig. 163).

In Fig. 161 hat man bei *a* eine Stützmauer, in Fig. 162 bei *a* eine Stützmauer, bei *b* eine Futtermauer, in Fig. 163 bei *b* eine Futtermauer.

Ist das Terrain *ab* ein felsiges, so genügt in Fig. 162 u. 163 bei *b* eine Verkleidungsmauer; nimmt man in Fig. 161 nach vorn eine flachere Böschung (Fig. 164), die jedoch noch immer so steil ist, daß der aufgeschüttete Boden ohne Schutz rutschen würde, so hat man eine Steinbekleidung anzuwenden.

Die wagrechte Bodenfläche in Fig. 161 bis 164 nennt man eine »Terrasse«. Wird eine Berglehne so umgestaltet, daß anstatt der früheren Steigung sich mehrere derartige wagrechte Ebenen ergeben, so nennt man sie eine »terrassirte«. Die Terrassen werden im folgenden Kapitel besprochen werden.

Die Aufgabe, solche Mauern zweckmäßig zu construiren, ist eine keineswegs leichte, da hierbei die verschiedenartigsten Factoren zu beachten sind. Ja, wir dürfen behaupten, daß bei keiner Art von Bauwerken so viele Einstürze vorkommen, als gerade bei den vorliegenden. Namentlich ist dies bei den Futtermauern der Fall. Hat man bei trockener Jahreszeit die Abgrabung gemacht, und sieht, wie die Bergwand lothrecht da steht, so läßt man sich leicht dazu verführen, die Futtermauer recht schwach anzunehmen oder gar nur eine Verkleidung anzubringen. Kommt aber der Winter und füllen sich die Wasseradern des Berges, so setzen sich die scheinbar so festen Schichtungen in Bewegung; die Mauer hat den vollen Erd- druck auszuhalten, auf den sie nicht berechnet war, und stürzt ein.

Zunächst hat man sich also die Frage nach der zu wählenden Stärke vorzulegen. Die Verfahren der Berechnung derartiger Mauern sind zahlreiche und zum Theile sich widersprechende. Da aber Stützmauern von bedeutender Höhe nicht in das Gebiet des Architekten, sondern das des Ingenieurs fallen, so werden dem ersteren empirische Formeln Ergebnisse von ausreichender Genauigkeit liefern.

133.  
Construccion  
im  
Allgemeinen.

**a) Mauerstärke.**

1) Stärke der Stützmauern. Ist *h* die gegebene Höhe einer Stützmauer und *b* die gefuchte mittlere Stärke derselben, so nehme man in einfachen Fällen:

α) für gut construirt und sorgfältig gearbeitete Mauern bei trockener, wagrecht gelagerter Hinterfüllung

$$b = \frac{2}{7} h;$$

β) für Mauern gewöhnlicher Construccion und nicht zu nasser Hinterfüllung

$$b = \frac{1}{3} h;$$

134.  
Stärke  
der  
Stützmauern.

Fig. 165.

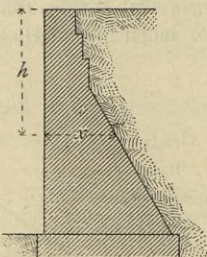


Fig. 166.

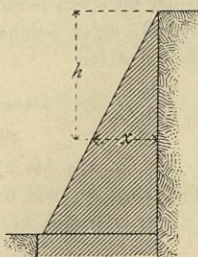
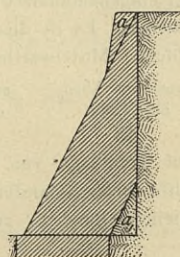


Fig. 167.



γ) bei einem thonigen oder lehmigen Hinterfüllungsmaterial, das in Folge von Nässe oder Quellenbildung dem Abrutschen ausgesetzt ist,

$$b = \frac{3}{7} h.$$

Etwas genauere Ergebnisse für im Trockenem und am Wasser stehende Stützmauern bis zu 10 m Höhe geben *Intze's* Formeln<sup>258)</sup>. Für eine an der Rückseite abgetreppte oder abgeböfchte, an der Vorderseite lothrecht oder mit geringer Neigung ( $\frac{1}{20}$  bis  $\frac{1}{10}$ ) ausgeführte Mauer (Fig. 165) ergibt sich die Mauerfärke  $x$  in der beliebigen Tiefe  $h$  unter der Kronenhöhe:

α) bei naffem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,4 h + 0,016 h^2;$$

β) bei trockenem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,32 h + 0,011 h^2.$$

Für eine Mauer mit lothrechter hinterer Begrenzung (Fig. 166) ergibt sich:

γ) bei naffem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,38 h + 0,006 h^2;$$

δ) bei trockenem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,301 h.$$

Profile für Stützmauern mit Unterschneidung (Fig. 167) können als blofse Abänderungen des vorigen Profiles angesehen werden, welche sich ergeben, wenn für das aus praktischen Rücksichten an der Vorderseite erforderliche Profilstück  $a$  ein nahezu eben so großes Stück  $a_1$  an der Hinterseite weggeschnitten wird.

Für ein Profil, welches an der Vorderseite  $\frac{1}{6}$  geböfcht, an der Rückseite lothrecht ist, giebt *Häfeler* die folgende Tabelle.

Kronenbreite von Stützmauern:

Sichtbare Mauerhöhe	bei einer Ueberfüchtung von								
	0 bis 1 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	20 m	25 m	30 m
1	0,64	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
2	0,84	0,99	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
3	1,04	1,21	1,31	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
4	1,24	1,42	1,54	1,62	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
5	1,44	1,62	1,76	1,86	1,92	1,94	1,94	1,94	1,94
6	1,64	1,82	1,97	2,09	2,17	2,22	2,22	2,22	2,22
7	1,84	2,03	2,18	2,31	2,41	2,48	2,54	2,54	2,54
8	2,04	2,23	2,39	2,53	2,64	2,73	2,82	2,82	2,82
9	2,24	2,43	2,60	2,74	2,86	2,96	3,08	3,14	3,14
10	2,44	2,63	2,80	2,95	3,08	3,19	3,33	3,41	3,44

Meter.

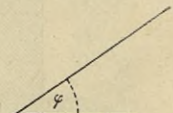
Meter.

Bei eingehenderen Untersuchungen hat man den natürlichen Böschungswinkel  $\varphi$  (Fig. 168) in Rechnung zu ziehen. Es ist dies derjenige Winkel, unter welchem sich die lose aufgeschüttete Hinterfüllungserde abböfcht. Mittelwerthe dieses Winkels sind für

trockenen Thon oder Lehm	naffen Thon oder Lehm	Sand und Kies	Dammerde	Wasser	
$\varphi = 45$	17	26	30	0 Grad.	

Fig. 168.

Auf Grundlage von Art. 318 bis 322 (S. 274 bis 277) in Theil I, Band I, erste Hälfte dieses »Handbuches« läßt sich eben so, wie bei einem Tonnengewölbe (siehe Theil I, Band I, zweite Hälfte dieses »Handbuches«, Art. 471, S. 439 u.



<sup>258)</sup> In: Deutsche Bauz. 1875, S. 232.

Art. 479, S. 447<sup>259</sup>), im Profil einer Stütz-, bezw. Futtermauer die Stützlinie ermitteln; auch hier ist dieselbe die Verbindungslinie jener Punkte, in denen die Resultirende aus allen auf einen Mauerquerschnitt wirkenden äußeren Kräften diesen Querschnitt schneidet.

Mauern von gleichem Widerstande (d. h. solche, deren Stärke an jedem Punkte dem Erddrucke entspricht) erhält man bei nahezu wagrecht abgeglicherer Hinterfüllung nach *Zimmermann*<sup>260</sup>), wenn man die Construction so wählt, daß sämmtliche wagrechte Lagerfugen von der Stützlinie in der vorderen Grenze des mittleren Drittels gefchnitten werden. Das Profil solcher Mauern ermittelt man am einfachsten auf graphischem Wege, wobei von vornherein bezüglich der Wirkungsweise des Erddruckes zwei Annahmen gemacht werden:  $\alpha$ ) daß der Erddruck in  $\frac{1}{3}$  der Mauerhöhe angreife und  $\beta$ ) daß der Erddruck mit der Hinterfläche der Mauer den Winkel  $\lambda = 90^\circ - \varphi$  bilde. Bezeichnet man die Basisbreite der Mauer mit  $x$ , mit  $h$  wieder deren Höhe, so gilt hierfür die Formel

$$x = h \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \text{ oder } x = h \operatorname{tg} \frac{\lambda}{2}.$$

Bezeichnet man außerdem den Winkel, welchen die hintere Mauerfläche mit der Lothrechten bildet, mit  $\alpha$ , so ist

$$\frac{x}{h} = \operatorname{tg} \alpha, \text{ mithin } \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \frac{\lambda}{2} \text{ und } \alpha = \frac{\lambda}{2}.$$

Man erhält also die Basisbreite zu einer beliebigen Höhe  $h$ , indem man an  $h$  den Winkel  $\alpha = \frac{\lambda}{2}$  anträgt (Fig. 169 u. 170).

In Fig. 169 ist für die Hinterfüllung der Winkel  $\varphi = 26$  Grad angenommen; man hat also  $\alpha = 32$  Grad anzutragen. In Fig. 170 ist Wasser die Hinterfüllung, mithin  $\alpha = 45$  Grad.

Wird außer der im Profile überall gleichmäßigen Standicherheit auch eine gleichmäßige Vertheilung des Lagerdruckes verlangt, was bei preßbarem Untergrunde der Fall sein wird, dann muß man ein Profil wählen, bei welchem die Stützlinie möglichst in die Mitte fällt. Dies wird nach *Zimmermann*<sup>260</sup>)

beim Profil des gleichschenkeligen Dreieckes erreicht. Man errichte in der Mitte  $A$  (Fig. 171 u. 172) der Mauerbasis die Senkrechte zur natürlichen Böschung bis zum Schnittpunkte  $C$  mit einer Wagrechten in halber Mauerhöhe und beschreibe aus  $C$  einen Kreis durch die Spitze  $B$  der Mauer (derselbe geht natürlich zugleich durch  $A$ ); dieser schneidet die in  $\frac{1}{3}$  der Mauerhöhe gezogene Wagrechte in einem Punkte  $D$  der Hinterfläche.  $D$  ist zugleich Angriffspunkt des Erddruckes. Hiermit ist die Neigung der Hinterfläche und, da die Vorderfläche dieselbe Neigung gegen die Lothrechte hat, das ganze Mauerprofil bestimmt.

Wie aus Fig. 171 u. 172 ersichtlich, wird in diesem Falle der Querschnitt wesentlich größer, als wenn nur gleichmäßige Standicherheit verlangt wird.

Will man das Princip der durchweg gleichen Widerstandsfähigkeit verlassen und nur einen auf die wagrechte Mauerbasis gleichmäßig vertheilten Druck erreichen, so muß man auf die Trapezform übergehen. Man nehme (Fig. 173) die obere Breite  $b$  beliebig an, vielleicht nach der Breite der Deckplatten oder bei höheren Mauern  $\frac{1}{6}$  bis  $\frac{1}{4}$  der Höhe. Dann verbinde man  $A$  mit  $E$  und trage in  $A$  an  $AE$  den Winkel  $\varphi$  an, errichte in der Hälfte von  $AE$  die Senkrechte und schlage um  $C$  als Mittelpunkt einen Kreis durch  $E$  und  $A$ . Eine Wagrechte in der Höhe  $\frac{h}{3}$  wird von diesem in  $D$  gefchnitten. Verbindet man  $E$  mit  $D$ , so erhält man die Hinterfläche der Mauer und symmetrisch dazu auch die Vorderfläche.

Den Trockenmauern giebt man (nach *v. Kaven*<sup>261</sup>)  $1\frac{1}{4}$  bis  $1\frac{1}{2}$  der Stärke von Mörtelmauern.

<sup>259</sup>) 2. Aufl.: Art. 261, S. 247 u. Art. 270 bis 275 (S. 255 bis 260).

<sup>260</sup>) In: Deutsche Bauz. 1881, S. 430.

<sup>261</sup>) Siehe: Vorträge über Eisenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen. II. Stützmauern und Steinbekleidungen. 3. Abdr. Aachen 1875.

Fig. 169.

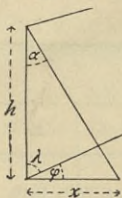


Fig. 170.

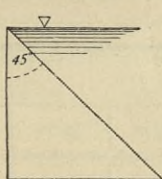


Fig. 171.

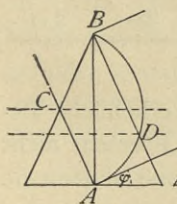


Fig. 172.

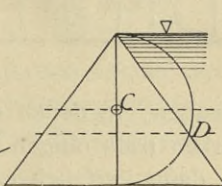
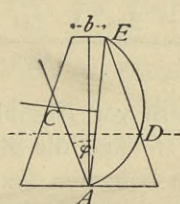


Fig. 173.



135.  
Stärke  
der  
Futtermauern.

2) Stärke der Futtermauern. Solche Mauern, welche auf die volle Höhe der Abgrabung geführt werden, erhalten nach *v. Kaven*<sup>261</sup>) ihre obere Stärke  $d$ , wenn  $h$  ihre sichtbare Höhe bezeichnet, nach der Formel

$$d = 0,29 m + 0,17 h.$$

Für Futtermauern mit der Erdüberhöhung  $H$  (d. h. wenn das natürliche Terrain ansteigt) gilt die Formel

$$d = 0,29 m + 0,27 h - 0,1 h \left(1 - \frac{H}{3 h}\right)^2.$$

Für ein Profil, welches an der Vorderseite  $\frac{1}{6}$  geböschet, an der Rückseite lothrecht ist, giebt *Häfeler* die folgende Tabelle.

Kronenbreite von Futtermauern:

Sichtbare Mauerhöhe	bei einer Ueberschüttung von								
	0 bis 1 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	20 m	25 m	30 m
1	0,46	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
2	0,63	0,73	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
3	0,80	0,97	1,07	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
4	0,97	1,15	1,27	1,35	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
5	1,14	1,32	1,46	1,56	1,62	1,64	1,64	1,64	1,64
6	1,31	1,49	1,64	1,76	1,84	1,89	1,91	1,91	1,91
7	1,48	1,67	1,82	1,95	2,05	2,12	2,18	2,18	2,18
8	1,65	1,84	2,00	2,14	2,25	2,34	2,43	2,45	2,45
9	1,82	2,01	2,18	2,32	2,44	2,54	2,66	2,72	2,72
10	1,99	2,18	2,35	2,50	2,63	2,74	2,88	2,96	2,99

Meter.

Meter.

Handelt es sich um Futtermauern vor Abgrabungen, in denen erhebliche Bewegungen bereits angefangen haben, so sind die Stärken nach obigen Formeln nicht genügend. Wie dieselben alsdann zu bemessen sind, dafür läßt sich eine allgemeine Regel nicht geben. In folchem Falle bleibt nichts übrig, als zu probiren und eine etwa zu schwach ausgefallene Futtermauer durch Strebebeyler abzusteuern.

136.  
Stärke  
der  
Verkleidungs-  
mauern.

3) Stärke der Verkleidungsmauern. Nach *v. Kaven* erhalten dieselben folgende Mafse:

bis 2<sup>m</sup> Höhe: 0,4<sup>m</sup>, gleiche Stärke,

von 2 bis 6<sup>m</sup> Höhe: 0,6<sup>m</sup>, gleiche Stärke,

über 6<sup>m</sup> Höhe: obere Stärke 0,7<sup>m</sup>, untere Stärke  $0,7 m + \frac{h}{10}$ .

137.  
Stärke  
der Stein-  
bekleidungen.

4) Stärke der Steinbekleidungen an Erdauffschüttungen. Dieselbe ist von der größeren oder geringeren Neigung der Böschung und vom Schüttungsmateriale des Erdkörpers abhängig, so dafs sich auch hier allgemeine Regeln nicht geben lassen.

Bei vorsichtiger Schüttung und nicht zerfließendem Materiale kann man  $1\frac{1}{2}$ -malige, selbst  $1\frac{1}{4}$ -malige Böschungen<sup>262)</sup> ohne Bekleidung ausführen. Bis zur 1-maligen

<sup>262)</sup> Die schrägen Seitenflächen eines Erdkörpers nennt man Böschungen. Ist ein Punkt einer Erdböschung vom Böschungsfuße lothrecht gemessen 1<sup>m</sup>, wagrecht gemessen 1<sup>m</sup>,  $1\frac{1}{4}$  m,  $1\frac{1}{2}$  m . . . entfernt, so sagt man, der Erdkörper habe 1-,  $1\frac{1}{4}$ -,  $1\frac{1}{2}$ -. . . malige Böschung. (Vor Einführung des Metermaßes war die Bezeichnung 1-,  $1\frac{1}{4}$ -,  $1\frac{1}{2}$ -. . . füßige Böschung üblich, die man auch jetzt noch vorfindet.)



Böschung wird in der Regel sofortige Rafenbekleidung genügen. Bei noch steilerer Böschung ist die letztere durch Steinbekleidung zu schützen, welche man bei  $\frac{1}{2}$ -maliger Böschung bereits vollständig als Stützmauer zu behandeln und zu berechnen hat.

### b) Construction und Ausführung.

Bei der Wahl des Materials hat man in erster Linie darauf zu sehen, daß dasselbe, besonders zur äußeren Ansicht, wetterbeständig sei. Hygrokopisches Material ist möglichst zu vermeiden, da sich die Feuchtigkeit des Berges oder der Schüttung in dasselbe hineinzieht und starker Frost nach und nach eine Zerstörung herbeiführt. Besonders gefährlich ist dies bei Bekleidung mit Marmor. Backsteinmauern, wenn sie nicht durch und durch von sehr hart gebrannten Steinen aufgeführt sind, bekommen bald ein scheckiges, häßliches Aussehen. Bei werthvollem und empfindlichem Materiale wird man gut thun, nicht allein die obere Fläche mit Asphalt abzudecken, sondern auch die ganze Hinterseite in Cement zu fugen und mit einem Gemisch von Goudron und Theer zu streichen. Will man noch weiter gehen, so legt man eine Luftschicht ein, wie dies z. B. bei der Stützmauer des Curgartens in Burtfcheid (Fig. 186 u. 187) geschehen ist, wo außerdem Asphaltabdeckung angewendet wurde.

138.  
Wahl  
des  
Materials.

Ist die Mauer nach außen geböschet, so wird der Fugenschnitt senkrecht zur Böschungsfäche gestellt. Dies ist auch in statischer Beziehung dann zu empfehlen, wenn, wie bei den meist üblichen Profilen mit lothrechter Hinterwand, die Stützlinie annähernd parallel zur Böschungsfäche geht. Ist bei derartigen Profilen die Ansichtsfäche stark geneigt, so daß an der Hinterfäche ein zu starker Verhau des Materials stattfinden müßte, so wird der Fugenschnitt in der vorderen Hälfte der Mauer senkrecht zur Vorderfront, in der hinteren Hälfte senkrecht zur Hinterfront gestellt, so daß sich also in der Mitte der Mauer ein Knick in der Lagerfuge bildet. Eine stärkere Neigung als  $\frac{1}{5}$  giebt man nicht gern, da bei wagrechter Fuge die Ansichtsfäche zu spitz werden, bei geneigter Fuge das Eindringen des Tagewassers zu sehr begünstigt wird.

139.  
Fugenschnitt.

Bei der Ausführung derartiger Mauern aller vier Arten ist zunächst auf Sicherung des Fußes zu achten. Stets muß die Mauer etwas in den gewachsenen Boden vertieft werden, selbst wenn dieser aus festem Felsen besteht, da sonst leicht ein Abgleiten stattfindet. Bei Lehmboden und anderen Erdarten, eben so bei Feuchtigkeit aufnehmendem Gestein, ist für die Fundamentstärke die frostoffreie Tiefe maßgebend.

140.  
Befestigung  
des  
Fußes.

Vor Errichtung von Futtermauern ist zu untersuchen, ob die Bergwand etwa quellig ist. In diesem Falle ist eine Trockenmauer, in Moos hergestellt, praktischer, als eine in Mörtel ausgeführte, da erstere das Bergwasser ungehindert hindurchtreten läßt. Oft kann man durch Drainiren eine genügende Abtrocknung des Terrains herbeiführen, wobei man dann die Hauptdrains durch die Futtermauer zu führen hat.

141.  
Entwässerung.

In Mörtelmauern läßt man in regelmäßigen Abständen schmale Schlitze, deren Sohle in Cement oder Haufstein abgewässert wird.

Um ein Verschlammen derselben zu vermeiden, werden die Oeffnungen an der Hinterseite bei der Aufmauerung zuerst mit grobem Gerölle, dann mit Kies umpackt (siehe Fig. 188, S. 155).

Hat man auf die Schönheit Rücksicht zu nehmen, so ist die Anwendung von Schlitzen weniger zu empfehlen, da sich unterhalb derselben schmutzige Stellen, im Winter auch Eisablagerungen bilden. Alsdann muß man die Hauptdrains durch das

Fundament führen und vor der Mauer einen gedeckten Canal in frostoffreier Tiefe anlegen, welcher die Drains aufnimmt.

Bei Stützmauern ist, falls die Schüttung auf abhängigem Terrain ausgeführt werden soll, dieselbe Vorsicht zu beobachten.

Wir geben hierfür als Beispiel die Entwässerung der Stützmauer des Bahnhofes Malsfeld in Hessen (Fig. 174<sup>263</sup>).

*ab* ist die Neigung des natürlichen Terrains. In dasselbe sind Sickerschlitzze eingeschnitten und mit Steinpackung ausgefüllt, welche sich unter 45 Grad an Hauptschlitzze anschließen. Letztere führen das gefammelte Wasser unter der Stützmauer durch in einen Abzugscanal.

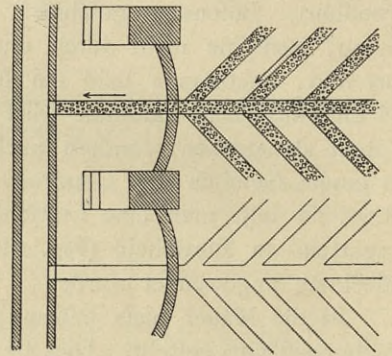
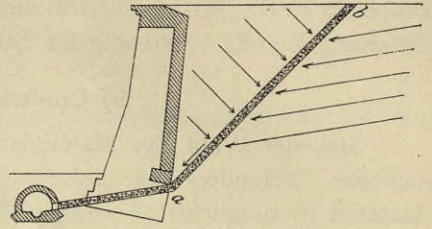
Wir kommen nunmehr zur Gestaltung der Stütz- und Futtermauern in constructiver und architektonischer Beziehung.

Für Stützmauern ist in Deutschland am meisten verbreitet das sog. französische Profil mit lothrechter oder besser unter  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{6}$  geneigter Vorderfläche (Fig. 175). Die Stärke wird in der Mitte zu  $\frac{1}{3}$  der sichtbaren Höhe angenommen, die Hinterwand in Abfätze von 1 m Höhe eingetheilt. Letztere dürfen nicht zu stark einspringen, am besten 15 bis 20 cm, da sich sonst die Schüttung beim Setzen an den Abfätzen aufhängt und so ständig Erdrisse und Verfackungen in der Plattform sich zeigen. Die Oberfläche der Mauer wird von der Deckplatte an zweckmäfsig nach hinten abgewärfert.

Die architektonische Ausbildung derartiger Mauern ist eine sehr beschränkte. Allenfalls kann man, um die großen Flächen zu beleben, einige Pfeiler hervorziehen, die in so fern auch constructiv begründet sind, als dadurch die Standfähigkeit der Mauer erhöht wird (siehe Fig. 177<sup>265</sup>); den Hauptschmuck wird stets eine reichere Brüstung bilden.

Neuere Untersuchungen haben ergeben, dafs das französische Profil rationeller und sparsamer ausgebildet werden kann. Eine Formel für die Stärke derartiger Stützmauern mit lothrechter Vorderfläche, nach der sich eine Begrenzungscurve für die hintere Fläche derselben ergibt, hat *J. W. Schwedler*<sup>264</sup>) aufgestellt.

Fig. 174.



Stützmauer am Bahnhof Malsfeld<sup>263</sup>).  
1/200 w. Gr.

142.  
Stützmauern  
mit  
französischem  
Profil.

Fig. 175.

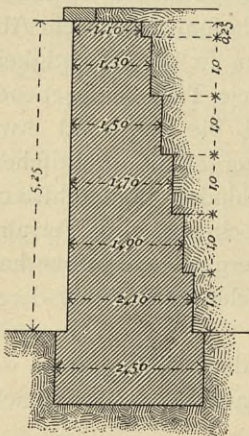
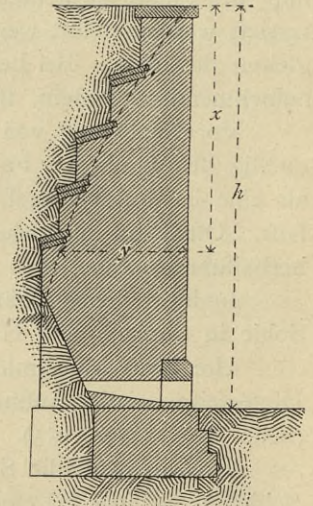


Fig. 176.

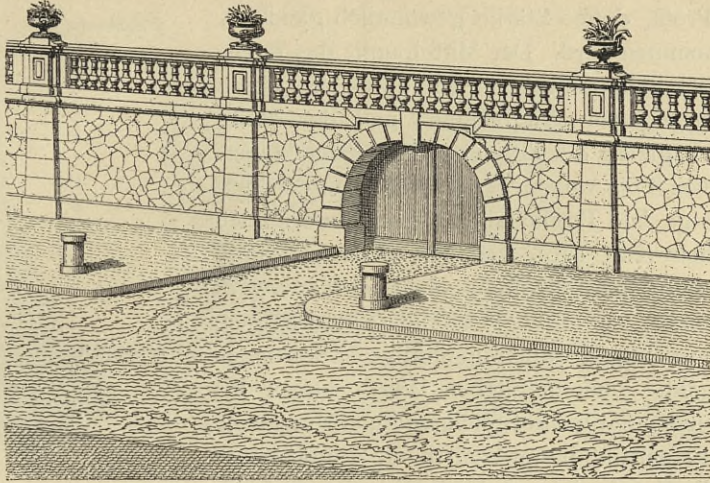


263) Nach: Zeitchr. f. Bauw. 1880, S. 447. — Deutsche Bauz. 1880, S. 523.

264) Vergl.: Zeitchr. f. Bauw. 1871, S. 280.

265) Facf.-Repr. nach: VIOLET-LE-DUC & F. NARJOUX. *Habitations modernes*. Paris 1875. Pl. 150.

Fig. 177.

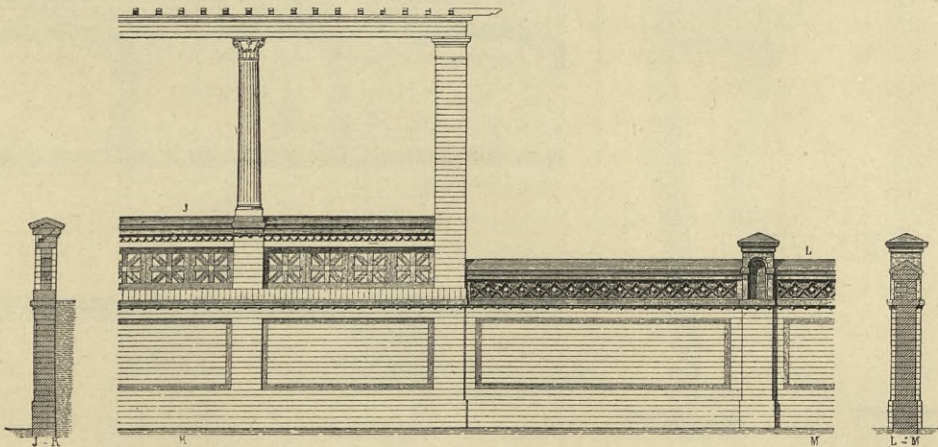
Von einer Villa in Palavas<sup>265)</sup>.

Die Formel giebt eine veränderliche Stärke der Futtermauer (Fig. 176)

$$y = \frac{x}{2} \sqrt{\frac{3h - 2x}{h + x}},$$

worin  $h$  die frei stehende Höhe der Mauer und  $x$  den Abstand eines beliebigen Punktes der Vorderfläche von der Oberkante derselben bedeutet. Nahezu der Größtwerth der Stärke liegt auf  $\frac{1}{3} h$  von unten, und zwar wird hier  $y =$  rund  $\frac{1}{3} h$ . Die Abfälle an der Hinterseite sollen so angeordnet werden, daß die berechnete Begrenzungscurve innerhalb des Mauerwerkes bleibt.

Fig. 178.

Von der Villa v. d. Heydt bei Berlin<sup>266)</sup>.

ca.  $\frac{1}{100}$  w. Gr.

Eine reizvolle Fortsetzung einer Gartenmauer in eine Stützmauer zeigt die Umfriedigung der Villa v. d. Heydt bei Berlin in Fig. 178<sup>266)</sup>; die geringe Stärke der Stützmauer ist so zu erklären, daß die Schüttung nur auf eine kurze Strecke die angedeutete Höhe von 1,65 m hat.

<sup>266)</sup> Facf.-Repr. nach: Zeitschr. f. Bauw. 1863, Bl. 9.

143.  
Stützmauern  
mit englischem  
Profil.

Fig. 179 zeigt ein in England gebräuchliches, gekrümmtes Profil, dessen Stärke gewöhnlich gleich  $\frac{1}{5}$  der Höhe genommen wird. Der Mittelpunkt des Kreisbogens befindet sich meistens in der durch die obere Mauerkante gezogenen Wagrechten, und der Halbmesser ist etwa gleich der doppelten Höhe der Mauer. In Abständen von 3 bis 5 m sind Strebepfeiler angeordnet.

144.  
Stützmauern  
mit Unter-  
schneidung.

Neuerdings sind Profile mit hinterer Unterschneidung sehr beliebt (Fig. 176). Indessen ist die hierdurch erzielte Material-Ersparnis im aufgehenden Mauerwerk keine bedeutende, dafür die Herstellung schwieriger; auch hat man in einigen Fällen ungünstige Erfahrungen hiermit gemacht. Oekonomischen Werth haben die Unterschneidungen nur bei kostspieligen Fundirungen, da die Material-Ersparnis hauptsächlich die Fundamente betrifft und die Basisbreite erheblich reducirt wird <sup>267)</sup>.

145.  
Stützmauern  
mit Pfeiler-  
Construktion.

Stützmauern aus einzelnen Pfeilern mit dazwischen gespannten stehenden Gewölben sind mehrfach ausgeführt, stellen sich bei theurer Fundamentirung billiger, als massive, und haben sich gut bewährt, z. B. bei der unterirdischen Eisenbahn in London. Wir geben in Fig. 180 u. 181 die bereits oben erwähnte Stützmauer des Bahnhofes in Malsfeld.

Fig. 179.

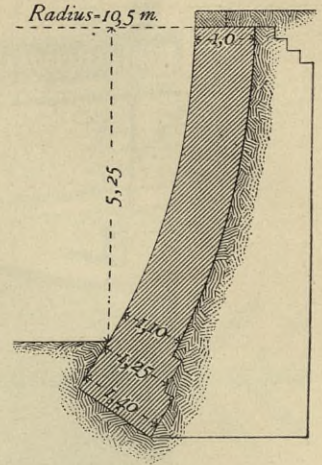
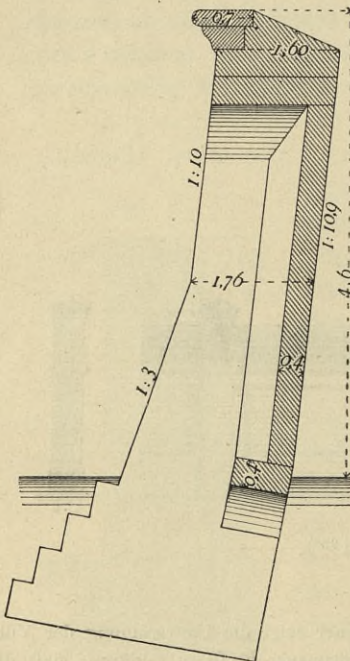


Fig. 180.

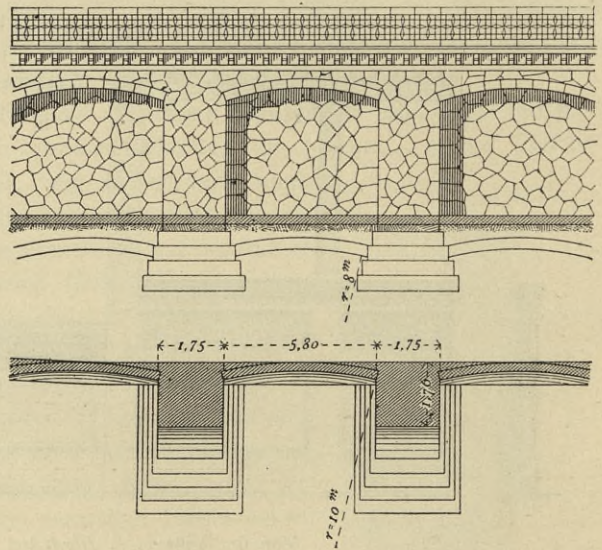
Querschnitt.



$\frac{1}{75}$  w. Gr.

Fig. 181.

Ansicht und Grundrifs.



$\frac{1}{200}$  w. Gr.

Stützmauer am Bahnhof Malsfeld <sup>268)</sup>.

<sup>267)</sup> Vergl.: Zeitfchr. f. Bauw. 1871, S. 281.

Fig. 182.  
Ansicht.

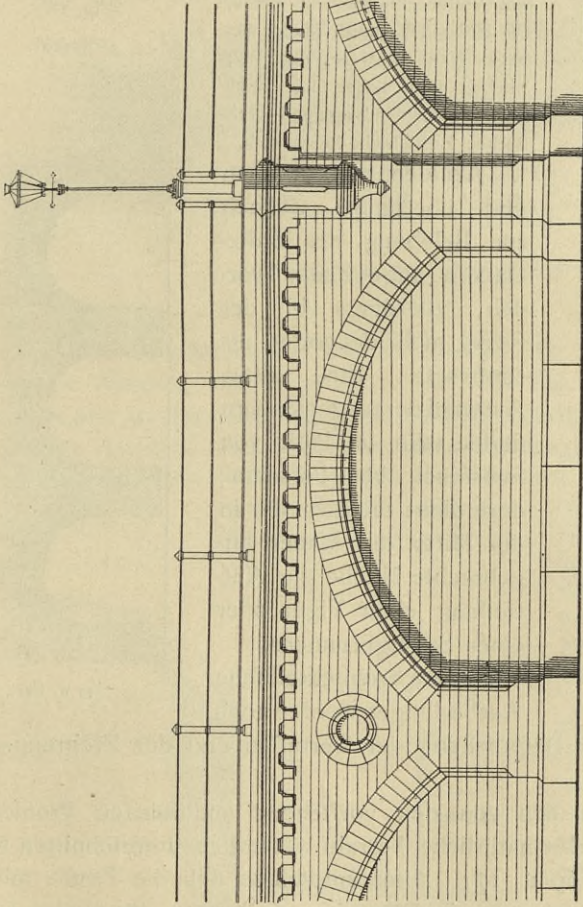


Fig. 183.  
Querschnitt.

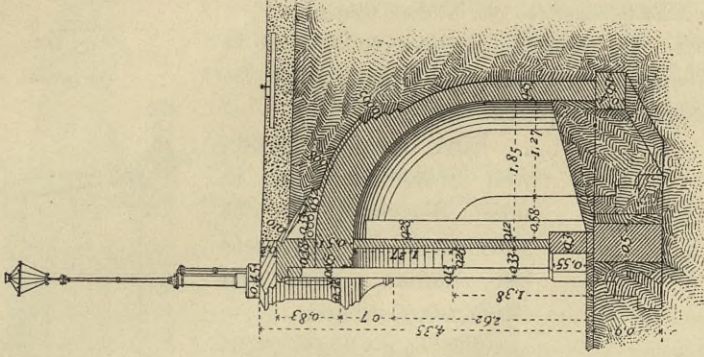
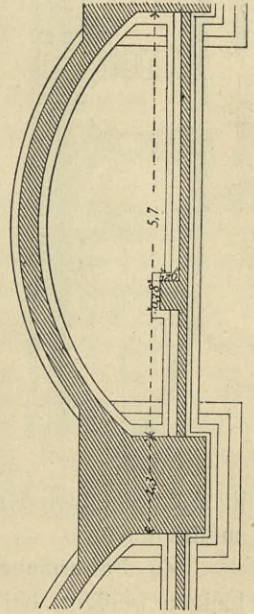


Fig. 184.  
Grundriß.



$\frac{1}{100}$  w. Gr.

Stützmauer am Centralbahnhof zu Hannover.

Der äußerst ungünstige Baugrund bedingte eine Construction von großer Stabilität mit möglichst geringen Mauermaßen. Das stehende Gewölbe soll den Erddruck aufnehmen und auf die Pfeiler übertragen; das untere dient den stehenden zur Stütze.

Eine ähnliche Construction zeigt die Stützmauer des Bahnhofes in Hannover (Fig. 182 bis 184); nur ist hier eine schwache Abfchluswand vor den Nischen vorgeföhren.

Es ist klar, daß sich derartig gegliederte Mauern in architektonischer Hinsicht am meisten empfehlen, weil sie eine lebendige Schattenwirkung geben.

Eine der interessantesten Stützmauern ist in dieser Beziehung die des Curgartens in Burtfcheid bei Aachen, 1876 von *Middeldorf* erbaut.

Wie Fig. 185 bis 187 zeigen, sind die zwischen den Pfeilern gespannten Gewölbe zur Bildung von offenen Nischen benutzt, welche den Curgäften bei schlechtem Wetter eine Zuflucht bieten. Die Höhe der ganzen Mauer beträgt 5 m; die Gewölbe der Nischen sind außer der 12 cm starken Verblendung und 5 cm starken Luftschicht 38 cm dick.

Apsidenartige Nischen sind überhaupt vielfach zur Belebung der Stützmauern angewendet worden, allerdings in der Regel mehr decorativ, als constructiv. Eine große Auswahl derartiger Mauern findet man im Park von Sansfouci bei Potsdam; dort dient meistens die in der Mitte der Mauer angebrachte Nische zur Aufstellung einer Figur oder eines Springbrunnens.

Andere architektonische Ausbildungen werden noch

in den folgenden Kapiteln bei Besprechung der Terrassen und der Freitreppen vorzuführen sein.

Zu Futtermauern eignen sich von den vorstehend angeführten Profilen diejenigen weniger, bei welchen das natürliche Terrain wesentlich unterfchnitten werden müßte, wie z. B. Fig. 165, 169 u. 171. Hier empfehlen sich die Profile mit lothrechter, bezw. geböschter Hinterwand, wie Fig. 166, 167, 179 u. 180 mehr, namentlich dann, wenn die Bodenart so beschaffen ist, daß sie bei der Ausschachtung lothrecht oder schwach geneigt stehen bleibt, mithin das Mauerwerk unmittelbar gegen den

Fig. 186.

Querschnitt.

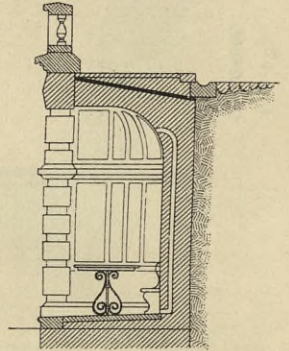


Fig. 187.

Grundrißs.

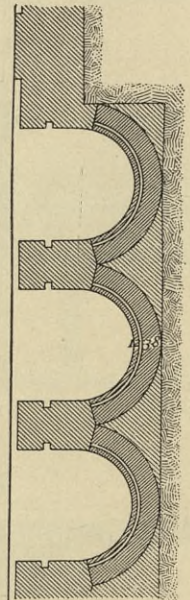
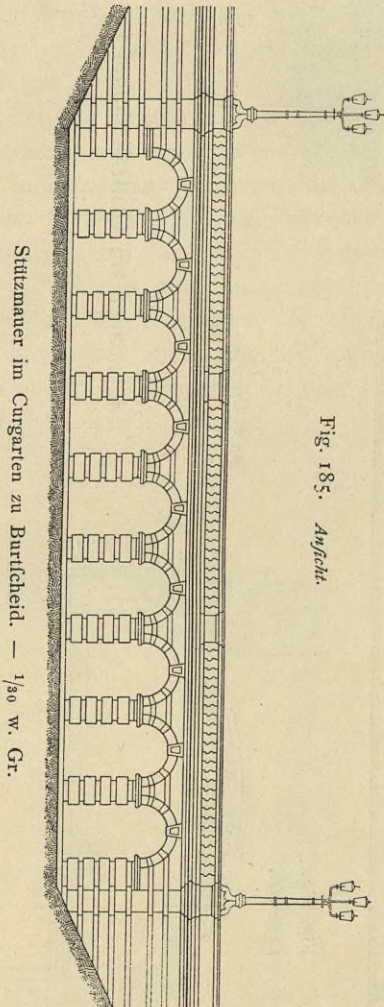
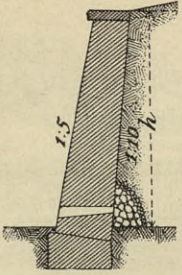
 $\frac{1}{15}$  w. Gr.Fig. 185.  
Aufsicht.Stützmauer im Curgarten zu Burtfcheid. —  $\frac{1}{30}$  w. Gr.

Fig. 188.

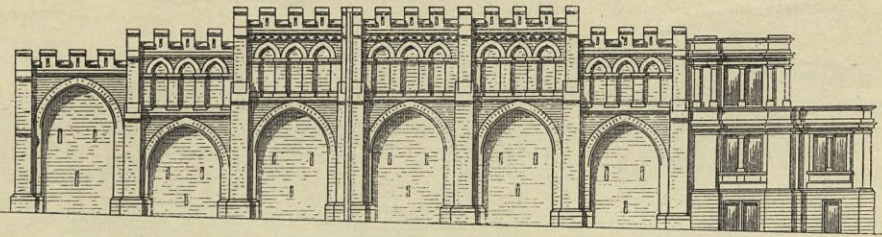


gewachsenen Boden angestoßen werden kann. Man braucht also nicht mehr Boden auszufschachten, als unbedingt nöthig ist, vermeidet auch das kostspielige Hinauffchaffen der für die Hinterfüllung nöthigen Massen, mit Ausnahme von geringen Mengen, welche vielleicht durch Fehler der Erdarbeit nöthig werden. Recht zweckmäsig ist das trapezförmige Profil in Fig. 188, bei welchem die Vorderansicht unter  $1 : 5$ , die Hinteransicht unter  $1 : 10$  geneigt ist.

Auf der Untergrund-Eisenbahn in London wurden im Jahre 1881 Futtermauern von Beton ausgeführt, vorn  $1 : 12$  geböschet, rückwärts unregelmäsig begrenzt und dem Terrain genau sich anschliefsend. Hierbei wird der Vortheil erreicht, dafs hinter der Mauer keine Höhlungen, welche zu Senkungen des Terrains, des Strafsenpflasters etc. Anlafs geben könnten, verbleiben.

Die architektonische Ausbildung wird bei dieser Gattung von Mauern in der Regel auf die des Brüstungsgeländers beschränkt; zur Belebung der Fläche können auch hier Pfeilervorsprünge angewendet werden (vergl. Fig. 177, S. 151).

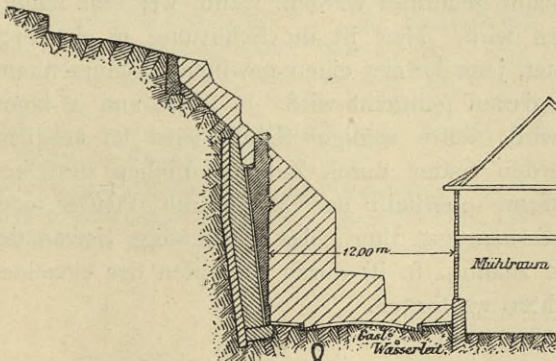
Fig. 189.

Futtermauer an der Mühlstrafse zu Tübingen <sup>267)</sup>. $\frac{1}{50}$  w. Gr.

Verbindet man letztere durch Arcaden- und Brüstungswerk, so kann eine recht lebendige Wirkung erzielt werden, wie dies Fig. 189 u. 190 zeigen, welche eine Futtermauer an der Mühlstrafse in Tübingen darstellen.

Diese vor festem, mit Sandsteinlagern durchsetztem Mergel stehende Mauer wurde mit unterschneitem Profil in der Weise hergestellt, dafs die Unterschneidung auf etwa  $\frac{2}{3}$  der Mauerhöhe beginnt und die hintere Mauerbegrenzung alsdann parallel der Vorderfläche bleibt. Die Stärke dieser 8,7 bis 10,4 m hohen Mauer ist 1,35 m. Eine 0,5 m starke Hinterpackung aus Trockenmauerwerk sorgt für die Entwässerung der Mauer. Das in ihr herabrieselnde Wasser wird von einem hinter dem Fusse der 0,8 m tief gegründeten Mauer liegenden kleinen Canale aufgenommen, welcher seinen Inhalt in den Strafsen-Canal abgibt. Das Pfeilermauerwerk ist im Querschnitt durch dunklere Schraffirung angedeutet. Die architektonische Gliederung ist von Katz in Tübingen erfunden <sup>268)</sup>.

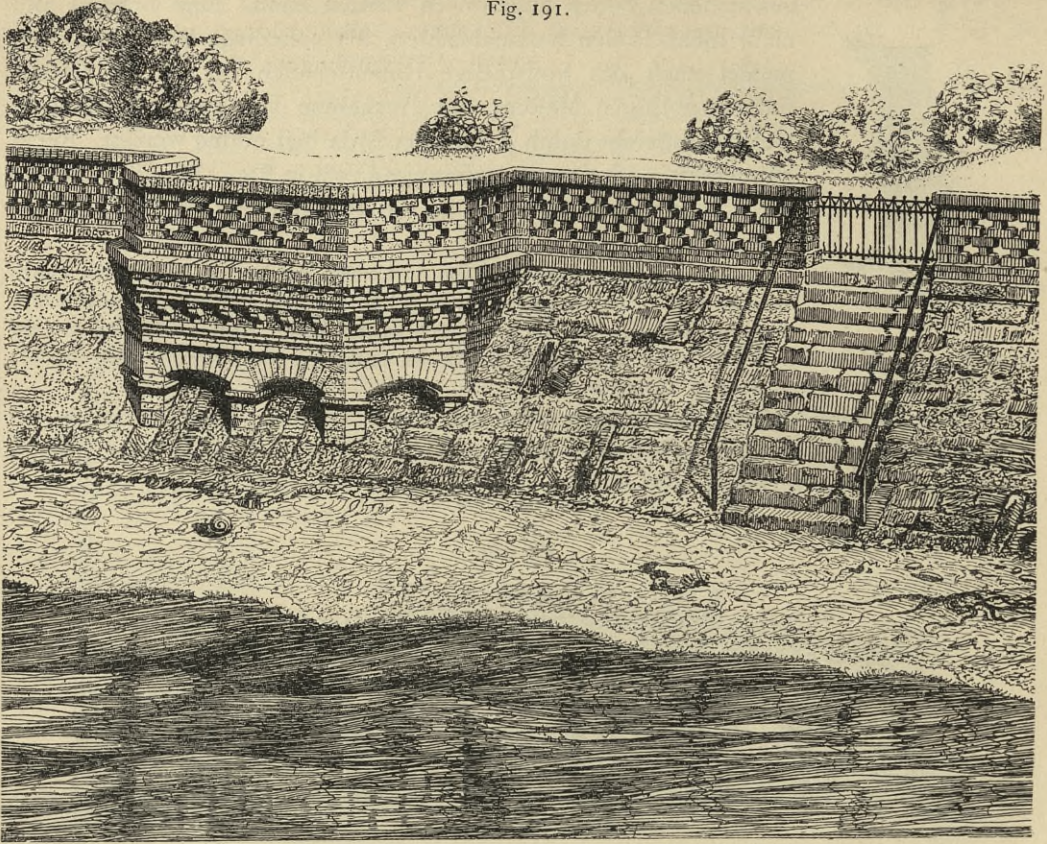
Fig. 190.

Querprofil zu Fig. 189 <sup>268)</sup>. $\frac{1}{50}$  w. Gr.

Die Verkleidungsmauern unterscheiden sich von den Stützmauern

147-  
Verkleidungen.<sup>268)</sup> Nach: Deutsche Bauz. 1887, S. 545.

Fig. 191.

Von einer Villa in Houlgate<sup>269)</sup>.

nur durch die geringere Stärke; im Uebrigen find Construction und Gestaltung die gleichen.

Ueber Steinbekleidungen ist dem in Art. 137 (S. 148) Gefagten nichts weiter hinzuzufügen. Architectonisch belebt man dieselben, wie Fig. 191<sup>269)</sup> zeigt, durch das Einlegen von Treppen, Auskragen von Balcons etc.

148.  
Hinterfüllung.

Zum Schlusse hätten wir noch etwas über die Hinterfüllung von Stützmauern zu sagen. Die sicherste Construction kann gefährdet werden, wenn, wie sehr häufig, die Hinterfüllung leichtsinnig betrieben wird. Hier ist die Schüttung in einzelnen Lagen durchaus erforderlich, von denen jede bereits einen gewissen Zusammenhang erlangt haben muß, ehe die folgende darauf gebracht wird. Je fester und je lagerhafter die Hinterfüllung ausgeführt wird, desto weniger Schub wird sie ausüben, und um so weniger Nacharbeiten werden später durch Zusammenfinken derselben erforderlich werden. Soll die Plattform oberhalb der Mauer mit Pflaster oder Plattenbelag versehen werden, so wird man gut thun, das vollständige Setzen des Erdbodens abzuwarten. Ist dies nicht zulässig, so ist durch Stampfen der einzelnen Auftragschichten für möglichstes Dichten zu sorgen.

<sup>269)</sup> Facf.-Repr. nach: VIOLLET-LE-DUC, E. & F. NARJOUX. *Habitations modernes*. Paris 1875. Pl. 51.



## Literatur

über »Stützmauern«.

- Mur de soutènement de la terrasse de Meudon. Revue gén. de l'arch.* 1859, S. 243 u. Pl. 52.
- CUNO. Die Steinpackungen und Futtermauern der Rhein-Nahe-Eisenbahn. *Zeitschr. f. Bauw.* 1861, S. 613.
- Types des murs de soutènement du chemin de fer de Lyon à Avignon. Nouv. annales de la const.* 1869, S. 60.
- REBHANN, G. Theorie des Erddruckes und der Futtermauern. Wien 1871.
- SCHMITT, E. Der Erdkuntfbau auf Strafsen und Eifenbahnen. I. Theil: Futtermauern und Durchläffe. Leipzig 1871.
- SARRAZIN. Ueber Ausföhrung schiefer Gewölbe, desgl. Futtermauern mit Unterschneidungen an der hintern Seite derselben. *Zeitschr. f. Bauw.* 1871, S. 281.
- SCHMITT, E. Empirische Formeln zur Bestimmung der Stärke der Futtermauern. *Zeitschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1871, S. 336.
- NOWACK. Ein Beitrag zur Konstruktioin der Futtermauern mit lothrechter Vorderfläche. *Deutsche Bauz.* 1872, S. 246.
- TATE, J. S. *Surcharged and different forms of retaining walls.* London 1873.
- HÄSELER, E. Beitrag zur Construction der Futter- und Stützmauern. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1873, S. 36.
- On retaining walls. Building news,* Bd. 25, S. 421, 465, 478.
- KECK. Vergleichung einiger trapezförmiger Futtermauer-Profile. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1874, S. 395; 1875, S. 347.
- KAVEN, A. v. Vorträge über Eifenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen. II. Stützmauern und Steinbekleidungen. 3. Abdr. Aachen 1875.
- ZIMMERMANN, H. Ueber die zweckmäfsigste Form einer Stützmauer. *Civiling.* 1875, S. 159.
- INTZE. Ueber die erforderliche Stärke der gebräuchlichsten Formen von Quaimauern, Stützmauern und Thalsperren. *Deutsche Bauz.* 1875, S. 232, 243, 252.
- GRÜTTEFIEN. Futtermauern auf Bahnhof Hannover. *Deutsche Bauz.* 1877, S. 222.
- BAUMEISTER, R. Allgemeine Constructionslehre des Ingenieurs. Ausgearbeitet von E. v. FELDEGG. II. Theil: Theorie des Erddruckes, Stützwände gegen den Erddruck. Karlsruhe 1878.
- HOLLSTEIN's patentirte offene Stützmauern mit horizontaler Bodenstützung. *Deutsche Bauz.* 1878, S. 243.
- KÜLP. Ueber vortheilhafte Anlagen von Futtermauern an Gehängen. *Zeitschr. f. Baukde.* 1878, S. 507.
- FOEPL, A. Ueber die zweckmäfsigste Construction der Stützmauern. *Civiling.* 1878, S. 577.
- KREUTER, F. Graphische Konstruktioin eines Stützmauer-Profils. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 366.
- Zur Konstruktioin von Stützmauern. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 508.
- HOYFR, A. Futtermauern auf Bahnhof Hannover. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 512.
- WILCKE, E. Futtermauer bei dem Bahnhofe Malsfeld. *Deutsche Bauz.* 1880, S. 523.
- DUBOSQUE, J. *Études théorétiques et pratiques sur les murs de soutènement et les ponts en maçonnerie.* Paris 1881. — 3. Aufl. 1884.
- CRUGNOLA, G. *Sui muri di sostegno delle terre e sulle traverse dei serbatoi d'acqua.* Turin 1882.
- LAMBERT, A. & A. RYCHNER. *L'architecture en Suisse aux différentes époques.* Basel-Genf 1883. Pl. 33.
- Handbuch der Ingenieurwissenschaften. I. Band, 2. Abth.: Konstruktioin der Stütz- und Futtermauern, Strafsen- und Grundbau. 2. Aufl. Leipzig 1884.
- LYMAN, J. F. *Retaining walls. Building,* Bd. 3, S. 9, 21.
- Mur de soutènement. La semaine des const.,* Jahrg. 10, S. 26.
- PUSTAU v. Bestimmung von Futtermauerstärken. *Deutsche Bauz.* 1886, S. 445, 461.
- Ermittelung von Futtermauer-Querchnitten. *Zeitschr. f. Bauw.* 1886, S. 128. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1886, S. 628.
- Ueber Querchnitsbestimmung bei Futtermauern. *Wochbl. f. Baukde.* 1886, S. 331.
- Neue Strafsen-Anlage in Tübingen. *Deutsche Bauz.* 1887, S. 544.
- KOENEN, M. Zur Querchnitsbestimmung von Futtermauern. *Wochbl. f. Baukde.* 1887, S. 133.

## 2. Kapitel.

## Terrassen und Perrons.

Von † FRANZ EWERBECK <sup>270)</sup>.

## a) Terrassen.

149.  
Theile.

Terrassen sind wagrechte, gewöhnlich an Abhängen oder vor Gebäuden hergestellte Plattformen, oft in mehrfacher Wiederholung stufenartig hinter einander zurücktretend, oft auch nur in einmaliger Anlage. Sie bestehen demnach aus einer wagrechten Fläche, der Plattform (dem Plateau), und aus einer lothrechten, bezw. geneigten (geböfchten oder dossirten) Fläche, welche, je nach der Beschaffenheit des Bodens, den vorhandenen Materialien und dem Zwecke der Terrasse, aus Erde, aus gewachsenem Fels, aus Mauerwerk oder aus einer Vereinigung verschiedenartiger Stoffe hergestellt sein kann <sup>271)</sup>. Die Verbindung zweier Terrassen-Plattformen wird durch geneigte Ebenen (Rampen) oder durch Treppen vermittelt, welche ebenfalls aus den verschiedenartigsten Materialien bestehen können.

150.  
Historisches.

Die Terrasse spielt schon seit uralten Zeiten in der Baukunst eine hervorragende Rolle, nicht allein bei den Gebäuden der Gottesverehrung, als den Tempeln der Griechen, den Tobes oder Stüpes der Hindus, den Teocallis der Mexicaner und Peruaner, den Opferstätten der Assyrier, Babylonier (Tempel des Belus zu Babylon) und Perfer, sondern auch bei den Palästen und Wohngebäuden der Könige und Großen letztgenannter Völker, wie die Palastruinen zu Persepolis und anderer Gegenden beweisen. Die Terrasse sollte diese Bauwerke nicht allein gegen Ueberschwemmungen sicher stellen, sondern zugleich die Bedeutung derselben, den tiefer liegenden Wohnungen des Volkes gegenüber, erhöhen.

Eine Hauptrolle spielen die Terrassen ferner in der Gartenbaukunst. Die berühmten schwebenden Gärten der *Semiramis* waren großartige, durch mächtige Substructionen getragene Terrassen-Anlagen an den Ufern des Euphrat. Auch bei den Villen der reichen Römer war die Anlage von mit schattigen Laubgängen, Statuen, Balustraden, Wasserkünsten etc. geschmückten Terrassen sehr häufig (Praeneste, Tivoli). Im Mittelalter sind sie selten und kommen wohl nur bei einigen Schloßanlagen der spätesten Zeit vor; auch haben sie hier mehr fortificatorischen Zweck, als den, zur Verschönerung des Schloffes, bezw. Gartens beizutragen oder deren Annehmlichkeiten zu vermehren. Zu ihrer vollen Geltung kommen sie dagegen in der Periode der Renaissance, besonders in Italien; beruht doch der Ruf, welchen viele Villen-Anlagen dieses Landes besitzen, zum großen Theile auf der geschickten Vereinigung von Villa, Terrasse und Garten. Derartige Terrassen, vielfach in Verbindung mit breiten Doppelrampen und Freitreppen, setzen allerdings schon eine sehr umfangreiche Anlage voraus. Berühmt sind diejenigen der Villa *d'Este* bei Tivoli, der Villa *Madama* und der *Farnesina* zu Rom und die von *Bramante* ausgeführte, jetzt leider verbaute Terrasse mit großartiger Doppeltreppe im großen Hofe des Vatican zu Rom (jetzt *Giardino della pigna*); ferner in Frankreich die Terrassen-Anlagen von St. Cloud, Versailles und St. Germain-en-Laye, zu denen man als neueste Beispiele diejenige des *Trocadéro*-Palastes zu Paris und des *Château d'eau* zu Marseille rechnen kann; in Deutschland die Terrasse des Heidelberger Schloffes, die *Brühl'sche* Terrasse in Dresden, so wie die Cascaden-Terrassen von Sanssouci und jene zu Wilhelmshöhe bei Cassel. Eine herrliche, großartige Terrassen-Anlage ist neuerdings auch in Florenz zur Ausführung gebracht.

151.  
Terrassen-  
Plattform.

Da Terrassen fast stets vollständig im Freien gelegen sind, so muß deren Oberfläche zum Schutz gegen die atmosphärischen Niederschläge und gegen andere schädliche Einflüsse in geeigneter Weise befestigt werden. Für die Art der zu wählenden Befestigung ist insbesondere die Benutzung der Terrassen-Plattform maßgebend.

270) Mit Abänderungen und Zusätzen der Redaction.

271) In uneigentlichem Sinne werden bisweilen mit dem Namen »Terrassen« auch jene hoch gelegenen Plattformen bezeichnet, welche über Thürmen und anderen Gebäuden durch ganz flach hergestellte Dächer gebildet werden. Für diese empfiehlt sich die Bezeichnung »Altan«, welche auch für andere mit den »Balcons« verwandte Anlagen (siehe Theil III, Bd. 1, Heft 2, Abth. III, Abchn. 1, C, Kap. über »Balcons, Altane und Erker«) gebraucht wird. Altan und Plattform sind nicht zu verwechseln; mit ersterem Begriff ist der des Hochliegenden untrennbar verbunden; eine Plattform kann auch ganz niedrig liegen.

Findet darauf nur Personenverkehr statt, so können die für Bürgersteige üblichen Befestigungsweisen, als: Pflasterung, Platten-, Cementgufs-, Gufasphalt-Belag etc. Anwendung finden; auch Bekiefung ist nicht ausgeschlossen. Letztere, so wie Gufasphalt gefatten auch das Befahren mit leichteren Fuhrwerken; schwerere Fuhrwerke erfordern indess eine der für Strafsenfahrbahnen dienenden Befestigungen, wie Chauffirung, Pflasterung, Stampfasphalt etc. Im nächsten Abschnitt (Kap. 1: Befestigung der Bürgersteige und Hofflächen) ist über Construction und Ausführung solcher Befestigungen das Erforderliche zu finden. (Siehe auch Art. 148, S. 156.) Ausnahmsweise kommt bei schmalen Terrassen wohl auch ein Belag mit Bleiplatten zur Anwendung<sup>272</sup>).

Sind unter den Terrassen-Plattformen überwölbte Räume vorhanden, so müssen die Gewölbe derselben wasserdicht abgedeckt und die Deckschicht derart angeordnet werden, dafs das eingefickerte Tagwasser abfliefsen kann. Findet Wagenverkehr auf der Plattform statt, so soll zur Milderung der durch denselben bedingten Erschütterungen und Stöße die über dem Gewölbe befindliche Erdschicht keine zu geringe Mächtigkeit haben; über dem Wölbscheitel sollte nicht weniger als 30, besser nicht unter 50<sup>cm</sup> Ueberschüttung vorhanden sein.

Von grofser Bedeutung für das Ansehen einer Terrasse ist die Behandlungsart der Böschungflächen, bezw. der Stützmauern (hier auch Terrassen-Mauern genannt), welche das Terrain seitlich abschliessen und das Plateau tragen. Je nach dem Eindruck, welchen man erzielen will, werden diese Theile als Rafenflächen oder aber

152.  
Terrassen-  
Begrenzung.

Fig. 192.

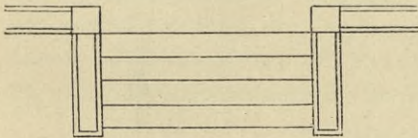


Fig. 193.

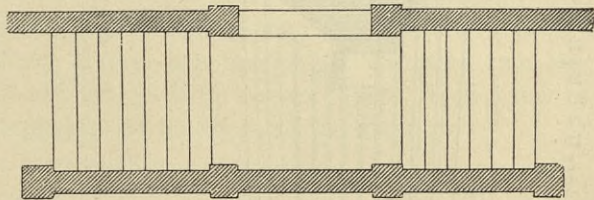
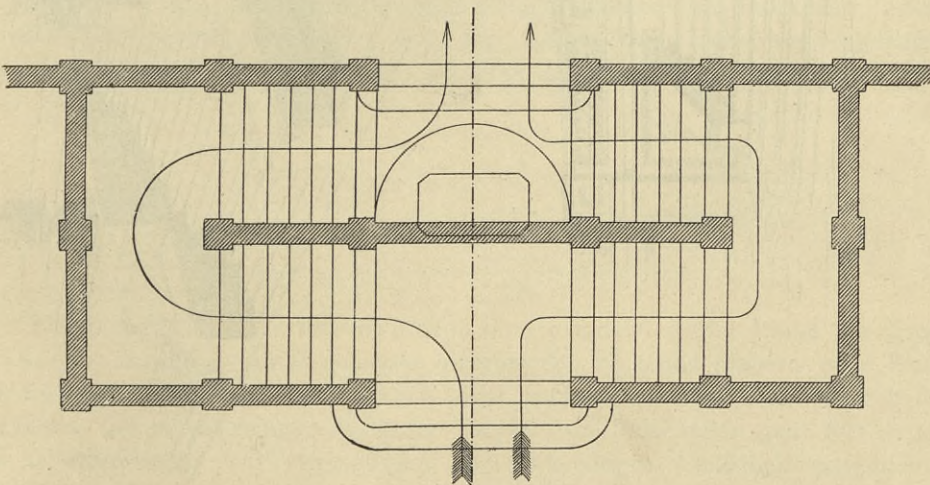


Fig. 194.



<sup>272</sup>) Siehe: *Des couvertures en plomb. Revue gén. de l'arch.* 1866, S. 246.

Fig. 195.

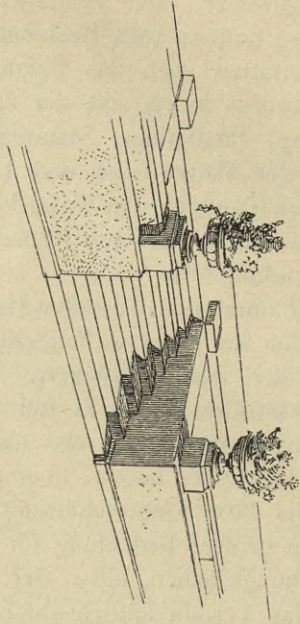


Fig. 196.

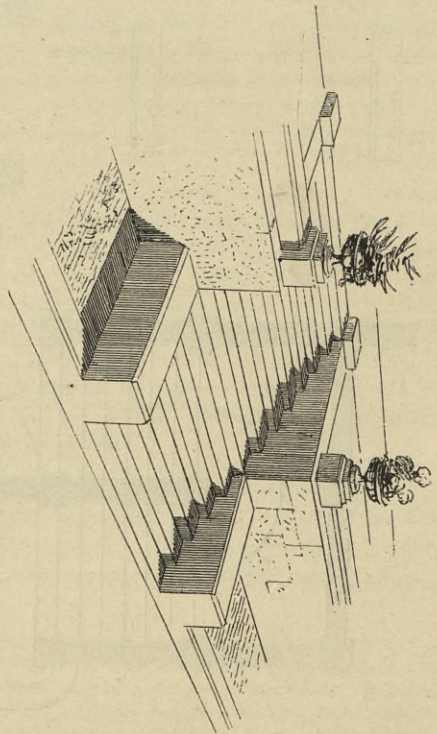
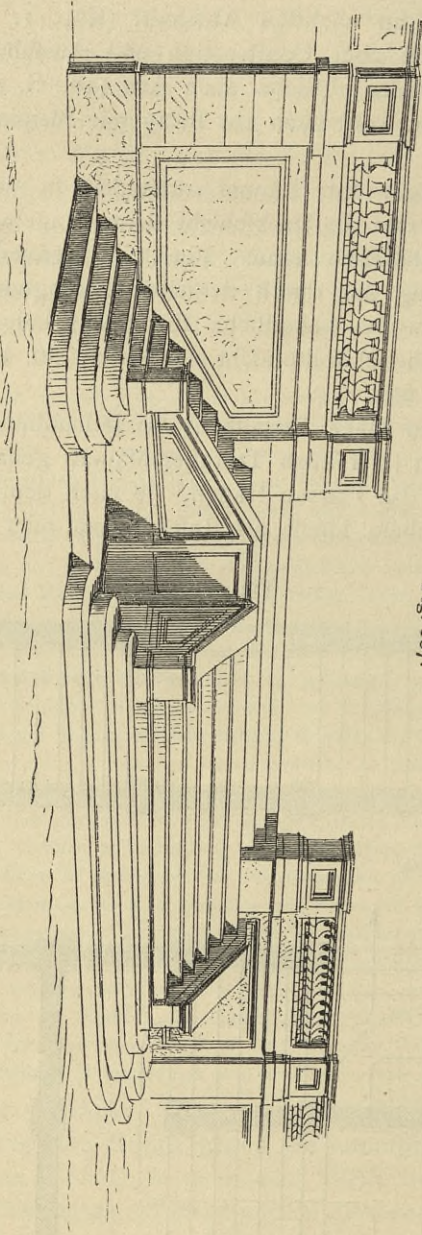


Fig. 167.



Terraffen-Anlagen<sup>273</sup>.)

als mächtige Quadermauern (wie am Palast *Pitti* in Florenz), durch Arcaturen belebt, oder als glatte, bezw. gemuferte Wandflächen ausgeführt. (Vergl. hierüber auch das im vorhergehenden Kapitel über die architektonische Gestaltung der Stütz- und Futtermauern Gefagte, so wie Fig. 195 bis 197<sup>273)</sup> und Theil III, Bd. 1, Heft 2, Abth. III, Abfchn. 1, C, Kap. über »Einfriedigungen«.)

Dasselbe gilt von den zur Plattform hinaufführenden Treppen, da sowohl durch die ganze Anordnung derselben, als auch durch die Abmessungen der Stufen, durch die mehr oder weniger reiche Behandlung der Treppenwangen, Pfeiler und Balustraden die ästhetische Wirkung der Terrasse im hohen Mafse gesteigert werden kann. In Fig. 192 bis 197<sup>273)</sup> sind einige Beispiele vorgeführt, um zu zeigen, wie verschiedenartig die Anordnung der Terrassen-Treppen sein kann.

In Fig. 192 ist die Treppe der Terrasse ganz vorgelegt, in Fig. 195 ganz eingelegt. Hinsichtlich der Wahl zwischen beiden ist oft die Beschaffenheit des Vorterrains, häufig auch die Verfügbarkeit über dasselbe entscheidend.

In Fig. 196 ist die Treppe zur Hälfte vor, zur Hälfte in die Terrasse gelegt; Fig. 197 zeigt eine reiche Treppen-Anlage mit drei Fluchten. Eine solche Anordnung empfiehlt sich da, wo es wünschenswerth erscheint, dafs die Terrasse leicht von verschiedenen Seiten her zugänglich gemacht werde, beispielsweise in dem Falle, dafs ein freier Platz vor derselben sich befindet.

In Fig. 193 ist die Treppenaxe parallel zur Terrassen-Mauer angenommen (Zugänglichkeit von zwei Seiten her); durch Fig. 194 ist eine reiche Treppen-Anlage mit Anordnung einer Figuren-Nische in der Höhe des unteren Ruheplatzes veranschaulicht.

Hinsichtlich der Construction der Treppen kann im Allgemeinen auf Theil III, Bd. 3, Heft 2 (Abth. IV, Abfchn. 2, A), so wie auf das folgende Kapitel (unter a) verwiesen werden; doch mögen einige Bemerkungen hier Platz finden.

Mehr als bei in Gebäuden liegenden Treppen mufs bei frei liegenden, zu Terrassen hinaufführenden Treppen auf ein bequemes Steigungsverhältnifs Rücksicht genommen werden, da Treppen dieser Art in den meisten Fällen mehr zum langsamen Spazierengehen, als für den raschen Verkehr dienen sollen; doch kann die für das Steigungsverhältnifs der Treppenstufen häufig benutzte Regel:

$$2 \text{ Steigungen} + 1 \text{ Auftritt} = 63 \text{ Centim.}$$

auch hier benutzt werden, wobei indeffen die Steigung niemals zu mehr als  $15\frac{1}{2}$  cm Höhe angenommen werden sollte.

Das Profil der Stufen sei möglichst einfach (rechteckige Blockform, erforderlichenfalls mit gebrochener Kante, siehe Fig. 198 u. 199). Ueber die Unterflützung der Stufen ist im folgenden Kapitel (Art. 159) das Erforderliche zu finden.

Fig. 198.

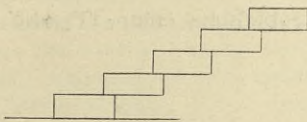
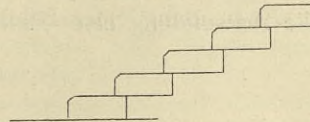


Fig. 199.



Die Bequemlichkeit erfordert fodann eine möglichst grofse Breite der Treppe; der Körper darf sich durch zu nahe an einander rückende Mauern oder Wangen mit schweren Balustraden und Pfeilern nicht eingeengt fühlen. Es wird sich daher empfehlen, bei in Böschungen liegenden Treppen die Balustraden ganz fort zu lassen und als Begrenzung der Treppenstufen nur ein niedriges Werkstück (Sargstück) zur

153.  
Treppen-  
Anlagen.154.  
Construction  
der  
Treppen.

<sup>273)</sup> Die Abbildungen sind theilweise entnommen aus: ABEL, L. Garten-Architektur. Wien 1876.

Fig. 200.

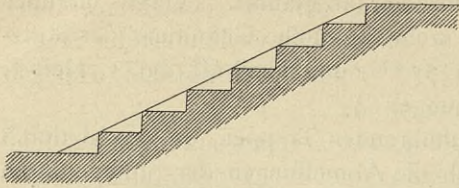
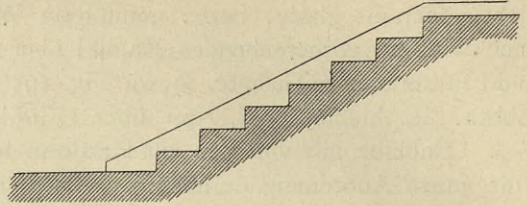
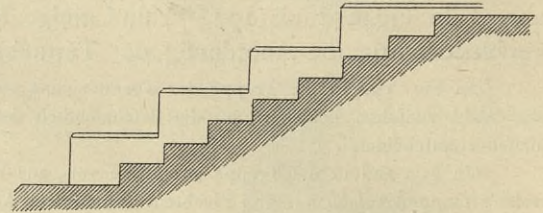


Fig. 201.



Anwendung zu bringen, welches mit der Böschung gleiche Höhe hat oder dieselbe doch nur um ein Geringes überragt (Fig. 200 u. 201). Reicher läßt sich der feitliche Abchluss gestalten, wenn man statt der der Treppenneigung folgenden Wangen eine Abtreppung anwendet, welche zugleich zum Aufstellen von Schmuckgegenständen, als Vasen, Figurengruppen, Blumen etc., dienen kann (Fig. 202).

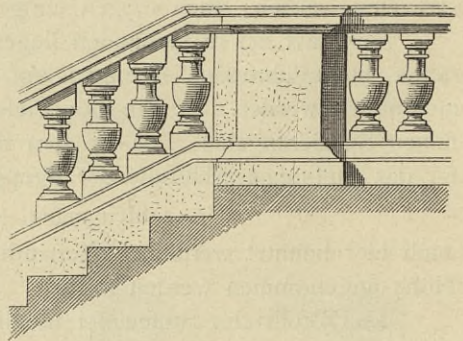
Fig. 202.



155.  
Geländer.

Sind die Terrassen durch Geländer abgeschlossen, so werden auch die zu denselben hinauf führenden Treppen in den meisten Fällen eines eben solchen Abchlusses nicht entbehren können. Die Ausbildung derselben ist in Theil III, Bd. 2, Heft 2 (Abth. III, Abschn. 1, C, Kap. über »Brüstungen und Geländer«) ausführlich behandelt; doch möge hierzu noch bemerkt werden, daß sich von allen Abchlussarten an dieser Stelle das Dockengeländer oder die Balustrade (Fig. 203) am meisten empfiehlt, ferner auch schmiedeeisernes Gitterwerk, weniger die geschlossene, plattenartig construirte Brüstung. Hinsichtlich der Formbildung der Baluster auf steigenden Wangen ist zu bemerken, daß die an denselben auftretenden Gliederungen niemals parallel zur Wange angenommen werden dürfen, eine Ausbildung, welche nur an den Docks der Zopf- und Rococo-Zeit auftritt (Fig. 206), sondern stets wagrecht (Fig. 203 u. 205).

Fig. 203.



Was die Anwendung einer Balustrade als Abchluss einer Terrasse anlangt, so

Fig. 204.

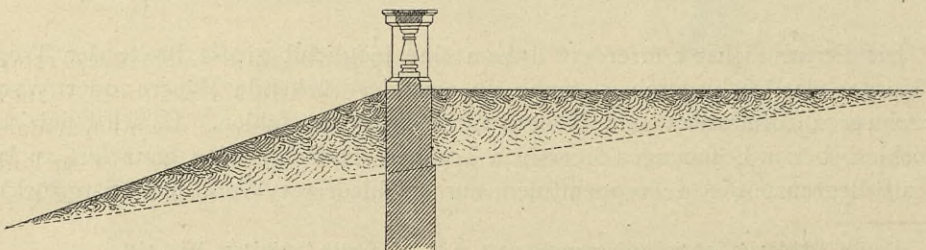


Fig. 205.

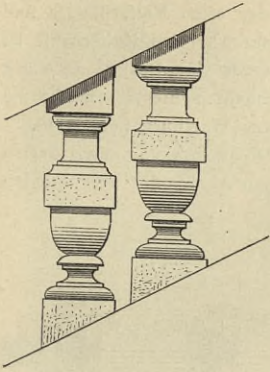
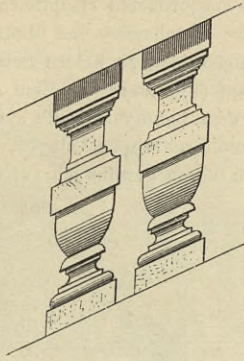


Fig. 206.



wie die erhöhten Bürgersteige den Gebäuden entlang geführt und stimmen dann auch in Anordnung und Ausführung mit diesen überein (siehe hierüber den nächsten Abschnitt, Kap. 1: Befestigung der Bürgersteige und Hofflächen). Ueber Anlage von Perrons auf Bahnhöfen wird in Theil IV, Halbbd. 2 (Abth. II, Abschn. 4, Kap. 3) das Erforderliche vorgeführt werden.

darf nicht unerwähnt bleiben, daß dieselbe bei flachen Böschungen nicht nur überflüssig ist, sondern auch gewöhnlich nicht vortheilhaft wirkt (Fig. 204).

### b) Perrons.

Perrons sind entweder terrassenartige, vor Gebäuden liegende Plattformen, deren constructive und formale Behandlungsweise mit den foeben für Terrassen mitgetheilten Angaben zusammenfällt, oder sie sind ähnlich,

156.  
Anlage.

## 3. Kapitel.

### Freitreppen und Rampen-Anlagen.

Von † FRANZ EWERBECK<sup>274)</sup>.

#### a) Freitreppen.

Man versteht unter Freitreppen solche Treppen, welche im Freien vor Gebäuden liegen; sie können deshalb auch in vielen Fällen als »Vortreppen« bezeichnet werden. Solche Treppen können aus Gründen der Dauerhaftigkeit und Monumentalität kaum anders, als in Stein constructirt werden.

157.  
Geschichtliche  
Uebersicht.

Große Freitreppen-Anlagen befanden sich vor den Bauwerken der Assyrer, Babylonier und Perfer (siehe das vorhergehende Kapitel, Art. 150, S. 158).

Die mit Stufen-Terrassen versehenen griechischen Tempel erhielten an der Vorderseite Treppen-Anlagen, welche zum Pronaos hinauf führten; doch spielten dieselben in Anbetracht ihrer kleinen Abmessungen eine durchaus untergeordnete Rolle, da sie von den mächtigen, das ganze Bauwerk umgebenden Stufen-Terrassen entschieden beherrscht werden (Fig. 207).

Von größerer Bedeutung sind die Aufgänge zu den römischen Tempeln, welche, gewöhnlich auf hohem Unterbau sich erhebend, an der Vorderseite eine stattliche, durch Wangen eingefasste Freitreppe erhielten. Diese Anordnung ist dem gleichwerthig behandelten Krepidoma des griechischen Tempels gegenüber in gewisser Beziehung als ein Fortschritt zu bezeichnen, indem durch diese einseitig vorgelegte, architektonisch gekennzeichnete Freitreppen-Anlage der Eingang des Gebäudes und damit die Vorder- oder Haupt-Façade deutlich bezeichnet wird (Fig. 210).

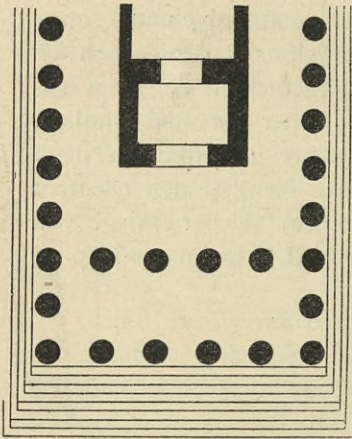
Die Aufgänge zu den romanischen und gothischen Kirchen sind gewöhnlich vor den Hauptportalen der Westseite und der Querschiffe, bei den gothischen Werken oft theilweise oder ganz zwischen den Strebepfeilern angeordnet (Fig. 208), so z. B. in Amiens, Cöln u. a. O.; doch kommt auch, besonders bei den italienischen Kirchen, der Fall vor, daß die Freitreppe das ganze Bauwerk oder doch den größten Theil desselben umgiebt, wie z. B. in Orvieto, Siena, Pisa u. a. O.

<sup>274)</sup> Mit Abänderungen und Zusätzen der Redaction.

Stattliche Freitreppen-Anlagen mit doppelten Armen führten, wie dies unzweifelhaft nachgewiesen worden ist, zu den über einem hohen Erdgeschloß angeordneten Hauptfälen der alten Kaiferpalzen und Burgen der romanischen Bauperiode hinauf (Goslar, Gelnhausen und Münzenberg). Am Kaiferhaufe zu Goslar waren diese Treppen vermuthlich doppelt angeordnet, zu beiden Seiten des Hauptfaales, jede mit zwei Armen und Ruheplätzen, in der Mitte überbaut (Fig. 209<sup>275</sup>). Eine Ausnahme hiervon macht die durch *v. Ritgen* restaurirte Freitreppen-Anlage vor dem Landgrafenhaufe auf der Wartburg (Fig. 211).

Von hohem malerischen Reize sind die kleinen Freitreppen-Anlagen, welche sich vor den Häusern einiger Bergstädte Mittel-Italiens befinden. Dieselben führen gewöhnlich auf einen Altan oder ausgekragten

Fig. 207.



Aufgang eines griechischen Tempels.

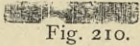
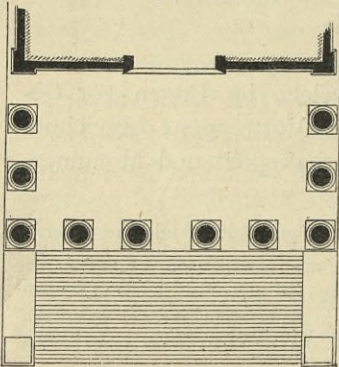


Fig. 210.



Aufgang eines römischen Tempels.

Fig. 208.

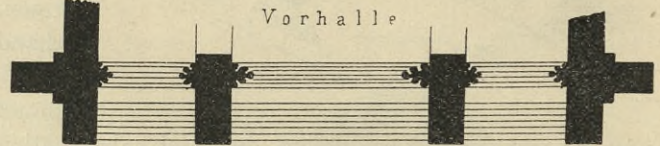


Fig. 209.

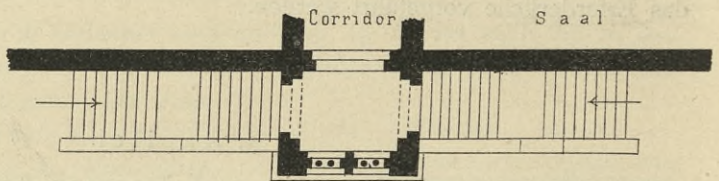
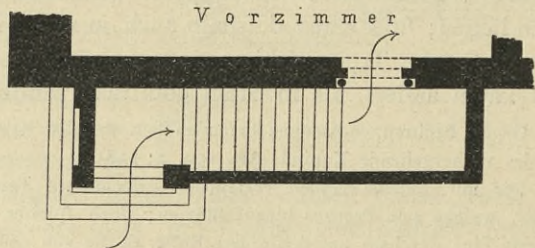
Vom Kaiferhaufe zu Goslar<sup>275</sup>).

Fig. 211.



Vom Landgrafenhaufe auf der Wartburg.

Balcon vor dem Haupteingange und sind in verschiedenartigster Weise angeordnet. Eine solche durch ein Steingerüst mit Eisengitter verschließbare Treppe, welche sich an einem Haufe in Viterbo vorfindet, ist in Fig. 212<sup>276</sup>) dargestellt. Eine ähnliche Verschlussvorrichtung der Treppe mit steinernem Pfeilergerüst und Gitterthür findet sich auf der Freitreppe im Hofe des *Borghello*-Palastes zu Florenz.

Auch aus späterer Zeit finden sich an den Bauwerken Italiens Treppen-Anlagen von ähnlichem Charakter, wie das in den Jahren 1342—46 erbaute Rathhaus zu Gubbio beweist (Fig. 213 u. 214<sup>277</sup>). Anordnungen ähnlicher Art, wie in Viterbo, sind noch an einigen Bauwerken in Burgund und in der Champagne erhalten<sup>278</sup>).

<sup>275</sup>) Vergl.: UNGER, TH. Das Kaiferhaus zu Goslar. Deutsche Bauz. 1871, S. 242, 250, 258, 267.

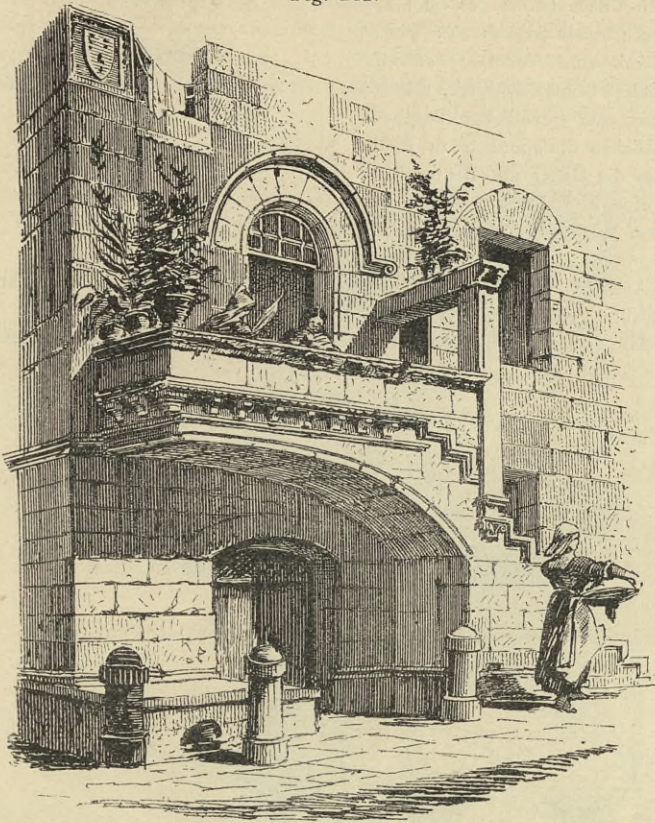
<sup>276</sup>) Nach: Italien. Eine Wanderung von den Alpen bis zum Aetna. 2. Aufl. Stuttgart 1880.

<sup>277</sup>) Vergl.: STIER, H. & F. LUTHMER. Gubbio. Deutsche Bauz. 1868, S. 322, 345, 355.

<sup>278</sup>) Vergl. auch: VERDIER & CATTOIS. *Architecture civile et domestique etc.* Paris 1852—58.



Fig. 212.

Von einem Hause in Viterbo<sup>276)</sup>.

Stufe ruht und nur die unterste Stufe eine volle Fundament-Unterstützung erhält.

Derartige frei tragende Treppen von großer Kühnheit, aus Stufen und Podesplatten von oft ganz gewaltigen Längenabmessungen hergestellt, finden sich in großer Anzahl an den aus den ersten Jahrhunderten n. Chr. stammenden, hoch interessanten Bauwerken von Central-Syrien, besonders den Villen-Anlagen dieser Gegenden vor, worüber das unten<sup>279)</sup> namhaft gemachte Werk *Vogüé's* genügenden Aufschluss gewährt. Das dort vorkommende außerordentlich harte Steinmaterial, so wie der völlige Mangel an Bauholz gaben vermuthlich die nächste Veranlassung zu diesen Constructionen.

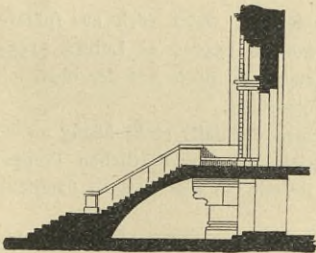
Neben diesen Werken verdienen auch die in der Anlage sehr einfachen, aber kühn und durch-

aus monumental construirten Treppen Erwähnung, welche zu den Rundgängen der Stadtmauern von Avignon, Carcassonne u. a. O. hinauf führten; auch diese sind vielfach als Freitreppen construiert. Ein höchst originelles Beispiel dieser Art findet sich zu Carpentras (Fig. 216 bis 218<sup>280)</sup>. Die einzelnen Stufen zeigen im Grundrifs ein abgetrepptes Profil mit einfachen Ab- rundungen nach unten.

In Deutschland finden sich derartige, mit Terrassen oder Balcons verbundene Freitreppen vor Privat- häusern selten, mit Ausnahme von Danzig, wo sie an den Bauwerken der Renaissance-Periode ganz allgemein auftreten und den Namen Beifschläge tragen. Die Treppenläufe und Terrassen, welche letztere gewöhnlich Kellereingänge oder Verkaufsläden enthalten, sind mit reichen Balustraden oder schmiedeeisernen Geländern versehen.

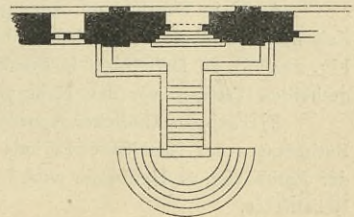
Die Stufen und Ruheplätze der bisher betrachteten Treppen waren theils vollständig untermauert, theils durch Bogen getragen, theils auch durch breite Tragsteine unterstützt; indessen sind auch frei tragende Treppen, d. h. solche, bei denen die Stein- stufen einerseits in die Gebäudemauern eingreifen, während die andere Seite frei in der Luft schwebt, im Freien vor oder an Gebäuden, durchaus nicht selten. Die Construction dieser Treppen ist derartig, daß die Stufen sich selbst tragen, indem jede höher liegende Stufe mit ihrer vorderen Unterkante *a* (Fig. 215) auf der hinteren Oberkante *b* der darunter befindlichen

Fig. 213.

Vom Stadthaus zu Gubbio<sup>277)</sup>.

$\frac{1}{430}$  w. Gr.

Fig. 214.

Vom Stadthaus zu Gubbio<sup>277)</sup>.

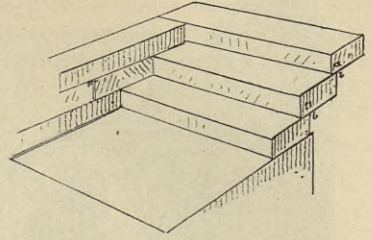
$\frac{1}{600}$  w. Gr.

<sup>279)</sup> Vogüé, M. DE. *La Syrie centrale etc.* Paris 1866—77.

<sup>280)</sup> Nach: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Bd. 5. Paris 1861. S. 192.

Eine höchst eigenartige Treppen-Anlage besitzt das im Jahre 1390 erbaute, durch *Viollet-le-Duc* reconstruirte Schloß *Pierrefonds* bei Compiègne. Diese flattliche, durch eine Vorhalle theilweise überdeckte Treppe ist in so fern besonders bemerkenswerth, als nur der mittlere Theil derselben als Ausgang zum eigentlichen Treppenthurme dient, während die zwei seitlichen Stufenreihen zu Plattformen hinunter führen, von denen aus die Ritter mit Bequemlichkeit ihre Pferde besteigen konnten, eine Einrichtung, welche bei den schweren Rüstungen jener Zeit von Wichtigkeit war (Fig. 219 u. 220<sup>281</sup>).

Fig. 215.



Von den gothischen Treppen-Anlagen seien hier noch einige erwähnt, welche sich durch ihre originelle Anordnung auszeichnen. Dahin gehört zunächst diejenige des Schloßes *Montargis*, welche in Kreuzform angelegt und deren drei Läufe sich auf einem Ruheplatze vereinigten, von wo aus ein gemein-

Fig. 216.

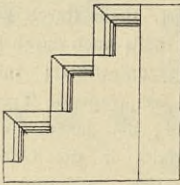
 $\frac{1}{40}$  w. Gr.

Fig. 217.

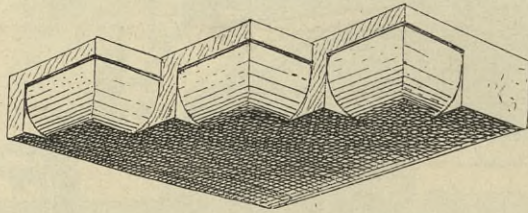
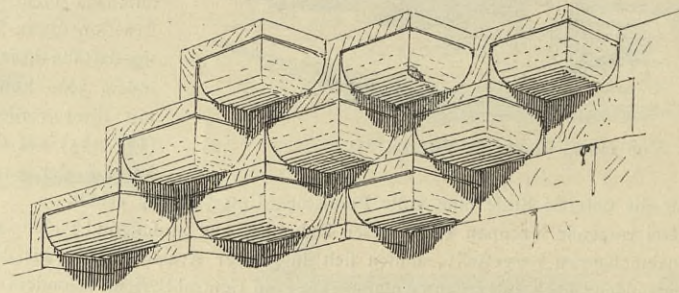


Fig. 218.

Von den Stadtmauern zu Carpentras<sup>280</sup>).

schaftlicher vierter Arm, durch einhüftige Bogen unterstützt, zum Schloße hinaufführte (Fig. 221<sup>282</sup>). Auf diese Weise wurde unter den Bogen her ein Durchgang frei gehalten; die Treppenarme waren durch seitlich offene Galerien mit Holzdächern abgeschlossen.

Aehnliche Ueberdeckungen befasen auch die zur *Chambre des comptes* und zur *Sainte chapelle* in Paris hinaufführenden Freitreppen.

Auch in Deutschland kommen derartige gedeckte Freitreppenläufe vor, wenn auch aus späterer Zeit herrührend, z. B. an den Rathhäusern zu Mülhausen im Elfsaß (begonnen 1552), zu Lübeck (1595, Fig. 224<sup>283</sup>), zu Dettelbach in Franken u. a. O. Sie sind meistens zweiarstig und nach Art der oben mitgetheilten Treppen vor den Kaiserpalästen zu Goslar und Gelnhausen angeordnet.

Freitreppen ähnlicher Anordnung, doch ohne Ueberdeckung, kommen ebenfalls recht häufig an den Rathhäusern der Renaissance-Periode vor, und es mögen hier als Beispiele die sehr flattlichen Treppen der Rathhäuser zu Heilbronn und Leyden (Fig. 225) genannt werden, letztere in den Formen flämischer Renaissance.

Derselben Gattung gehört auch die von *Michel-Angelo* entworfene, von *Giacomo della Porta* ausgeführte Freitreppen-Anlage vor dem Senatoren-Palaste in Rom an, mit drei Ruheplätzen (Fig. 223); an

<sup>281</sup>) Siehe: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Bd. 7. Paris 1864. S. 120.

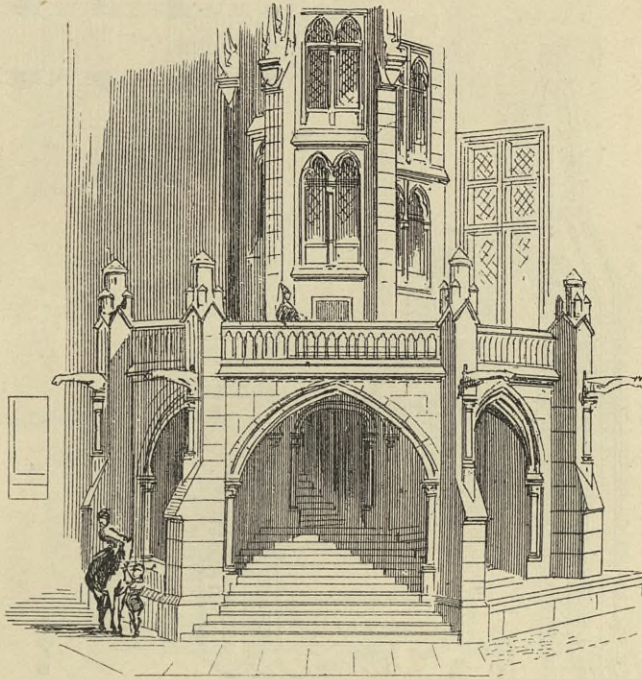
<sup>282</sup>) Nach: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Bd. 5. Paris 1861. S. 190.

<sup>283</sup>) Facs.-Repr. nach: Architektonische Rundschau. Stuttgart. 1888, Taf. 12.

der Vorderseite zwei Flufsgötter (Nil und Tiber), in der Mitte in einer Nische die sitzende Statue der Roma über einer breiten, mit Steingeländer umgebenen Cascade<sup>284</sup>).

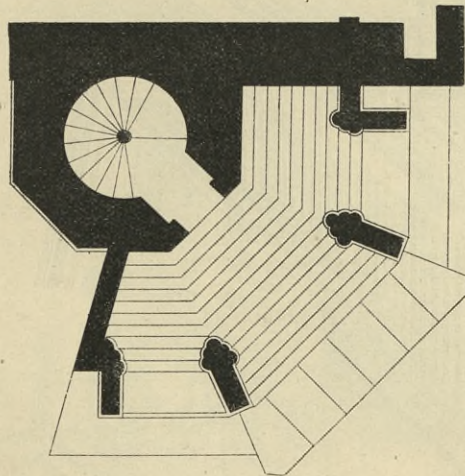
Außer diesen Anlagen, bei denen die Treppenarme stets in derselben Richtung nach oben hin ansteigen, mögen hier ferner noch diejenigen Freitreppen Erwähnung finden, deren Arme die Richtung

Fig. 219.



Vom Schloß  
*Pierrefonds*  
bei  
Compiègne<sup>281</sup>).

Fig. 220.



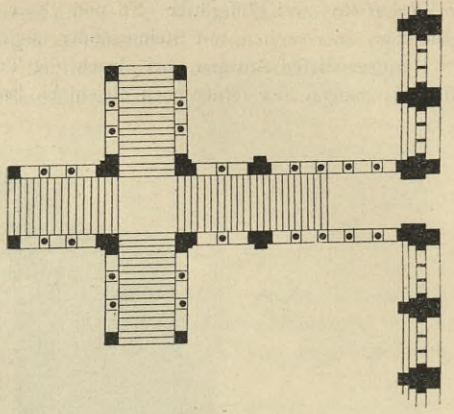
$\frac{1}{200}$  w. Gr.

ändern, wie folches in Fig. 222 angegeben. Als Beispiele dieser Treppengattung seien die Rathhaustreppe zu Löwen und die aus der Rococo-Zeit stammende, frühere Rathhaustreppe zu Aachen genannt.

Eine von den oben beschriebenen in der Anordnung gänzlich abweichende, äußerst malerische

<sup>284</sup>) Vergl.: LETAROUILLY, P. *Édifices de Rome moderne etc.* Paris 1840—57.

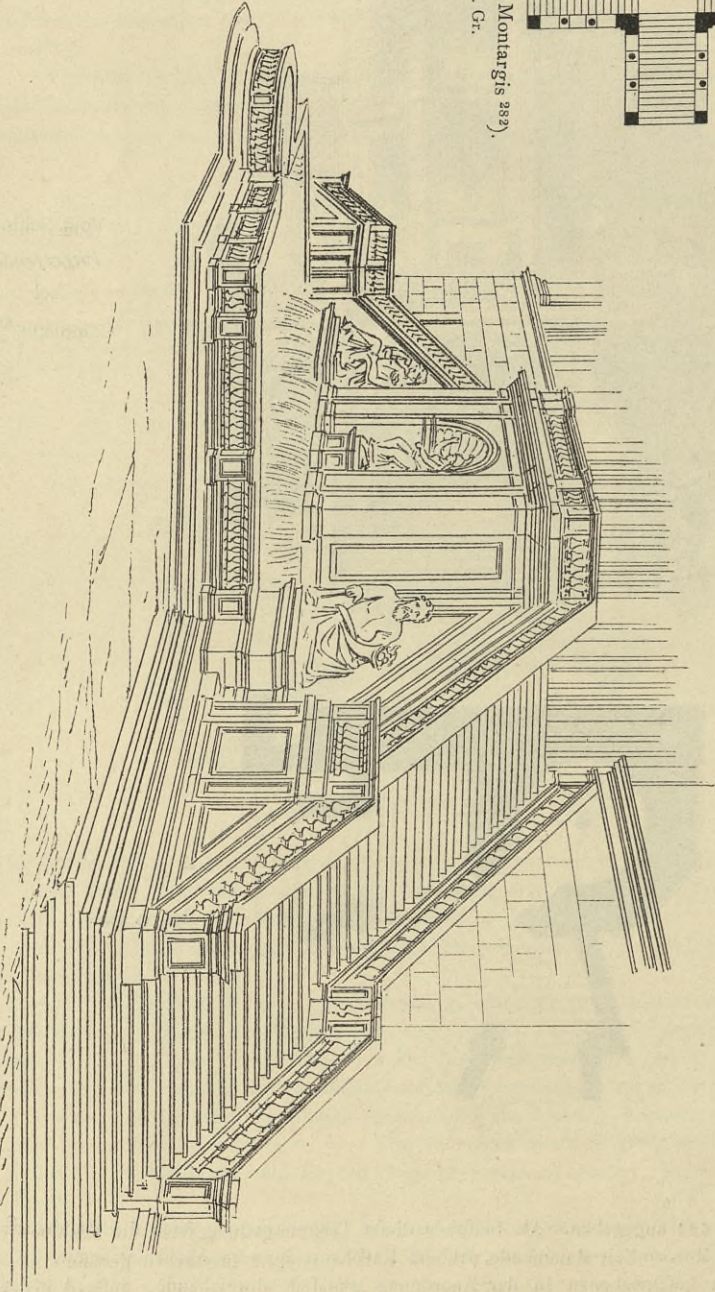
Fig. 221.



Vom Schloße zu Montargis 382,  
1/120 w. Gr.

Freitreppen-Anlagen.

Fig. 223.



Vom Senatoren-Palast zu Rom 384,

Fig. 222.

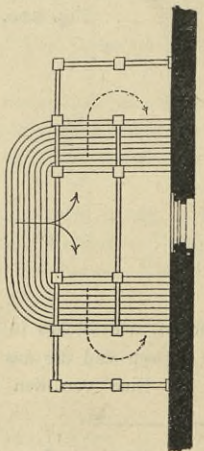
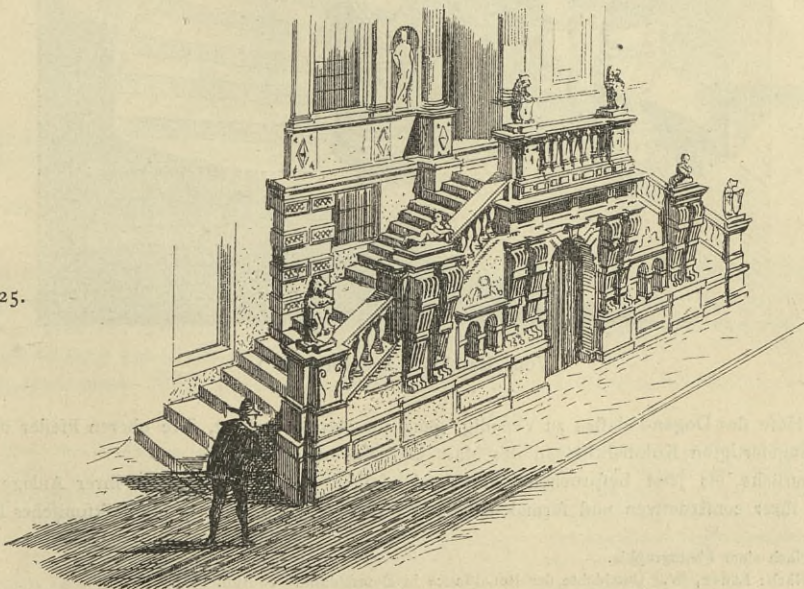


Fig. 224.



Vom  
Rathhaus  
zu  
Lübeck <sup>283</sup>).

Fig. 225.

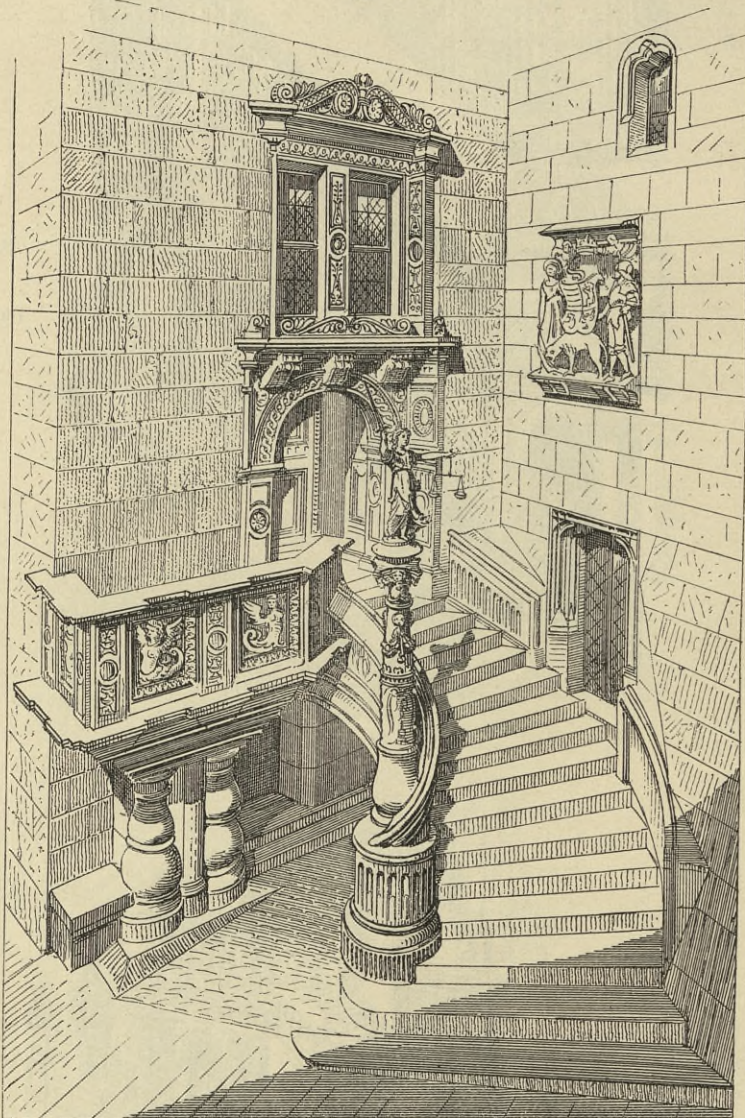


Vom  
Rathhaus  
zu  
Leyden <sup>285</sup>).

Treppe befindet sich am Rathhause zu Görlitz (Fig. 226<sup>286</sup>). Diese auf sehr engem Raume geschickt angeordnete Wendeltreppe tritt mit einem Altan vor dem Eingange in Verbindung, von welchem herab die Magistrats-Verordnungen verlesen wurden; von trefflicher Wirkung ist der mit einer Justitia gekrönte Antrittspfeiler derselben.

Eine sehr reich ausgestattete Freitreppe, ebenfalls mit altanartiger Erweiterung, ist die *Scala dei*

Fig. 226.



Vom Rathhaus zu Görlitz<sup>286</sup>).

*Giganti* im Hofe des Dogen-Palastes zu Venedig, ganz aus Marmor erbaut, ihre oberen Pfeiler mit den von *Sanfovino* angefertigten Kolossal-Statuen des Mars und Neptun geschmückt.

Sämmtliche bis jetzt besprochene Treppen befolgen sowohl hinsichtlich ihrer Anlage, als auch hinsichtlich ihrer constructiven und formalen Behandlungsweise ein strengeres architektonisches Princip und

<sup>285</sup>) Nach einer Photographie.

<sup>286</sup>) Nach: LÜBKE, W. Geschichte der Renaissance in Deutschland. 2. Aufl. 1881.

find — mit alleiniger Ausnahme der mitgetheilten Rathhaustreppe zu Görlitz — aus geraden Treppenläufen und Stufen zusammengesetzt.

In der Spät-Renaissance, besonders aber in der auf die Renaissance folgenden Barock- und Rococo-Periode, macht sich allmählig eine wesentliche Aenderung im Charakter der Freitreppen bemerklich; es ist vorwiegend ein malerisches Princip in der Anordnung dieser Treppen zu erkennen, ein Losmachen von den Schranken, welche das Material hinsichtlich seiner constructiven und formalen Durchführung dem Architekten auferlegt, eine gänzlich freie, oft durchaus willkürliche Anordnung. Dieses Princip tritt besonders in den oft ganz unmotivirten Schweifungen der Wangen und Stufen hervor, welche bei den älteren strengeren Werken nach Kreisbogentheilen oder Ellipsen gebildet sind (Fig. 227 bis 230<sup>287</sup>), später

Fig. 227.

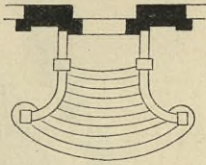


Fig. 228.

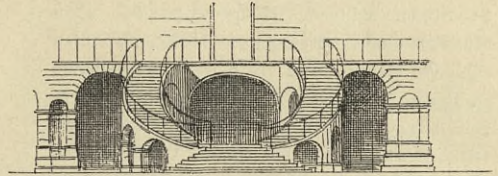


Fig. 229.

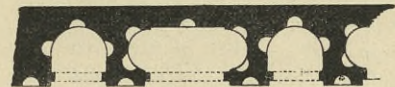
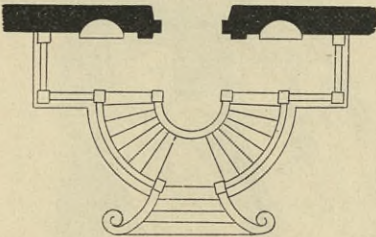
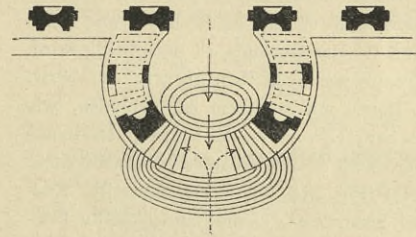
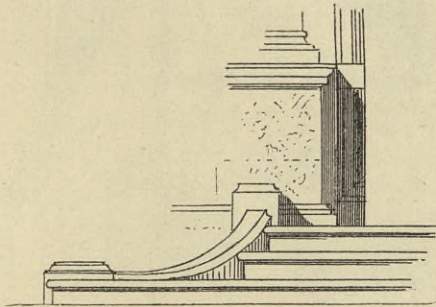


Fig. 230.



Vom Château d'Anet.

Fig. 231.



Vom Château Buffy-Rabutin.

aber, besonders in der Rococo-Zeit, ganz launenhaft gefchweifte, gebrochene und verkröpfte Linien zeigen, wie Fig. 231 darstellt, wodurch nicht nur das Besteigen der Treppen an einigen Stellen sehr erschwert wird, sondern auch der Charakter des Steinmaterials gänzlich verloren geht und eine außerordentliche Materialverschwendung Platz greifen muß<sup>288</sup>).

Schließlich mögen hier noch einige Angaben über Freitreppen-Anlagen der Neuzeit ihren Platz finden.

<sup>287</sup> Unter den in Fig. 227 bis 230 mitgetheilten Skizzen verdient die Treppe vom Schlosse zu Anet (in Fig. 228, erbaut durch *Phil. de L'Orme*) hier ausführlicher besprochen zu werden. Von einer dem Schlosse vorgelegten Terrasse herab führen die oberen gefchweifte und mit Geländer versehenen Treppenarme auf einen Ruheplatz, von hier aus einerseits in den Schloßspark, andererseits in einen unter der Terrasse liegenden Krypto-Portikus. Treppe und Portikus waren verchüttet und wurden erst 1877 wieder aufgedeckt. (Siehe: *BOURGEOIS, A. Château d'Anet. Restauration du crypto-portique et du perron. Paris 1877.* — Desgl. die Mittheilung in: *BOSC, E. Dictionnaire raisonné d'architecture etc. Paris 1876—80*)

<sup>288</sup> Siehe auch: *DUJARRIC, F. Les escaliers extérieurs. Moniteur des arch. 1878, S. 186.*

Zu den großartigsten Werken neuerer Zeit ist unstreitig die durch *L. v. Klenze* erbaute, etwa 33 m hohe Freitreppe zu rechnen, welche vom Donauftrume zur Walhalla (bei Regensburg) hinaufführt (Fig. 232 u. 233<sup>289</sup>). Im Vereine mit breiten, mächtigen Terrassen, welche dem steigenden Bergterrain auf das glücklichste angepaßt sind, bildet sie den denkbar großartigsten Unterbau dieses edlen Bauwerkes. Das Ganze gewährt ein Landschaftsbild von claffischer Schönheit.

Ferner mögen hier die 28,56 m breite, 21 Stufen zählende Haupttreppe des alten Museums und die etwa 22,5 m breite, 29 Stufen zählende Haupttreppe vor dem Schauspielhaufe zu Berlin (beide von *Schinkel* erbaut, erstere von 1824—28, letztere zwischen 1819 und 1820) Erwähnung finden. Beide Werke sind in ihrer Anlage einfach, etwa den Freitreppen vor römischen Tempeln entsprechend; gleicher Art ist auch die Treppe vor der *Madeleine-Kirche* in Paris. — Bei großer Breite der Treppentufen geht bei Anlagen, wie den oben erwähnten, die Benutzbarkeit der Räume des Erd-, bezw. Kellergeschosses im hohen Grade verloren, und es empfiehlt sich, wo dieser Umstand für das Gebäude zu nachtheilig wird, die Treppe von demselben abzurücken, bezw. durch Bogen mit letzterem zu verbinden, wie folches beispielsweise an der Freitreppen-Anlage vor der durch *Strack* erbauten National-Galerie in Berlin (Fig. 234<sup>290</sup>) durchgeführt ist. Endlich sei hier noch die dreifach getheilte Freitreppe vor dem durch *Duc* erbauten *Palais de justice* in Paris erwähnt (Fig. 235<sup>291</sup>).

Wenn wir nach dieser allgemeinen Uebersicht — welche indess durchaus nicht den Anspruch erhebt, alle bemerkenswerthen Freitreppen-Anlagen erwähnt zu haben, sondern nur den Zweck hat, einige der beachtenswertheren Treppengattungen durch hervorragende Beispiele dem Leser vorzuführen — einen vergleichenden Rückblick uns gestatten, so ergibt sich aus demselben das Folgende.

1) Als monumentalste und impofanteste Treppen-Anlage muß die

Fig. 232.  
Walhalla  
bei Regensburg 289).



158.  
Gesamt-  
anlage.

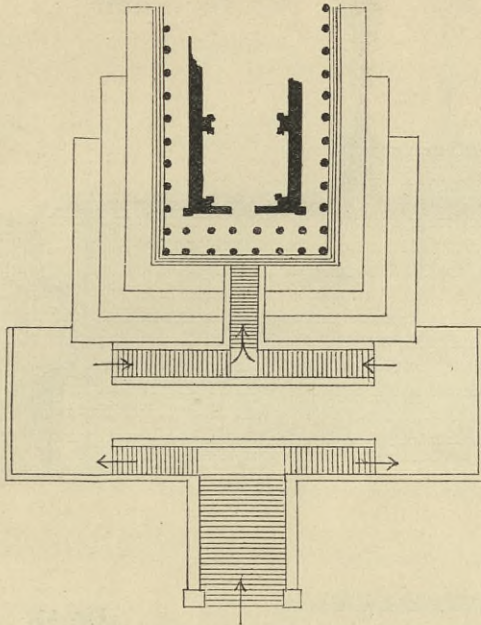
<sup>289</sup>) Nach: KLENZE, L. v. Sammlung architektonischer Entwürfe. München 1831—50.

<sup>290</sup>) Nach: Berlin und seine Bauten. Berlin 1877.

<sup>291</sup>) Nach: NARJOUX, F. *Le palais de justice*. Paris 1880.

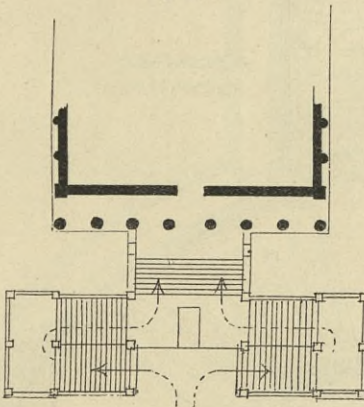


Fig. 233.



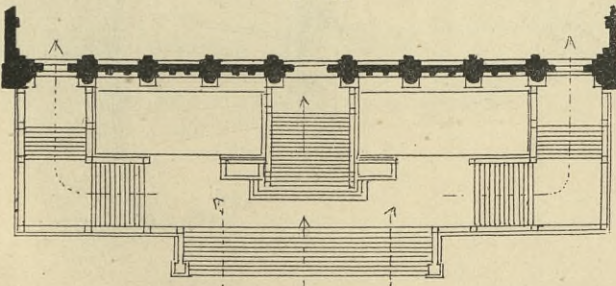
Von der Walhalla bei Regensburg<sup>289)</sup>. —  $\frac{1}{1350}$  w. Gr.

Fig. 234.



Von der National-Galerie zu Berlin<sup>290)</sup>. —  $\frac{1}{900}$  w. Gr.

Fig. 235.



Vom Palais de justice zu Paris<sup>291)</sup>. —  $\frac{1}{715}$  w. Gr.

das Bauwerk rings umgebende Terrassen - Treppe angesehen werden, weil sie das Gebäude in ganz ausgezeichnete Weise von feiner Umgebung abfondert und allseitig zur Würdigung gelangen läßt; eine solche Anlage läßt sich allerdings nur mit durchaus großartig gedachten Monumentalwerken idealer Natur, wie Tempeln, Kirchen, Gedenkhallen, großen Monumenten und Werken ähnlicher Bestimmung in Verbindung bringen und würde bei kleineren Bauwerken und solchen, welche vorwiegend praktischen Zwecken dienen, lächerlich erscheinen.

2) Diefer Gattung von Freitreppen stehen an monumentaler Wirkung am nächsten die der Vorderseite des Gebäudes einseitig vorgelegten breiten Freitreppen mit oder ohne Wangen, wie solche vor den römischen Tempel-Anlagen vorhanden, und auch an neueren Werken (wie vor dem alten Museum und Schauspielhaufe zu Berlin u. a. O.) ausgeführt wurden. Die Treppe soll hier durchaus kein Kunstwerk für sich darstellen, damit die Aufmerksamkeit des Beschauers vom Bauwerke selbst nicht wesentlich abgelenkt werde. Es ist daher bei derartigen Aufgaben auf große Einfachheit in der Anlage zu sehen. Solche Treppen nehmen allerdings viel Platz in Anspruch; aber gerade die Verschwendung des Platzes verleiht der Treppe und mittelbar dem Bauwerke den Charakter des Stattlichen und Opulenten.

3) Vor kleineren Bauwerken, zumal solchen, welche nur

Fig. 236.

*Ansicht.*

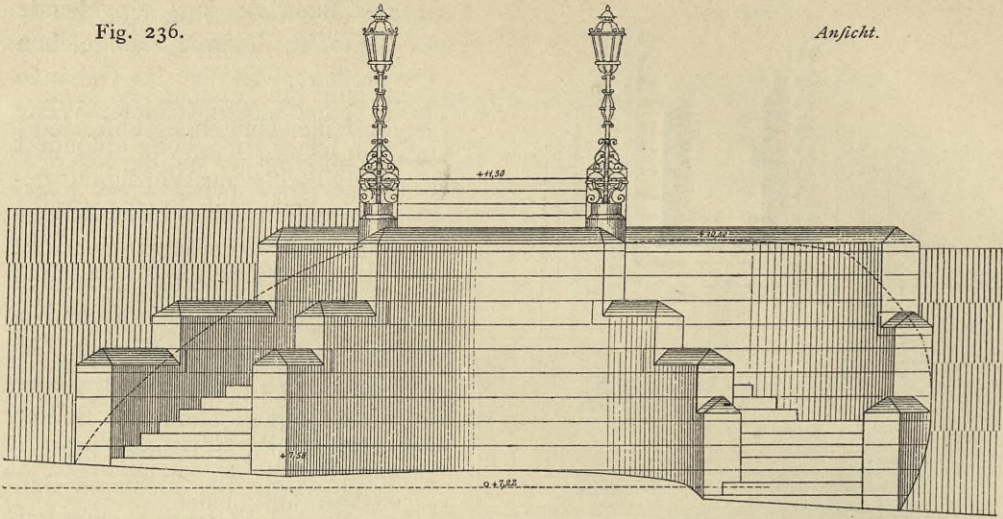
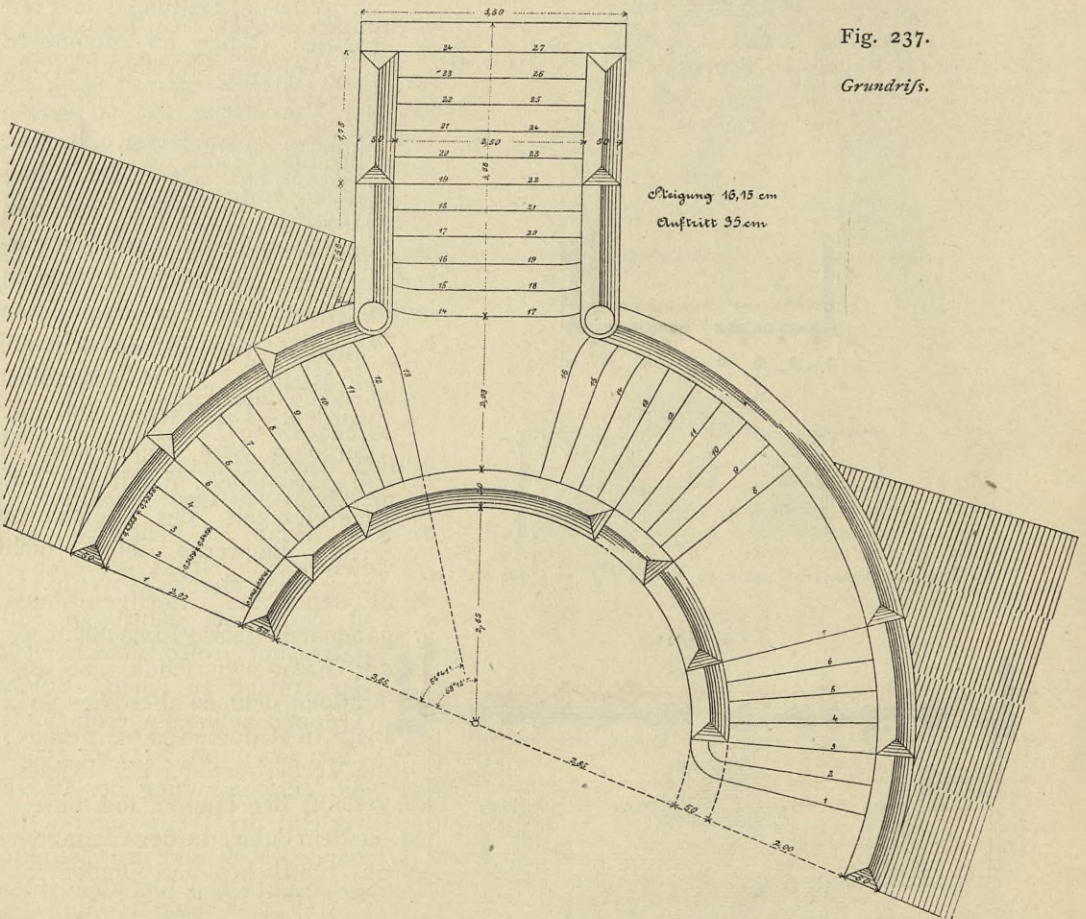


Fig. 237.

*Grundriss.*



Aufgangstreppe zum Amts-

Fig. 238.

Querschnitt.

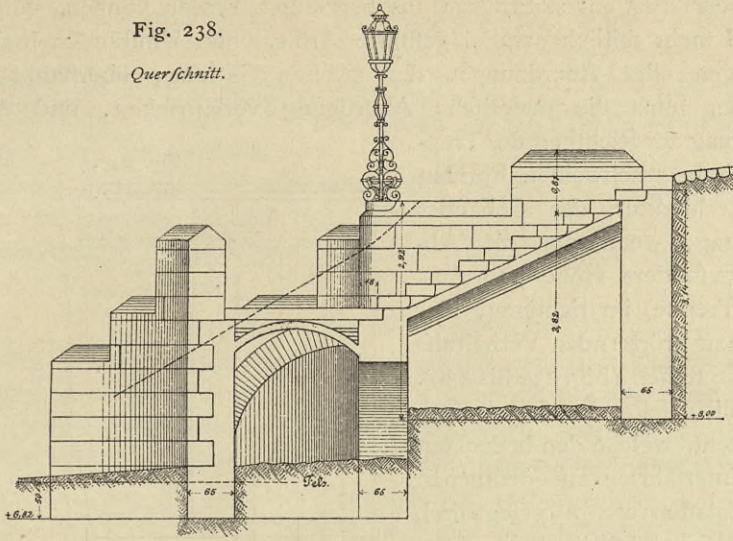
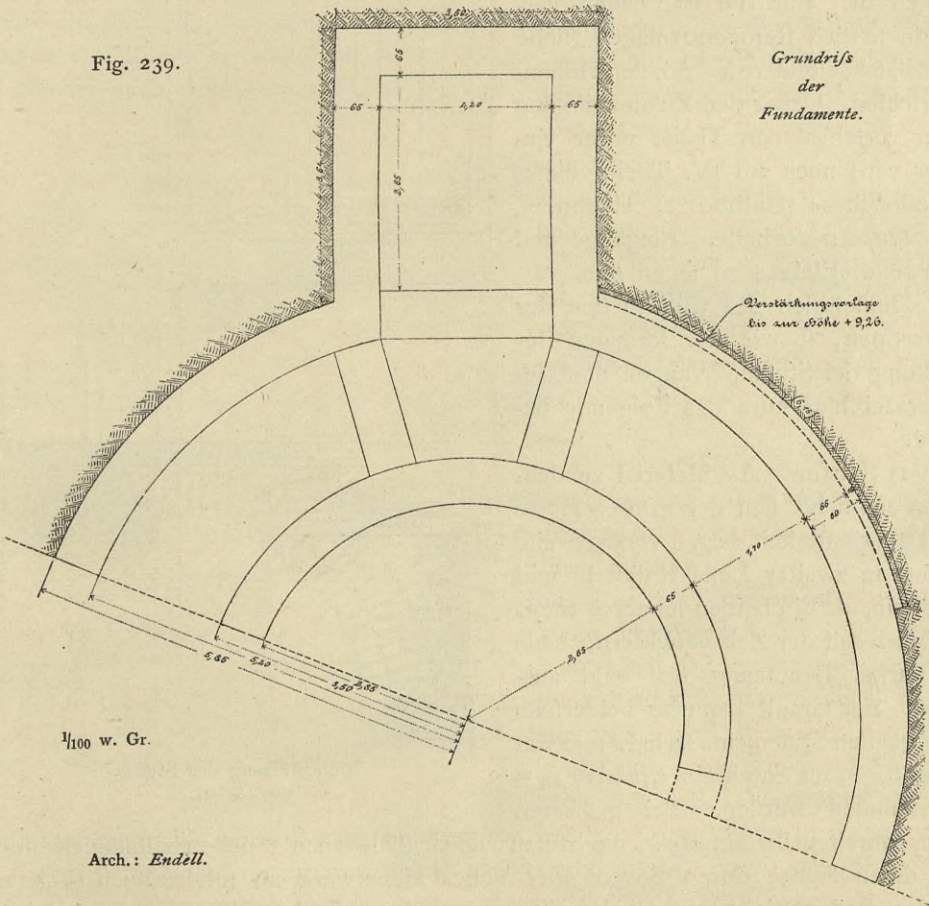


Fig. 239.

Grundriss  
der  
Fundamente.



Arch.: Endell.

gerichtshaus zu Neurode.

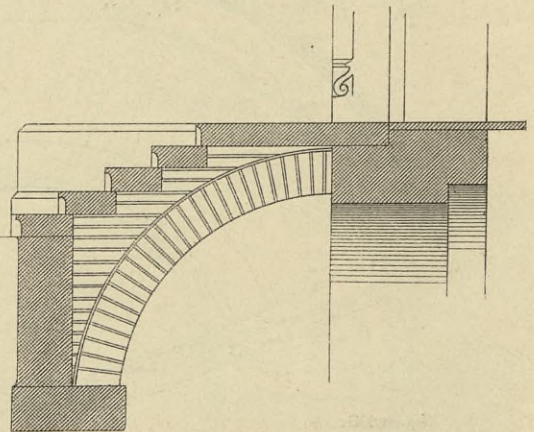
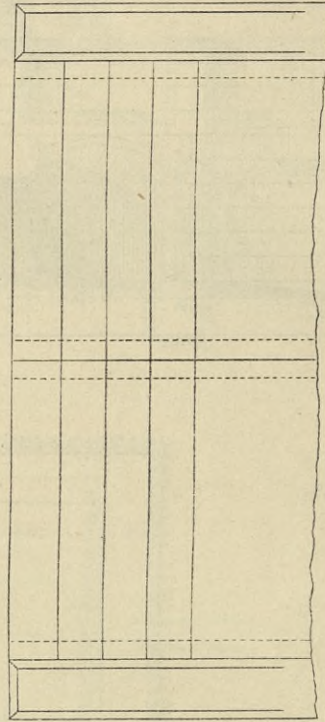
von verhältnißmäßigen engen Strafen aus betrachtet werden können, empfehlen sich in der Regel mehr seitlich parallel geführte Arme, unter Umständen in Verbindung mit Kehrunen oder Anordnungen der zweiten Gattung, überhaupt complicirte Anlagen; hier muß die malerische Anordnung vorherrschen, und eine wiederholte Aenderung der Richtung der Treppenläufe auch in geschweiften Formen thut der Architektur des Gebäudes keinen Eintrag, wenn nur die Abmessungen (besonders Höhe und Ausladung der Treppe) im richtigen, hier nicht weiter zu erörternden Verhältniß zum Bauwerke stehen (Fig. 236 bis 239).

4) Endlich sei noch jener Freitreppen gedacht, welche den bedeckten Vor- oder Unterfahrten an öffentlichen Gebäuden, Palästen etc. vorgelegt sind, sobald deren Niveau höher als jenes der betreffenden Strafe, des Platzes etc. gelegen ist. Für die Fahrenden vermitteln seitlich Rampen-Anlagen (siehe unter b, insbesondere S. 180) den Höhenunterschied. Ueber den Zusammenhang dieser verschiedenen Theile unter einander wird noch im IV. Theile dieses »Handbuches« (Halbbd. 1, Abchn. 5, Kap. 1, a, 2: Vorhallen, Eingänge und Thorwege) Einiges zu sagen sein.

Hinsichtlich der Construction der Freitreppen, so wie der formalen Behandlung der Stufen, Wangen und Geländer sei hier kurz das Folgende bemerkt.

1) Stufen. Als Material zu denselben empfiehlt sich der großen Härte und Dauerhaftigkeit wegen vorzugsweise Granit, in zweiter Linie Kalkstein und Sandstein, da die beiden letzteren theils im Freien mit der Zeit verwittern, theils bei starker Benutzung sich bald austreten. Für Granit kann bei beiderseits aufliegenden Stufen eine freie Länge von 2,5 bis 3,0 m, für Sandstein 1,25 bis 1,90 m angenommen werden. Bei größeren Treppenbreiten ist es nöthig, die Stufen aus verschiedenen Stücken zusammenzusetzen und deren Stöße durch Bogen oder volles Mauerwerk zu unterstützen (Fig. 240). Seitlich finden die Stufen ihr Auflager in oder auf den Wangen, in welche sie entweder einige Centimeter tief eingreifen oder auf denen sie durch Dübel, bezw.

Fig. 240.



Unterstützung der Stufen.

 $\frac{1}{50}$  w. Gr.

Klammern gehalten werden müssen. Um die gegenseitige Lage der Stufen zu sichern, empfiehlt es sich, namentlich bei kleineren Längen, dieselben durch Verzahnung in einander greifen zu lassen (Fig. 241). Ferner ist der Wasserabfluss zu berücksichtigen, und es ist rätlich, die Stufen und die Platten der Ruheplätze mit einer schwachen Neigung nach vorn zu versehen.

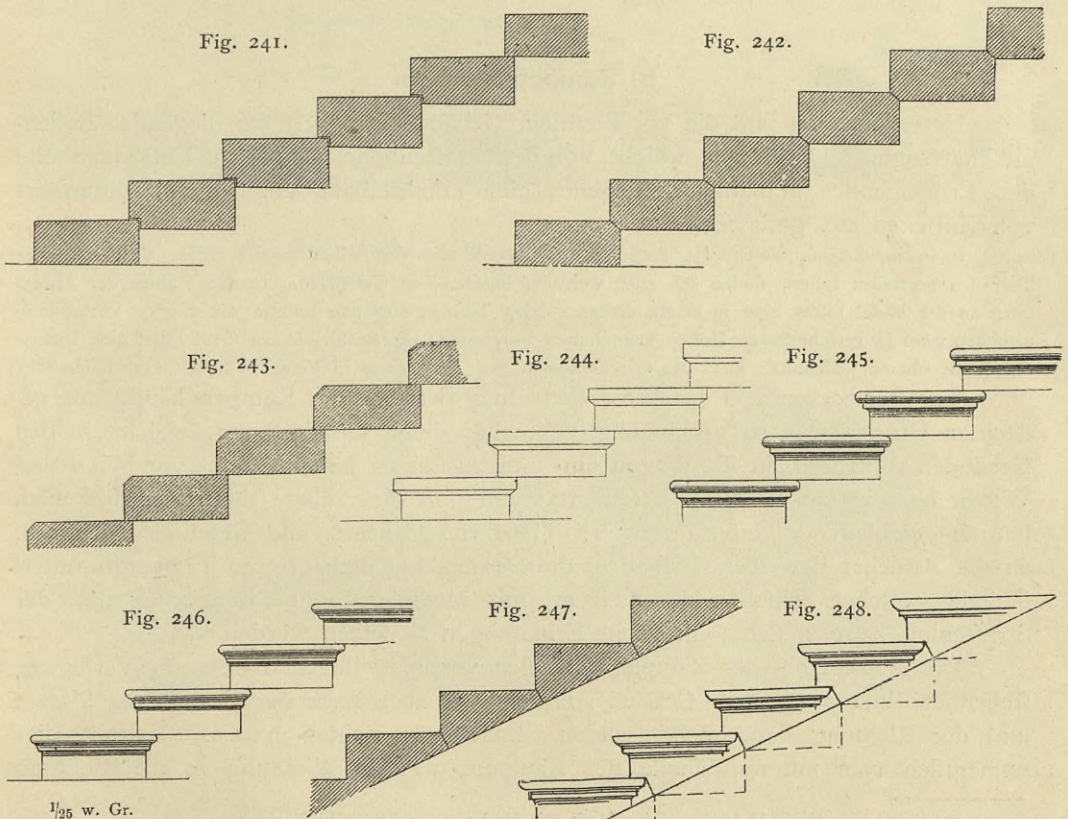
Die Stufen ganz mit Erde zu unterstopfen, ist nicht zu empfehlen, weil sie sich alsdann im Frühjahr etc. leicht heben.

Hinsichtlich der Auftritts- und Steigungsverhältnisse kann auch bei Freitreppen die allgemeine Regel gelten:

$$2 \text{ Steigungen} + 1 \text{ Auftritt} = 63 \text{ Centim.},$$

wobei indessen — wegen des stattlicheren Aussehens und mit Rücksicht darauf, daß Handleitungen entweder gar nicht vorhanden oder nicht immer benutzbar sind, so wie das solche im Freien gelegene Stufen durch Regen, Schnee etc. leicht schlüpfrig werden — die Steigung nicht größer als 16 cm, besser nicht über 14 cm, der Auftritt hiernach zwischen 35 bis 31 cm angenommen werden sollte.

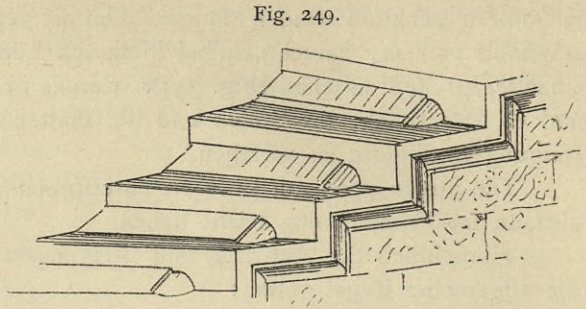
Die Profilierung der Stufen kann je nach der beabsichtigten Wirkung sehr verschiedenartig durchgeführt werden, wie Fig. 241 bis 248 beweisen. Sind die Stufen von unten nicht sichtbar, was meistens der Fall sein wird, so braucht eine regelrechte Bearbeitung derselben an der Unterseite nicht einzutreten; im anderen Falle können dieselben von unten bearbeitet werden, wie Fig. 244 bis 246 angeben, oder sie können nach einer geraden Linie abgeglichen werden, wie Fig. 247 u. 248 zeigen,



$\frac{1}{25}$  w. Gr.

oder man kann auch eine Brechung der Kanten einführen (Fig. 249), wobei das Auflager der Stufen auf den Wangen, bezw. in der Wand durch ein abgetrepptes vortretendes Profil vergrößert werden kann.

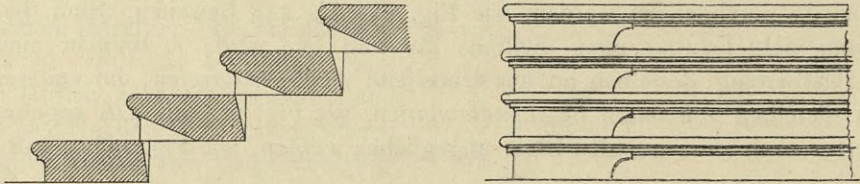
In Fällen, wo die Freitreppe die unter derselben liegenden Räume verdunkeln würde, kann eine schlitzartige Durchbrechung der Stufen stattfinden, wie in Fig. 250 angegeben.



160.  
Wangen  
und  
Geländer.

2) Wangen und Geländer. Hinsichtlich dieser Theile kann auf das vorhergehende Kapitel (Art. 154 u. 155, S. 161 u. 162), so wie auf Theil III, Bd. 2, Heft 2 (Abth. III, Abschn. 1, C, Kap. über »Brüstungen und Geländer«) verwiesen werden.

Fig. 250.



$\frac{1}{25}$  w. Gr.

### b) Rampen-Anlagen.

Unter Rampen sind die vor Portalen, Gebäudeeingängen etc. liegenden Bodenauffschüttungen zu verstehen, welche, von der Straßenhöhe aus bis zur Fußbodenhöhe des Erdgeschosses allmählig ansteigend, eine unmittelbare Vor-, bezw. Unterfahrt von Kutschen etc. gestatten.

Rampen-Anlagen, welche die Treppen ersetzen und die Verbindung zweier Höfe, Geschosse oder Terrassen herstellen sollen, finden sich auch wohl im Inneren von Gebäuden. In den Ruinen der Ehrenburg an der Mosel bildet eine in einem dicken runden Thurm liegende Rampe die einzige Verbindung zwischen zwei in verschiedenen Höhen befindlichen Burghöfen; im Rathhause zu Genf führt eine Rampe bis in die oberen Geschosse; auch der Glockenthurm von *San Marco* in Venedig besitzt eine solche<sup>292)</sup>.

Vor Bauwerken von größerer Bedeutung werden die Rampen häufig mit gedeckten Unterfahrten in Verbindung gebracht, damit die Personen, welche in den Gebäuden verkehren, in die Wagen ein- und aussteigen können, ohne von Wind und Wetter belästigt zu werden. Besonders wichtig ist die Anlage derartiger, oft auch feitlich geschlossener Unterfahrten bei Theatern, Concert- und Gesellschaftshäusern, da die Besucher derselben, besonders die Damen, bei dem großen Temperaturunterschiede, welcher zwischen den heißen, mit Menschen angefüllten Sälen und der Straßluft besteht, sich sonst leicht Erkältungen aussetzen würden.

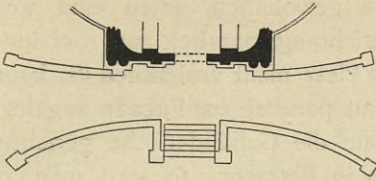
Die Anordnung der Rampen wird sich vorzugsweise nach dem zur Verfügung stehenden Raume vor dem Gebäude, ferner aber auch nach der Gestalt des Platzes und der Richtung der anschließenden Straßen zu richten haben. Es gilt dies namentlich vom unteren Theile der Rampen, welcher allmählig in die Richtung

161.  
Zweck.

162.  
Anordnung.

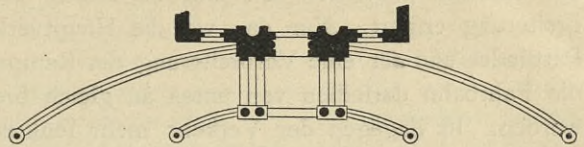
<sup>292)</sup> Vergl. auch Theil III, Band 3, Heft 2 (Abth. IV, Abschn. 2, A) dieses »Handbuches«.

Fig. 251.



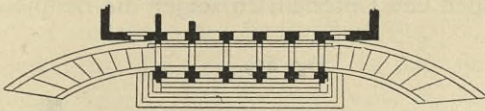
Vom *Lipfius*'schen Entwurf für das deutsche Reichstagshaus. —  $\frac{1}{1000}$  w. Gr.

Fig. 252.



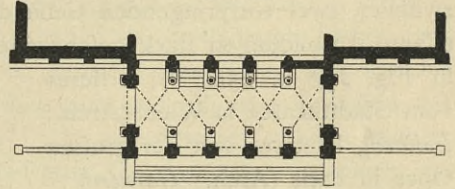
Vom Ständehaus zu Hannover. —  $\frac{1}{500}$  w. Gr.

Fig. 253.



Vom *Ende & Böckmann*'schen Entwurf für das deutsche Reichstagshaus.  $\frac{1}{1000}$  w. Gr.

Fig. 254.



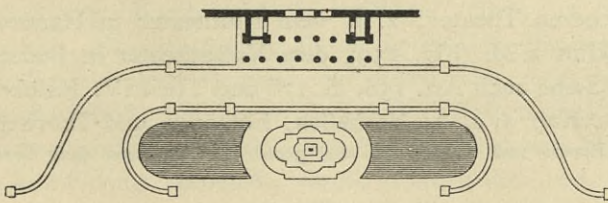
Vom alten Hoftheater zu Dresden.  $\frac{1}{600}$  w. Gr.

Fig. 255.



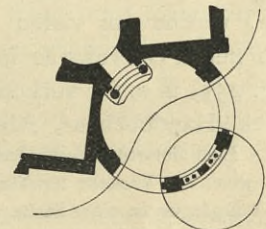
Vom Volkstheater zu Budapest. —  $\frac{1}{550}$  w. Gr.

Fig. 256.



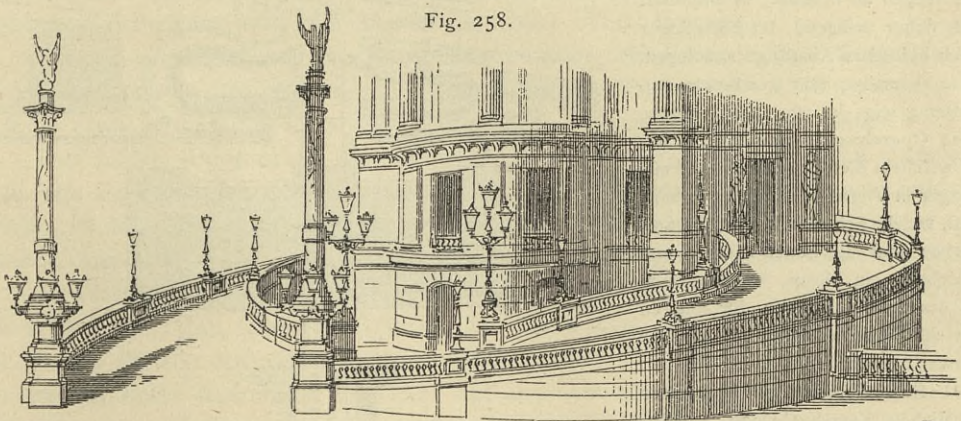
Vom Parlamentshaus zu Wien.  $\frac{1}{1500}$  w. Gr.

Fig. 257.



Vom Stadttheater zu Wien.  $\frac{1}{600}$  w. Gr.

Fig. 258.



Von der großen Oper zu Paris <sup>293</sup>.

Rampen-Anlagen.

der Strafsen überleiten soll und zu diesem Zwecke gewöhnlich unten eine Verbreiterung erfährt. Nur da, wo die Hauptverkehrsrichtung parallel zum Gebäude stattfindet und für eine Verbreiterung der Rampe der Platz nicht vorhanden ist, kann die Fahrbahn derselben von unten an gleich breit und parallel zur Façade angelegt werden. Ist dagegen der Verkehr mehr senkrecht auf die Gebäudefläche gerichtet oder kommen neben dieser noch andere Richtungen in Betracht, so wird man zu einer einfach oder doppelt geschweiften Begrenzung der Rampenwangen übergehen müssen (Fig. 253 bis 258). Dasselbe ist der Fall, wenn die Auffahrt zurückliegend, zwischen zwei vorspringenden Gebäudeflügeln, angeordnet werden soll. Sehr interessante Ausbildungen stark geschweiften Rampen und Unterfahrten zeigen die Beispiele in Fig. 257 u. 258<sup>293</sup>), ersteres vom Stadttheater in Wien (Arch.: *Fellner*), letzteres von der großen Oper in Paris (Arch.: *Garnier*).

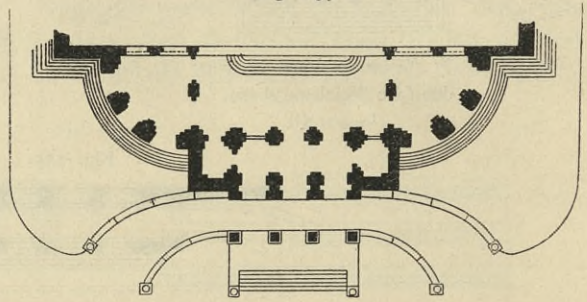
Bei Monumentalbauten, deren Haupteingängen Rampen mit Unterfahrten vorgelegt sind, wird der stattliche Eindruck der Façade noch wesentlich gehoben durch Verbindung der Rampe mit einer Freitreppe für Fußgänger, welche die Vorhalle auf dem kürzesten Wege erreichen wollen, eine Anlage,

welche vor vielen der neueren Theater, z. B. dem Hoftheater in Hannover, dem neuen Opernhause in Frankfurt a. M. (Fig. 259), dem Volkstheater in Budapest (Fig. 255) u. a. O. vorkommt. (Siehe auch Art. 158, S. 176 und Theil IV, Halbbd. I dieses »Handbuches«, Abfchn. 5, Kap. 1, a, 2: Vorhallen, Eingänge und Thorwege.)

Eine derartige Verbindung von Rampe und Treppe ist aber gerade bei Theatern dann bedenklich, wenn der Verkehr für Wagen und Fußgänger an einer Stelle vereinigt werden muß, so daß die letzteren genöthigt sind, den Verkehr der Wagen zu kreuzen; es empfiehlt sich daher dringend, für Fußgänger noch besondere Ausgänge anzulegen. Eine derartige, sehr geschickte Anordnung zeigt das von *Luca* erbaute neue Opernhaus in Frankfurt a. M., an welchem diese Ausgänge für Fußgänger in Viertelkreisbogen vertheilt sind, welche sich zwischen den Hauptvorbau und die Seiten-Risalite einschieben, ein Motiv, welches auch im oberen Geschosse in der inneren Durchbildung auf das glücklichste verworther wurde.

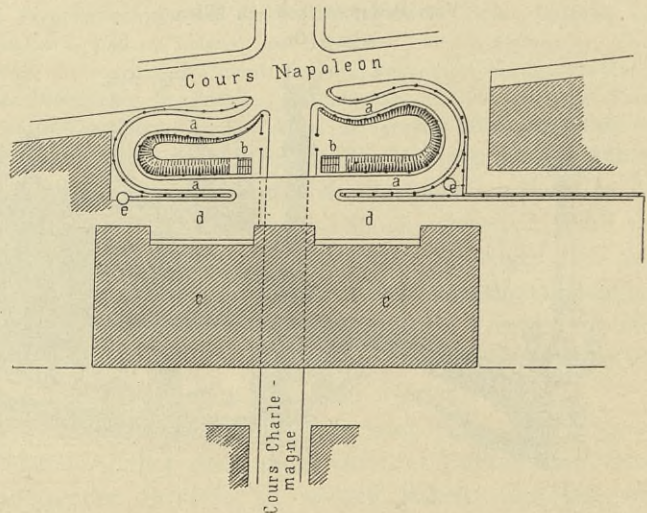
Schließlich sei hier noch einer stattlichen Rampen-Anlage Erwähnung gethan, welche sich in Lyon

Fig. 259.



Vom Opernhaus zu Frankfurt a. M.  
1750 w. Gr.

Fig. 260.



Vom Empfangsgebäude der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eisenbahn  
zu Lyon.

<sup>293</sup>) Nach: Bosc, E. *Dictionnaire raisonné d'architecture etc.* Paris 1876-80.



findet und welche zugleich als Beispiel dienen mag, wie derartige Aufgaben zu behandeln sind (Fig. 260). Die Rampe hat den Zweck, das hoch liegende Stationsgebäude der Station *Lyon Perrache* der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eisenbahn mit der tiefer liegenden *Place Napoléon*, bezw. der Stadt Lyon in Verbindung zu setzen. Die Höhe des Vorplatzes *d* vor dem Stationsgebäude *c* über der Straße *Cours Napoléon* ist eine sehr beträchtliche, da eine andere Straße *Cours Charlemagne* mitten unter dem Stationsgebäude hindurch geführt ist. Damit das Publicum nicht nöthig hat, den großen Umweg, welcher durch die Rampen-Anlage *a* bedingt wird, zu machen, sind in *b* zwei Treppen angelegt, welche unmittelbar hinaufführen. In *e* befinden sich Pissoirs. — Ueber Straßentrampen und Rampenstrassen ist übrigens in Theil IV, Halbband 9 (Abfchn. 2, Kap. 4, unter b) Näheres zu finden.

Eine fernere sehr stattliche Rampen-Anlage befindet sich vor dem neuen Justiz-Palast in Brüssel.

Die Längenabmessungen der Rampen hängen vom verfügbaren Platze, von der Höhenlage des Erdgefchofs-Fußbodens über dem Straßenspflaster und von der Bedeutung des Gebäudes ab, so daß sich hierüber nicht gut allgemeine Regeln feststellen lassen. Die Neigung wird im Mittel zu 1 : 15 angenommen werden können; doch wird man in vielen Fällen, namentlich bei ganz frei liegenden Gebäuden, bis 1 : 20, wenn dagegen der Raum sehr beschränkt ist, bis 1 : 12 gehen. Die Fahrbahn der Rampe ist mindestens zu 2,60 m Breite anzunehmen; indeffen empfiehlt sich, namentlich bei fehlenden seitlichen Fußwegen (wo also die Fahrbahn nur durch schmale Bordsteine begrenzt wird), eine größere Breite. Vor dem Eingange ist eine wagrechte Fläche von mindestens 3, besser 5 m Länge einzulegen; im letzteren Falle finden auch die zum Stehen gekommenen Pferde auf dieser wagrechten Ebene Platz.

Die Oberfläche der Rampen muß eine für das Befahren geeignete Befestigung, welche auch zur Schmutzbildung thunlichst wenig Anlaß giebt, erhalten. Eine Bekiefung wird nur für leichtere Wagen und wenig befahrene Rampen genügen; eine Chauffirung ist zwar widerstandsfähiger, allein nur schwer staub- und schmutzfrei zu erhalten. Eine Pflasterung ist von diesen Uebelständen frei und empfiehlt sich namentlich für sehr steile Rampen, auf denen schwereres Fuhrwerk verkehrt; sie hat indeß den Nachtheil, daß beim Befahren derselben starkes Geräusch entsteht. Wo man auf thunlichste Geräuschlosigkeit zu sehen hat, muß Stampf asphalt oder Holzpflasterung in Anwendung kommen. Ueber Construction und Ausführung dieser verschiedenen Befestigungsweisen ist im nächsten Abschnitt (Kap. 1) das Erforderliche aufgenommen.

Als besonderen Schmuck, vorzüglich für die Anfangspfeiler einer Balustrade, empfiehlt sich die Aufstellung von Candelabern, welche die Auffahrt beleuchten und zugleich den Anfang derselben in wirkungsvoller Weise betonen.

Um zu verhüten, daß die Rampenauffschüttung die Räume des Kellergefchoffes zu sehr verdunkelt, so wie zur Verhütung des Eindringens der Erdfeuchtigkeit ist dieselbe etwa 50 bis 60 cm von der aufgehenden Gebäudemauer abzurücken.

Die äußere Begrenzung der Rampe kann sich sehr verschiedenartig gestalten, in so fern die Fahrbahn entweder nur durch etwas höhere Bordsteine, bezw. niedrige Mauern, welche der Rampenneigung folgen, oder durch terrassenförmig abgetreppte Mauern, oder endlich durch Balustraden und andere Geländer abgeschlossen werden kann.

Ist Gefahr vorhanden, daß die Fußgänger von den Wagen bedrängt werden, also insbesondere bei schmalen Rampen, so ziehe man ein niedriges (70 bis 80 cm hohes), mit Platten abgedecktes Abchlussmäuerchen einer hohen Brüstung vor, weil im ersteren Falle bedrängte Personen auf der Abdeckung des Mäuerchens Schutz finden können. Gestatten es der verfügbare Raum und die vorhandenen Geldmittel, so kann man auf der Rampe neben der Fahrbahn auch einen erhöhten Fußweg anlegen.

163.  
Construction.

164.  
Seitlicher  
Abchluss.

3. Abschnitt.

Bürgersteige und Hofflächen, Vordächer und  
Kühlanlagen.

1. Kapitel.

Befestigung der Bürgersteige und Hofflächen.

VON E. SPILLNER.

Für die vor den Gebäuden anzulegenden Bürgersteige oder Trottoire und für die Hofflächen werden im Allgemeinen dieselben Befestigungs-Materialien angewendet, weshalb sie in Nachfolgendem gemeinschaftlich behandelt werden können. Nur hat bei den ersteren der Architekt nicht völlige Freiheit, da er, selbst wenn Material und Befestigungsweise frei gestellt sind, eine Anzahl baupolizeilicher Vorschriften zu beobachten hat.

a) Bürgersteige.

165.  
Breite  
und  
Höhenlage.

Die Breite der Bürgersteige — in städtischen Strafen werden in der Regel je zwei angelegt — wird sich nach der Strafenbreite richten müssen. In Paris schwankt die Breite zwischen 0,75 und 8,0 m; in Berlin »Unter den Linden« beträgt sie 6,0 m, in der »Sieges-Allee« daselbst 8,4 m.

In der Regel nimmt man ein Fünftel bis ein Viertel der ganzen Strafenbreite für je einen Bürgersteig.

Der Bürgersteig sollte stets höher, als die Strafe angelegt werden, wobei man denselben mit Bordsteinen einzufassen hat. Häufig werden letztere von der Stadtverwaltung fertig gestellt, so daß dadurch dem Hausbesitzer bereits die Höhenlage genau vorgeschrieben ist. Für die Abführung des Tagwassers der Strafe muß neben dem Bordstein eine Rinne, Strafenrinne, Flosrinne, Goffe, Rinnstein genannt, angelegt werden. Die Bordsteine künstlich zur Rinne auszuarbeiten, kann nicht empfohlen werden, da sie durch ein hinein gerathenes Wagenrad leicht aus der richtigen Lage kommen. Bei Platten-Trottoiren läßt man wohl auch die Platten über den Rinnstein übergreifen, also ohne Bordstein, was aber selbstverständlich nur bei sehr schweren Platten zulässig ist. Es wird dadurch etwas an Bürgersteig-Breite gewonnen. Bei schmaler Fahrstraße ist diese Anordnung nicht zu empfehlen, weil die Platten gegen den Stofs der Räder nicht genügend gesichert sind.

Das Längengefälle des Bürgersteigs wird in der Regel dasselbe, wie das der Strafsenkronen sein, wobei man für Thoreinfahrten keine Ausnahme macht. Ist das Längengefälle der Strafsenke zur Abführung des Tagwassers nicht genügend, so muß das Gerinne ein stärkeres Gefälle erhalten, und zwar bei Bruchsteinen, je nach der Glätte derselben,  $\frac{1}{300}$  bis  $\frac{1}{150}$ , bei Klinkern oder Werksteinen  $\frac{1}{500}$ .

166.  
Gefälle.

Stufenartige Abfälle im Bürgersteige sind zu vermeiden.

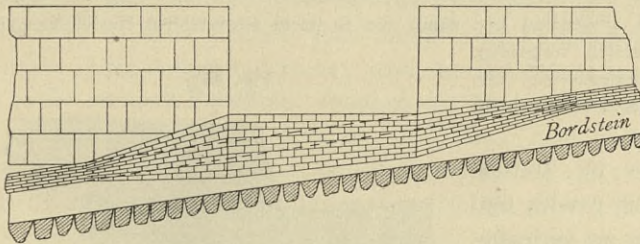
Das Seiten- oder Quergefälle innerhalb städtischer Strafsen (außerhalb der Städte wird man den Bürgersteig lieber nach zwei Seiten entwässern) beträgt je nach der Größe des Längengefalles 1 : 40 bis 1 : 25. Bei glattem und undurchlässigem Material kann man es flacher nehmen, als bei rauhem und durchlässigem, jedoch nicht geringer als 1 : 40, da anderenfalls ganz geringe Unregelmäßigkeiten der Oberfläche den Wasserabfluß hindern und stehende Tümpel veranlassen.

Für die Thoreinfahrten werden selbst in größeren Städten noch häufig Einschnitte in den Bürgersteig gemacht, beiderseitig mit einer Stufe eingefasst. Dies ist

167.  
Thor-  
einfahrten.

für den Verkehr sehr störend. Wir geben daher in Fig. 261 eine normale Anordnung, bei welcher die Bordsteine vor der Einfahrt tiefer gelegt und flach abgekantet sind, während von der Mitte des Bürgersteiges an bis zum Gebäude an der tiefer gelegenen Seite eine Rampe sich bildet. In Strafsen mit geringer Steigung verschwindet dieselbe.

Fig. 261.

Längen  $\frac{1}{100}$ , Höhen  $\frac{1}{50}$  w. Gr.

In einem solchen Falle sucht man die Steigung von der gefenkten Bordkante bis zur Bürgersteig-Höhe möglichst kurz zu machen, etwa mit einem Gefälle von 1 : 6 bis 1 : 5, damit der größere Theil der Bürgersteig-Breite unverändert bleibe.

Die feillichen Anrampungen werden mit einem Gefälle von höchstens 1 : 20 angelegt.

Die Bordsteine, auch Rand-, Wand-, Backen- oder Leistensteine genannt, erhalten in ihrer Oberfläche ein Quergefälle, welches dem mittleren Quergefälle des zugehörigen Bürgersteiges entspricht.

168.  
Bürgersteige.

Der Fußweg ist gegen den Bordstein um 4 bis 5 mm erhöht (Fig. 265), niemals vertieft anzulegen. Eine Ueberhöhung von 5 bis 10 mm, wie sie manchmal vorgeschrieben wird, ist zu viel, da alsdann der Bordstein nicht mehr zur Breite des Bürgersteiges gerechnet werden kann.

Paffende Abmessungen sind 23 cm Breite auf 30 cm Höhe; bei geringerer Höhe bietet er dem Drucke des Strafsenpflasters nicht genug Widerstand dar<sup>294)</sup>.

Als Material für Bordsteine sind in erster Linie Granit und Basaltlava zu empfehlen, ferner auch harter Sandstein und Kalkstein, jedoch letzterer nicht an den Strafsenecken, wo die Abnutzung durch das Fuhrwerk eine sehr große ist.

Häufig findet man die Bordsteine durch Ankersteine gehalten, welche vorn schwalbenschwanzförmig ausgearbeitet sind (Fig. 262). Dieses Verfahren ist kost-

<sup>294)</sup> Andere Abmessungen: Berlin: mindestens 25 × 30 cm; die Vorderfläche ist, 15 cm breit, von oben derartig abzuhängen, daß die obere Kante 4 cm breit aus dem Lothe zurücktritt. — Cöln: 24 × 26 und 30 × 26 cm; Länge der Stücke 0,8 bis 1,5 m. — Bonn: 16 × 30 cm.

Fig. 262.

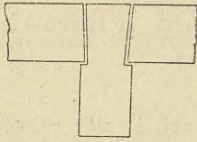
 $\frac{1}{30}$  w. Gr.

Fig. 263.

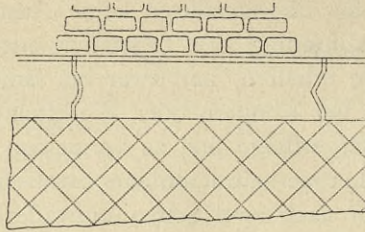
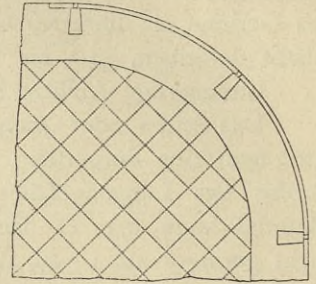


Fig. 264.



spielig. Billiger und besser ist es, die Werkstücke an den Stößen mit geradlinigem oder kreisförmigem Zahne in einander greifen zu lassen (Fig. 263) und auf ein Backstein-Fundament zu legen, welches bei einigermaßen gutem Baugrund mit 2 Stein Länge und Breite, so wie 3 Stein Höhe genügend ist. Wichtig ist es, die Steine auf ihre frei tragende Länge gut zu unterstopfen, da sonst der Bürgersteig bald Einenkungen zeigt.

Aus diesem Grunde hat man bei besonders vorsichtiger Ausführung die Untermauerung der Stöße auf die ganze Länge der Bordschwelle ausgedehnt und damit die so leicht eintretenden Nachfackungen des Belages längs des Bordsteines glücklich vermieden. Anstatt der durchgehenden Ziegel-Untermauerung verwendet man auch eine 25 cm breite und 15 cm hohe Schicht von Beton <sup>295)</sup>.

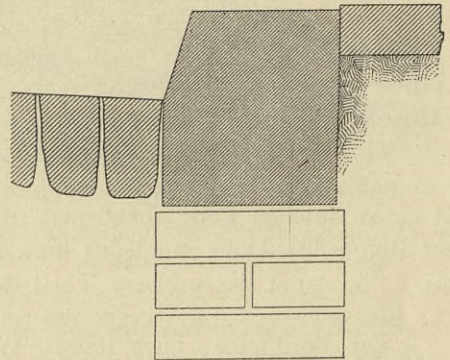
An Straßenecken, so wie an Stellen, wo die Straße eine starke Biegung macht, sind die Bordsteine in sanfter Curve zu verlegen. Für diese Punkte ist das härteste Material erforderlich. Steht solches nicht zu Gebote, so ist eine Flachschiene bündig einzulegen, welche durch eingelassene, in Blei vergoffene Halter befestigt wird (Fig. 264).

Das Gerinne bildete man früher durch ein bis drei parallele, vertiefte Pflasterstreifen (Fig. 263); neuerdings läßt man in der Regel die Wölbung der Fahrbahn unmittelbar gegen den Bordstein stoßen (Fig. 265).

Die Tiefe der Rinne beträgt alsdann 13 bis 15 cm; an den Uebergängen der Straßenecken wird sie zweckmäßig auf 8 bis 9 cm, vor den Thoreinfahrten auf 6 bis 7 cm verringert.

In der Wahl des Materials für die Bürgersteig-Flächen hat man eine sehr große Auswahl, falls nicht bestimmte polizeiliche Vorschriften bestehen. Pflaster aus un- bearbeiteten Feldsteinen empfiehlt sich nicht; hingegen wird Bürgersteig-Pflaster aus gut bearbeitetem Granit, Porphyr, Basalt und Grauwacke vielfach ausgeführt und bewährt sich bei starkem Verkehre recht gut. Das Eleganteste in dieser Art sind die belgischen *Platines*, nach der Schablone bearbeitete Pflastersteine aus hartem Kohlenfandstein. In den belgischen Städten, welche sich bekanntlich durch ihre vorzüglichen Pflasterarbeiten auszeichnen, wird diese Art sehr viel angewendet. Sie hat mit den anderen Bürgersteig-Pflasterungen den Vorzug gemeinam, im Winter

Fig. 265.

 $\frac{1}{10}$  w. Gr.

169.  
Natürliche  
Materialien.

<sup>295)</sup> Berlin: Die Untermauerung der Bordschwellen hat 4 Schichten hoch, 1 Stein stark, mit Klinkern in Cement-Mörtel stattzufinden.

nicht glatt zu werden, zeigt sich aber wegen der kleinen Kopffläche der *Platines*, welche meist nur 10 bis 12 cm Seitenlänge haben, sehr eben, gefattet auch ein leichtes Ausbeffern, dessen Aufbruchstellen nachher nicht sichtbar sind. Die Dauerhaftigkeit ist eine außerordentliche. Beschädigen beim Aufhacken von Eis und Schnee, unter der besonders Asphalt- und Cementbelag leiden, kommt nicht vor (Fig. 263 u. 264<sup>296</sup>).

Ein äußerst angenehmes Material für nicht zu stark begangene Bürgersteige bilden die Mosaiksteinchen von Marmor, Porphy, Grauwacke, Sand- und Kalkstein. Wo es in erster Linie darauf ankommt, eine möglichst trockene Oberfläche zu erzielen, also in Promenaden- und Villen-Straßen, ist diese Art allen anderen vorzuziehen, da sie wegen ihrer zahlreichen Fugen das Tagwasser am schnellsten durchläßt, ohne jemals glatt zu werden. Bei mehrfarbigem Material lassen sich mit Leichtigkeit hübsche Muster legen<sup>297</sup>). Die Sandbettung wählt man 8 cm stark, die Steinchen 65 bis 70 mm hoch, die ebenen Köpfe nicht unter 40 mm breit und nicht über 70 mm lang. Passende Materialien hierfür sind: Porphy, harter Sandstein, Granit.

Plattenbeläge für Bürgersteige erstrecken sich entweder über die ganze Breite derselben, oder es wird innerhalb der Pflasterung eine Plattenbahn angelegt. Letztere wird man so breit machen, daß darauf zwei Personen bequem neben einander gehen können. Um anderen Personen nach beiden Seiten ausweichen zu können, legt man sie nicht an den Bordstein, sondern ca. 1 m oder mehr von der Bordkante entfernt. Ist äußerste Sparsamkeit geboten, so ordnet man auch wohl zwei schmale Bahnen von 30 bis 40 cm Breite an, die Außenkanten 1,2 m von einander entfernt, zwischen den Platten einen Pflasterstreifen von 40 bis 50 cm. Die Verwendung eines 25 bis 30 cm breiten Bordsteines als Bürgersteig, wie dies in einigen schleswig-holsteinischen Städten noch zu finden ist, erwähnen wir nur der Vollständigkeit halber; hier hat der Fußgänger, zu dessen rechter Hand sich der Rinnstein befindet, das »Bordrecht«, d. h. der Entgegenkommende muß auf das Pflaster ausweichen<sup>298</sup>).

Gehen wir von der Sicherheit gegen Gleiten aus, so ist eines der besten Plattenmaterialien die Basaltlava, vor allen anderen Arten die Niedermendiger und Hanebacher. Dieser Stein nutzt sich verhältnismäßig wenig ab und wird nicht glatt. Allerdings müssen wir hierbei bemerken, daß die Vorzüge nur von dem aus guten Lagen gewonnenen Materiale zu rühmen sind, während man in rheinischen Städten vielfach ganz ausgelaufene Platten findet<sup>299</sup>).

Von natürlichen Platten kommt dem Basalt am nächsten der Trachyt und der Granit, vor allen anderen der schlesische Granit<sup>300</sup>); doch tritt bei diesen schon leichter ein Glattwerden ein, weshalb man sie in Straßen mit starkem Gefälle nicht verwendet. Sandsteinplatten haben diesen Fehler in der Regel weniger, laufen sich aber meistens schnell aus. Als die besten darunter sind die Weser-Platten hervorzuheben. Am schlimmsten finden sich beide Fehler beim Kalkstein vertreten, eben so auch beim schlesischen Marmor.

<sup>296</sup>) In Aachen stellt sich der Preis des fertigen *Platines*-Bürgersteiges für 1 qm mit 10 Mark; bezogen werden diese Steine von Lüttich und Montzen bei Verviers, wo der Preis für 1000 Stück bei 12 × 12 cm Kopffläche 88 Mark beträgt (1890).

<sup>297</sup>) Der Preis ist ein sehr mäßiger; z. B. für Berlin ungemustert 3,3 Mark bei Verwendung von Porphy, bei Sandstein 2,5 Mark, bei märkischem Granit 2,0 Mark ohne Sand (1890), gemustert 3 bis 7 Mark für 1 qm, einschl. Material.

<sup>298</sup>) Berlin: Längs der Bordfchwelle ist unter allen Umständen ein Streifen Mosaik-Pflaster von mindestens 0,5 m Breite herzustellen. (Neuere Bestimmung.)

<sup>299</sup>) In Köln ist man deshalb von der Verwendung von Basaltlava fast gänzlich zurückgekommen.

<sup>300</sup>) Berlin: Bürgersteige unter oder von 2 m Breite sind ganz mit Granitplatten zu belegen. Solche von mehr als 2 m Breite erhalten in der Mitte eine wenigstens 2 m breite Granitbahn. (Vorschrift von 1873.)

Künstliche Materialien für Bürgersteige werden in Form von Pflastersteinen, Platten und als Gufsbelag angewendet. Unter den ersteren nennen wir wegen feiner großen Verbreitung das Klinkerpflaster, gebildet von hart gebrannten, hell klingenden Backsteinen, meistens im Format  $11 \times 23 \times 5\frac{1}{4}$  cm. Dieselben dürfen weder krumm, noch windschief sein, keine Blasen und Risse zeigen, sollen nicht eigentlich verglast, aber bis in das Innere hart gebacken sein. Als Bord hierfür werden wohl auch Klinker genommen; besser aber halten sich Haufsteine. Die Klinker-Bürgersteige sind angenehm zu begehen, werden wenig glatt, sind billig in der Anlage und erfordern nicht häufig Ausbesserungen.

Sehr empfohlen wurden früher Pflastersteine aus Hochofenschlacken, sog. *iron bricks*, aus zerkleinerter Schlacke mit Lehm oder Thon als Bindemittel hergestellt und dann bis zur Sinterung gebrannt. Das gebräuchliche Format ist  $31 \times 15 \times 6$  cm. Von demselben Material werden auch Bord- und Goffensteine angefertigt. Größere Verbreitung scheinen sie wegen ihrer Glätte nicht gefunden zu haben.

Von künstlichen Platten verdienen zuerst die Mettlacher Thonfliesen genannt zu werden. Sie zeigen in der Bruchfläche ein durchaus scharfkörniges und äußerst gleichmäßiges Gefüge. Taucht man sie in kochendes Wasser, so nehmen sie keine Feuchtigkeit an, ein Beweis, daß sie äußerst wetterbeständig sind. Es sind zu Bürgersteigen nur solche zu verwenden, deren Oberfläche gerippt oder mit gekreuzten Fugen versehen ist, in denen das Wasser ablaufen kann. Der Verbreitung derselben steht bis jetzt der zu hohe Preis entgegen<sup>301)</sup>; auch sind Ausbesserungen schwierig und kostspielig.

In der Qualität sehr nahe stehen die in Sinzig, Saarbrücken u. a. O. erzeugten Fliesen; auch die in München und anderen bayerischen Städten angewandten Plättchen aus Grofsheffelohle verdienen Erwähnung<sup>302)</sup>.

Sehr verschieden an Qualität sind die Cementgufs-Platten, welche sich oft leicht ablaufen und glatt werden, auch leicht brechen. Beim Ankauf derselben hat man sich nach dem Rufe der Fabrik zu erkundigen<sup>303)</sup>. In den Hamburger Promenaden haben sie sich gut bewährt. Sie werden in den Formaten  $30 \times 30$ ,  $40 \times 40$  und  $50 \times 50$  cm mit 6 bis 8 cm Dicke gegossen, bestehen aus 1 Theil Portland-Cement und 4 Theilen gewaschenem Kies. Werden sie in zwei Schichten gegossen, so wird für die untere das Verhältniß 1 : 4, für die obere 1 : 2 genommen. Die Verwendung darf erst nach 10 bis 12 Monaten geschehen, da erst dann vollständiges Erhärten eingetreten ist<sup>304)</sup>.

Gleiches gilt zum Theile vom Cementgufs-Belag, welcher sich leicht abnutzt, häufig rissig wird und schwer auszubessern ist. In Frankreich, am Mittelrhein etc. hat sich in den letzten Jahren eine neue Technik für Cement-Trottoire auf Beton-Unterlage ausgebildet, welche die erwähnten Uebelstände in weit geringerem Mafse aufweist, so daß in Frankfurt a. M. etc. derlei Cement-Beläge die Asphalt-Trottoire allmählig verdrängen. Hierzu mag allerdings der geringe Preis mit beitragen<sup>305)</sup>. Dasselbe ist in Bonn der Fall, während in Cöln und anderen Städten sehr ungünstige Erfahrungen vorliegen. In Städten, welche unter Bodensenkungen zu leiden haben, ist Beton-Belag unverwendbar.

301) Preis im Rheinland: 8 bis 9 Mark.

302) Siehe auch Theil I, Band 1, erste Hälfte (Art. 48, S. 110) dieses »Handbuches«.

303) Siehe ebendaf., Art. 76 (S. 133).

304) In Hamburg stellt sich der Preis, einschl. 10 cm starker Kiesbettung, auf 4 Mark für 1 qm (1883).

305) In Frankfurt kostet 1 qm Cement-Trottoir sammt Beton-Unterlage 5,5 Mark, auf Bahnhof Metz, ungeachtet der hohen Tagelöhne (8 Mark für den Betonirer und 2,4 Mark für den Handlanger) 3,48 Mark (1883).

Granitoid-Fliesen von *Peter Fantzen* in Elbing finden von dort aus seit 1879 immer größere Verbreitung; so sind vor Kurzem in Aachen einige Bürgersteige mit diesem Materiale belegt.

Granitfindlinge werden zunächst zerfchlagen, dann auf Brechmaschinen gebrochen und durch Sieben nach der Größe sortirt. Unter Zusatz von Cement werden 5 cm starke Platten geformt und diese einem Drucke bis 300 kg auf 1 qcm ausgesetzt. Schliesslich werden sie geschliffen; das Verlegen erfolgt auf einer mageren Betonschicht.

Da diese Platten mefferscharfe Kanten haben, so lässt sich ein sehr sauberer Belag herstellen, der in Folge der natürlichen Härte des Granites sich nur wenig abnutzt. Im gegebenen Falle hat man es in der Hand, durch Verwendung sehr harten Granites (der Hornblende enthaltende schwarze und der quarzhaltige helle sind am härtesten) entsprechend harte Platten herzustellen; doch stellt sich bei diesen im Winter eine geringe Glätte ein, die den weniger harten Platten fehlt. Die 30 bis 40 cm im Quadrat grossen Platten werden am besten diagonal gelegt, was durch fünfeckige Randplatten ermöglicht wird.

Neuerdings kommt in Deutschland auch das in Amerika viel verbreitete Holzpflaster in Aufnahme, vorläufig allerdings mehr für Fahrbahnen, da andere Bürgersteig-Arten sich wesentlich billiger stellen. Wird dasselbe auf einer Beton-Unterlage ausgeführt, welche mit einer Asphaltlage abgeglichen ist, und werden auch die Fugen mit Asphalt ausgegossen, so ist weder eine Feuergefährlichkeit, noch bei genügendem Quergefälle eine schnelle Fäulnis zu befürchten. Dass sich die früheren Holz-Bürgersteige in Deutschland (z. B. in der Breiten Strasse zu Potsdam) so schlecht bewährten, lag lediglich darin, dass die Klötze unmittelbar in die Erde oder auf Bohlen gesetzt waren.

Eiserne Bürgersteig-Beläge sind hie und da in Deutschland und Oesterreich versuchsweise, auch in New-York mehrfach ausgeführt worden. Bei der geringen Belastung, welche die Bürgersteige aufzunehmen haben, dürfte für Einführung dieser Construction zunächst ein stichhaltiger Grund nicht vorliegen.

Die größte Verbreitung von allen Belags-Materialien scheint der Asphaltguss zu haben, weil er ein angenehmes, elastisches Begehen gewährt, sich wenig abnutzt und leicht reinigen lässt, auch sich verhältnissmässig billig stellt. Die demselben anhaftenden Uebelstände, Weichwerden im Sommer und Glätte im Winter, sind bei gutem Material und guter Ausführung den Vorzügen gegenüber verschwindend zu nennen. Empfohlen werden Mischungen aus *Val-de-Travers*- und *Seyffel*-Asphalt mit einem geringen Zusatz, etwa 10 Procent, Mineraltheer; auch Mischungen aus dem fetten Limmer- und dem mageren Vorwohler-Asphalt haben sich gut bewährt<sup>306)</sup>.

Gegner des Asphaltbelages führen an, dass derselbe bei lebhaftem Verkehre sich zu schnell abnutze und dass die Ueberwachung der richtigen Mischung schwierig sei. Ein endgiltiges Urtheil lässt sich zur Zeit hierüber noch nicht sprechen. Bei einem mittleren Stadtverkehre hält ein gut ausgeführter Asphalt-Bürgersteig von 26 bis 30 mm starkem doppelten Belage etwa 12 Jahre. Gerade aus verkehrsreichen Städten, wie Berlin und Cöln, liegen günstige Urtheile vor, während man in anderen Städten, z. B. Aachen, vom Asphaltbelag gänzlich zurückgekommen ist<sup>307)</sup>.

<sup>306)</sup> Preis, einschl. Beton-Unterlage, bezw. Rollschicht, 4,5 bis 6,0 Mark. — Siehe auch Theil I, Bd. 1, erste Hälfte (Art. 228 bis 235, S. 216 bis 220) dieses »Handbuches«.

<sup>307)</sup> Vorschrift für Cöln: Der Asphalt-Matrix muss aus natürlichem Asphalt-Kalkstein und natürlichem Bergtheer (Goudron) bestehen, beides von bester Qualität. Der zu verwendende Matrix muss stets in Originalblöcken mit deutlicher Bezeichnung der Firma angeliefert werden. Der natürliche Asphaltstein soll mindestens 7 Procent Bergtheer enthalten und zur Herstellung eines guten Matrix nicht mehr, als weitere 5 bis 10 Procent (des Gewichtes des Asphaltfeines) Bergtheer erfordern. Der so hergestellte Asphalt-Matrix muss eine gleichförmige Masse bilden und darf in der Kälte weder spröde werden, noch in der Sonnenhitze erweichen. Das zur Verwendung kommende Goudron soll von der Insel Trinidad sein. Dasselbe muss blank und von schwarzer Farbe, bei gewöhnlicher Temperatur elastisch sein, bei der Handwärme sich in lange Fäden ziehen lassen und bei 40 bis 50 Grad C. flüssig werden. In Terpentinöl muss es sich auflösen.

Comprimirter oder Stampf-Asphalt wird wegen seines zu hohen Preises für Bürgersteige bisher nur ausnahmsweise verwendet. Ein vorzügliches Material bieten, bei richtiger und sorgfältiger Herstellung, comprimerte Asphaltplatten von  $25 \times 25$  cm GröÙe, deren Stärke für Fußwege mit 3 cm, für Thoreinfahrten und StraÙenübergänge mit 5 cm ausreichend bemessen ist.

Rohe, pulverisirte Asphalterde wird in rotirenden, über geschlossenem Feuer befindlichen Trommeln bis zu einem bestimmten Grade erhitzt und dann in einer viereckigen Form ( $25 \times 25$  cm) durch eine mit Dampfkraft betriebene Presse zusammengepreÙt.

Mit solchen Platten aus der Fabrik von *Kahlbetzer* in Deutz sind 6000 qm Bahnsteige in den Hallen des Hauptbahnhofes zu Frankfurt a. M. und zahlreiche Bürgersteige daselbst, in Cöln, Mainz, Wiesbaden, Dortmund, Elberfeld u. a. belegt und haben sich gut bewährt. In gegossenen Asphaltsteigen stellt man häufig die Thoreinfahrten von diesen gepreÙten Platten her. Da das Verlegen ohne jedes Bindemittel auf Cement-Beton erfolgt, so kann es durch jeden Maurer besorgt werden. Aufbrüche und Ausbesserungen sind leicht zu bewerkstelligen. Die Fugen, welche bereits nach dem Verlegen kaum sichtbar sind, verschwinden nach kurzer Benutzung vollständig<sup>308)</sup>.

171.  
Unter-  
brechungen  
der  
Bürgersteige.

Bevor wir auf die Herstellungsweise der verschiedenen Belagsarten übergehen, haben wir noch die in denselben vorkommenden Unterbrechungen zu erwähnen. Was zunächst das Abführen des Regenwassers aus den Dachrinnen und das oberirdische Abführen des Hauswassers anbelangt, so ist bereits im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« das Erforderliche gesagt worden.

Kellertreppen, welche in den Bürgersteig einschneiden, und Kohlenfchachte zum unmittelbaren Abstürzen von Kohlen in die Keller sind mit starken Eisenblechklappen zuzudecken, welche eine raue Oberfläche haben müssen. Bei den zweiflügeligen Keller-Fallthüren wird man durch Anbringen von Vorsprüngen oder sonstigen Hindernissen am Haufe dafür sorgen, daß sie nicht ganz aufklappen können, sondern etwa unter 45 Grad geneigt stehen bleiben, um so die Vorübergehenden vor dem Herabstürzen zu bewahren.

172.  
Asphalt-  
belag.

Wir kommen nun zur Art der Herstellung, und zwar nehmen wir der Wichtigkeit wegen zuerst die Ausführung der Asphalt-Bürgersteige. Die Unterbettung kann auf verschiedene Art hergestellt werden: 1) als Ziegelstein-Rollschicht, 2) als doppelte Ziegelstein-Flachschicht, 3) als Cement-Beton und 4) als Raupflaster mit Cement-Beton. Rollschicht empfiehlt sich nicht; auch doppelte Flachschicht, welche besser ist, als die erstere, wird mehr und mehr verlassen<sup>309)</sup>, weil sich die Ziegelfugen auf der Oberfläche des Asphaltes mit der Zeit bemerkbar machen. Cement-Beton wird auf dem gut abgeglichenen und fest gestampften Boden in einer Stärke von 10 bis 15 cm als steifer, gut durchgearbeiteter Brei aufgebracht und wird mittels Bretttafeln, welche der Arbeiter unter jeden Fuß nimmt, fest getreten oder gestampft. Ein gutes Mischungsverhältniß bieten: 1 Raumtheil Cement und 5 Raumtheile feiner Kies oder grober Sand<sup>310)</sup>. Auch 1 Theil Cement, 3 Theile Sand, 3 Theile Stein Schlag (hart gebrannte, klein geschlagene Ziegel oder Bruchsteine) wird mit Vortheil verwendet. Alsdann ist der Beton mit einer dünnen Schicht reinen Cement-Mörtels glatt abzugleichen. Im Sommer, bei großer Hitze, ist Brettdeckung und Annäßen erforderlich.

Beim weiteren Verfahren haben wir zwischen gegossenem und gestampftem Asphalt-Belag zu unterscheiden.

308) Preis für 3 cm starke Platten mit 10 cm dicker Beton-Unterlage 7,5 bis 8,5 Mark.

309) Rollschicht, doppelte Ziegelflachschicht und Raupflaster mit 2 cm starker Cement-Abgleichung sind z. B. in Berlin nicht mehr zulässig. (Verfügung der StraÙenbau-Polizei vom 19. August 1887.)

310) Vorschrift für Cöln 1889.



Gegoffener Belag wird zweckmäÙig in zwei Lagen von je 13 bis 15 mm Stärke und von gleicher Mischung hergestellt. Der Asphalt darf erst dann auf die Beton-Unterlage gebracht werden, wenn diese vollständig getrocknet ist. Der Mastix wird hierbei unter einem Zufatze von etwa 5 Procent Goudron mit höchstens 50 Procent feinem, reinem, sand- und lehmfreiem Kies zusammengeschmolzen, so dafs also das MischungsverhältniÙ in Gewichtstheilen 1 Asphalt-Mastix,  $\frac{1}{2}$  Kies und  $\frac{1}{20}$  Goudron beträgt. Diese Masse wird auf der Beton-Unterlage mit hölzerner Spachtel rasch ausgebreitet und geebnet, noch warm mit feinem Sande bestreut und dieser durch anhaltendes Reiben gleichmäÙig in die oberste Asphaltfchicht hineingedrückt, dergestalt, dafs dieselbe mit dem Sande vollständig gefättigt wird. Der Kies muÙ so vorgewärmt werden, dafs durch sein Einbringen keine Temperatur-Erniedrigung der geschmolzenen Masse bewirkt wird; ferner darf er nur allmählig zugesetzt werden, zuerst etwa die Hälfte und dann nach tüchtigem Umrühren und Durcharbeiten der Masse die andere Hälfte. Der Kies muÙ möglichst gleichförmig, ganz rein und fauber ausgewaschen sein. Die KorngröÙe soll etwa 4 bis 6 mm betragen. Dieselbe wird gewonnen, wenn man Kies zuerst durch ein Sieb von 250 Maschen auf das Quadr.-Decimeter siebt, dadurch die gröÙten Theile ausscheidet und aus dem so gewonnenen Kies mittels eines Siebes von 400 Maschen auf das Quadr.-Decimeter noch die feineren Theile entfernt. Die Mischung in den Kesseln soll nicht eher verwendet werden, als bis dieselbe einen Wärmegrad von 150 bis 170 Grad C. erreicht hat. Man erkennt dies leicht daran, dafs ein darauf gespritzter Tropfen Wasser mit Geräusch verdampft und sich die Schaufel leicht herausziehen läÙt, ohne dafs von der Masse daran hängen bleibt. Die Masse ist tüchtig umzurühren, damit die Mischung gleichmäÙig bleibt und der Sand sich nicht am Boden absetzt <sup>311</sup>).

Bei Ausbesserungen kann man alten Asphalt aus aufgenommenem Belage wieder verwenden; jedoch ist dies nur für die untere der beiden Lagen zu empfehlen. Auch ist hierbei reichlich neues Material zuzusetzen, wobei folgendes MischungsverhältniÙ paÙend ist: 1 Theil alter Asphalt, 1 Theil neuer Mastix,  $\frac{1}{2}$  Theil Kies und  $\frac{1}{15}$  Bergtheer.

Das Verfahren bei Herstellung von Stampf-Asphaltbelag ist das folgende. Rohe, pulverisirte Asphalterde wird auf der Baustelle in Trommeln, welche über Feuer gedreht werden, oder in fest stehenden Darren erhitzt, dann auf die Beton Unterlage gebracht und mit Handrammen gestampft, meistens noch mit einer heiÙ gemachten Walze abgewalzt und mit heiÙen Bügeleisen gebügelt. Da das Stampfen möglichst gleichmäÙig erfolgen muÙ, auch das schnell eintretende Abkühlen des Asphaltpulvers eine flotte Arbeit erfordert, so gehören hierzu besonders eingearbeitete Leute. Da auÙerdem die Transportkosten für die Wärmetrommeln und sonstigen Geräth-schaften nicht unerheblich sind, so wird dieses Verfahren für kleinere Flächen sehr theuer.

Asphalt-Platten von gestampftem (comprimirtem) Asphalt werden am besten ohne jedes Bindemittel auf die Beton-Unterlage gelegt.

Für Pflasterung mit gröÙeren Steinen, eben so aber auch für das Mosaikpflaster, wird ein Kies-Unterlager gewählt; die Fugen werden gehörig mit Kies gefüllt und nachher wird die Oberfläche gerammt. *Platines* (vergl. Art. 169, S. 184) werden

173.  
Pflasterungen.

<sup>311</sup>) Vergl. auch die besonderen Bedingungen des Tiefbau-Amtes in Cöln, welchen die vorstehenden Vorschriften über Asphaltbelag der Bürgersteige entnommen sind. (VerdingniÙsheft betreffend Herstellung und Unterhaltung der Bürgersteige mit gegoffenem Asphalt. Cöln, April 1889.)

am besten auf Betonschicht in diagonalen Reihen und in verlängertem Cement-Mörtel mit durchaus vollen Fugen so veretzt, daß ein Nachrammen nicht stattfindet. Für die am Bordstein und an der Hausfront übrig bleibenden Dreieckflächen sind besondere Dreieck-Plattines, fog. *coins*, zu verwenden.

Klinkerpflaster wird auf gut gewalzte oder gerammte Unterbettung dicht schließend und zunächst ohne Sand zusammengefügt. Sind auf diese Weise 20 bis 25 m hergestellt, so werden sie begossen; etwa vortretende Steine werden mit einer leichten hölzernen Ramme in die Bahnfläche gebracht, bezw. mit Schläffeln gehoben. Dann wird reiner Sand in trockenen Lagen übergestreut und unter Begießen in die Fugen gefegt.

Für eine gründliche Entwässerung der Erdoberfläche durch Drainrohre ist Sorge zu tragen; denn auf der Trockenhaltung beruht die Dauerhaftigkeit des Klinkerpflasters.

<sup>174.</sup>  
Plattenbeläge.

Größere Platten werden in der Regel nur in Kies gelegt (z. B. Granit- und Basaltplatten); manchmal wird auch ein Bett von Trasmörtel gewählt, wobei ein Ausfügen mit Cement-Mörtel stattfindet, wobei aber Cement-Flecke auf den Platten schwer zu vermeiden sind, auch Aufbrüche für Kabel- und Rohrleitungen zu Beschädigungen führen. Kleinere Platten, auch größere, wenn sie leicht zerbrechen, werden auf Ziegelpflaster oder Beton gelegt. Thoreinfahrten stellt man bei letzteren am sichersten durch Pflasterung her.

<sup>175.</sup>  
Cementbeläge.

Die neuere Technik in der Herstellung von Cementguß-Belägen schlägt folgendes Verfahren ein <sup>312)</sup>. Die Bürgersteige, bezw. die Fußböden werden meistens in einer Stärke von 10 bis 12 cm hergestellt und bestehen aus einer unteren Schicht von 8 bis 10 cm Stärke aus reinem Kies und Cement und einer oberen Schicht von ca. 2 cm Stärke aus reinem Sand und Cement. Bei der Herstellung wird zunächst 1 Theil Cement mit so wenig Wasser angemacht, daß derselbe gerade noch eine consistente Masse bildet, sodann mit 6 Theilen rein gewaschenem und angefeuchtem Kies so lange gemischt, bis jeder einzelne Kiesel von einer dünnen Cementschicht vollständig überzogen ist. Der so zubereitete Beton wird in Streifen von ca. 2 m Breite auf den vorher geebneten, fest gestampften und genässen Untergrund in der entsprechenden Stärke aufgebracht und leicht gestampft. Sodann wird die Decklage, bestehend aus einer Mischung von 1 Theil Sand und 1 Theil Cement, in der Stärke von ca. 2 cm aufgebracht. Zur Herstellung dieser Mischung wird ebenfalls so wenig Wasser genommen, daß dieselbe noch eine consistente, nicht flüssige Masse bildet. Die mit dem Richtscheit abgegliche Decklage wird nun mit Pritschen sehr stark und so lange geschlagen, bis die Oberfläche glänzend wird und Wasser an derselben austritt. Mit einem besonderen Fugeisen werden alsdann nach dem Lineale Fugen eingezogen; auch wird meist in die dadurch gebildeten Figuren mit einer kleinen Messingwalze ein Muster eingewalzt, so daß das Ganze das Aussehen eines fauber verlegten Plattenfußbodens erhält. Um das Erhärten des Fußbodens ohne Bildung von Rissen zu begünstigen, wird derselbe mit einer Sandschicht überdeckt und etwa 14 Tage lang immer feucht erhalten <sup>313)</sup>.

Dem Uebelstande des Reissens, welcher namentlich bei Flächen von mehr als 2 m Ausdehnung auftritt, sucht man zu begegnen, indem man möglichst einzelne

<sup>312)</sup> Siehe: Zeitschr. f. Baukde. 1881, S. 519.

<sup>313)</sup> 4 Betonierer und 6 Handlanger fertigen täglich ca. 60 qm an; an Material sind für 1 qm erforderlich: 0,1 cbm rein gewaschener und gesiebter Kies, 0,02 cbm rein gewaschener Sand, 0,038 cbm Cement.

Felder herstellt. Hierzu legt man in etwa 2 m Entfernung schmale Streifen aus vorher angefertigten Cement-Werkstücken ein <sup>314</sup>), oder man theilt durch lothrecht gestellte Asphaltfilz-Streifen oder auch durch Zinkstreifen. Dies führt, genau genommen, zur Bildung von Platten. Thatächlich wendet man sich in Frankfurt a. M., wo bisher fast ausschließlich Beton-Beläge zur Anwendung kamen, den hydraulisch gepressten Cementplatten zu, bei denen die Bildung von Rissen wegfällt, auch das lästige Bedecken mit einer Sandschicht nicht erforderlich ist.

### b) Hoffflächen.

Für die Befestigung der Hoffflächen werden sämtliche Materialien und Behandlungsweisen, welche wir bei den Bürgersteigen besprochen haben, angewendet. Werden dieselben auch von Lastfuhrwerk befahren, so wird man von den Platten absehen müssen, welche durch den Druck des Rades leicht aus ihrer Lage gebracht werden, und dafür lieber Pflasterung in Klinkern, Granit und anderen Pflastersteinen oder in Holzklötzen anwenden, letztere aber, wie in Art. 170 (S. 187) beschrieben, auf Beton-Unterlage und mit Asphaltfüllung in den Fugen. Ferner ist Asphaltirung, bei leichtem Fuhrwerk von Guß-Asphalt (*asphalte coulée* <sup>315</sup>), bei schwerem von Stampf-Asphalt (*asphalte comprimé*), hier am Platze. Letzterer wird zweckmäßig in Form von gepressten Asphaltplatten angewendet, welche leichte und sich nicht bemerklich machende Ausbesserungen gestatten. (Vergl. Art. 170, S. 188.)

Wird der Begriff des Hofes weiter ausgedehnt, wie bei Schulen, wo man auch wohl den hinter dem Gebäude gelegenen Spielplatz mit als »Hof« bezeichnet, so tritt zu den genannten Befestigungsweisen die Bekiefung hinzu.

Dieselbe wird meistens in zwei Lagen ausgeführt. Zur unteren nimmt man in Rücksicht auf bessere Wasserabführung gröbere Flufsgeschiebe, in Wallnufs-Größe geschlagene Abfälle von Sandsteinen, Granit und Kalksteinen, hart gebrannten Backsteinen, Hochofenschlacke und festere Kohenschlacke; darüber kommt dann als zweite Lage Kies. Die Stärke jeder Lage ist auf 8 bis 10 cm anzunehmen, also die ganze Stärke 16 bis 20 cm. Beide Lagen sind abzuwalzen. Um ein Verschieben der einzelnen Steine zu hindern, mischt man entweder das Material für jede Lage mit lehmhaltigem Sande oder walzt eine dünne Schicht Lehm ein. Auch ein Uebergießen mit Lehmbrühe verschafft einige Festigkeit. Sollen innerhalb der Kiesflächen Rafen oder Blumenstücke angelegt werden, so hat man zuerst für diese den Mutterboden nach Zeichnung aufzubringen und erst, wenn dieser geregelt ist, den Kies zu schütten, weil er bei umgekehrtem Verfahren vom Mutterboden verunreinigt werden würde.

Ist der Untergrund völlig undurchlässig, so genügt das angegebene Verfahren noch nicht, trockene Spielplätze herzustellen. Man wird dann durch Drainage eine regelrechte Entwässerung herbeizuführen haben.

Ueber die Entwässerung der Hofräume, über die Gefälle und Rinnen, welche für diesen Zweck herzustellen sind, so wie über die Abführung des Wassers, welches aus den Regenrohren auf die Höhe gelangt, ist bereits im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« das Erforderliche gesagt worden.

176.  
Offene Höfe.

<sup>314</sup>) Vorschrift für Bonn 1886.

<sup>315</sup>) Siehe auch: Theil I, Bd. 1, erste Hälfte (Art. 235, S. 219) dieses »Handbuches«.

177.  
Bedeckte  
Höfe.

Ist ein Hofraum mit Glas überdeckt, so kommen für die Befestigung feiner Bodenflächen auch noch einige Materialien und Herstellungsweisen in Frage, wie sie auch sonst für Innenräume Anwendung finden. Insbesondere ist es der Terrazzo-Boden, von dem alsdann häufig Gebrauch gemacht wird; über diesen, so wie über andere einschlägige Fußboden-Ausführungen ist in Theil III, Band 3, Heft 3 (Abth. IV, Abfchn. 3) dieses »Handbuches« das Nöthige zu finden.

## 2. Kapitel.

### Vordächer.

Von Dr. EDUARD SCHMITT<sup>316)</sup>.

178.  
Zweck  
und  
Anlage.

Unter Vordächern sind Bedachungen zu verstehen, welche vor der Front eines Gebäudes vorspringen. Ihr Zweck ist sehr verschieden: sie sollen entweder dazu dienen, wie bei Theatern, Gasthöfen, größeren Privatgebäuden etc., eintretenden Personen oder vorfahrenden Kutschen gegen Regen, Schnee etc. Schutz zu gewähren<sup>317)</sup>, oder sie sollen, wie bei Güterschuppen auf Bahnhofen, bei Waarenhäusern etc. über Ladeperrons, es ermöglichen, Waaren oder Gepäckstücke im Trockenen aus- und einladen zu können. Auch werden dieselben wohl, wie solches im Mittelalter in vielen Städten allgemein üblich war, zur Deckung ausgestellter Gegenstände vor einem Fenster angebracht, oder sie dienen, wie dies bei den Holzbauten in der Schweiz vielfach der Fall ist, zum Schutze des Fensters selbst (Fig. 266).

In neuerer Zeit werden in größeren Städten vor den Schaufenstern größerer Ladengeschäfte gleichfalls Vordächer angeordnet, damit die ausgestellten Gegenstände auch bei Regenwetter besichtigt werden können.

Soll ein Vordach den Personen, welche in Wagen einsteigen oder dieselben verlassen, Schutz gewähren und befindet sich vor dem betreffenden Gebäude ein Vorgarten oder ein Vorhof, welcher nicht befahren werden darf, so wird das Vordach vor der äußeren Einfriedigung angebracht und durch einen verglasten Gang mit dem Gebäudeeingang in Verbindung gebracht<sup>319)</sup>.

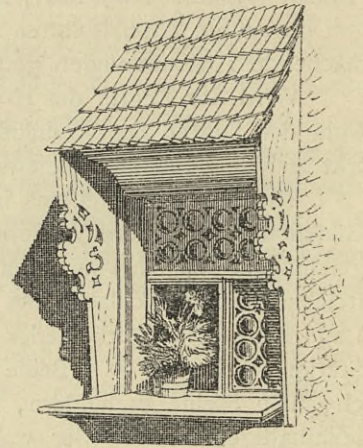
Von der nachstehenden Betrachtung sind bewegliche Einrichtungen, die unter dem Namen »Marquisen« bekannt sind, ausgeschlossen.

179.  
Abmessungen.

Die Abmessungen der Vordächer sind sehr verschieden; hauptsächlich ist der besondere Zweck derselben dafür maßgebend.

Kleine Schutzdächer, welche an Wohnhäusern angebracht werden und nur dazu dienen, Einlaß begehrenden Personen Schutz vor Regen etc. zu gewähren, können eine Länge von bloß 2,00 bis 2,50 m erhalten und je nach ihrer Höhe 1,00 bis 1,25 m vor der Gebäudefront vorspringen.

Fig. 266.



Von einem Hause in Appenzell<sup>318)</sup>.

<sup>316)</sup> In erster Auflage bearbeitet durch Herrn Professor † F. Ewerbeck.

<sup>317)</sup> Vergl. auch Theil IV, Halbbd. 1, Abfchn. 5, Kap. 1, a, 2: Vorhallen, Eingänge und Thorwege.

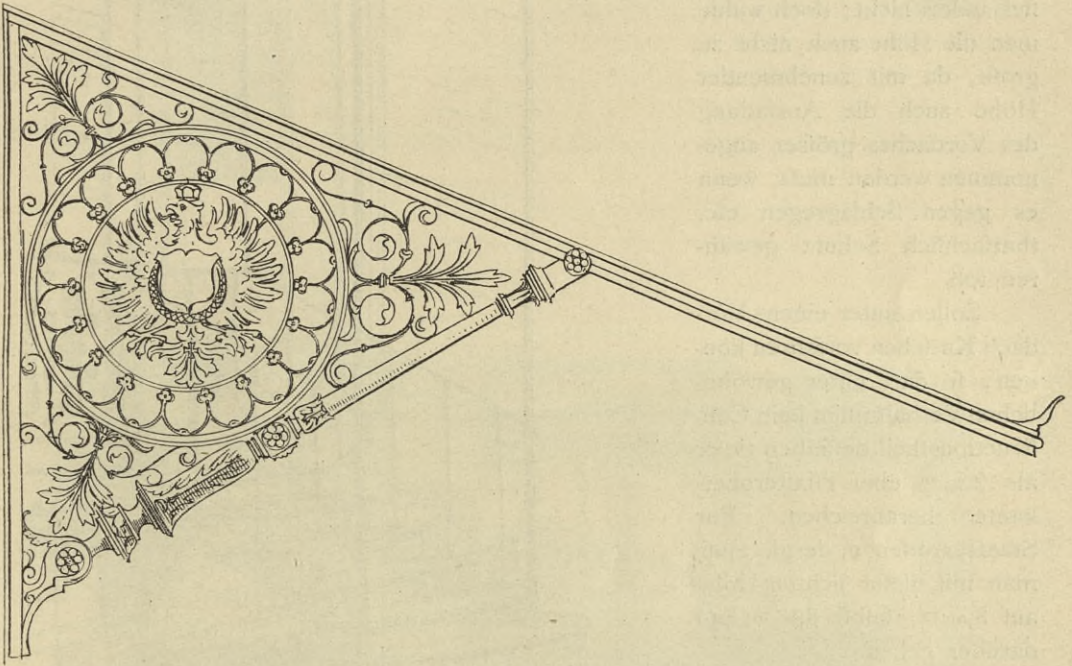
<sup>318)</sup> Nach: GLADBACH, E. Der Schweizer Holzstyl etc. Darmstadt 1864–68.

<sup>319)</sup> Siehe auch: *Glass shelters in streets. Builder*, Bd. 42, S. 220.

Solche kleine Vordächer können allenfalls auch für Fahrende beim Besteigen und Verlassen der Kutschen einigen Schutz bieten; doch möchten Vordächer, wenn sie in diesem Falle ihrem Zwecke vollkommen entsprechen sollen, nicht unter 3,00 m Länge haben und nicht weniger als 2,00 m, besser 2,25 m vor der Gebäudefront vortreten. Soll nicht nur der Wagen, sondern auch die Pferde unter Dach stehen, so muß die Länge auf 5,00 m, besser auf 6,00 m gesteigert werden.

Ueber diese Abmessungen geht man nicht selten wesentlich hinaus, theils um dem beabsichtigten Zwecke noch besser zu genügen, theils um das Vordach den übrigen Maßverhältnissen des Gebäudes anzupassen etc. Das in Fig. 267<sup>320)</sup> dargestellte Vordach am Gasthof »Kaiferhof« in Berlin hat beispielsweise eine Länge von 9,30 m und eine Ausladung von 2,80 m.

Fig. 267.

Vordach am Gasthof »Kaiferhof« zu Berlin<sup>320)</sup>. — 1/20 w. Gr.

Vordächer erhalten eine noch gröfsere Länge, wenn an dem betreffenden Gebäudeeingang zu gleicher Zeit mehrere Wagen halten sollen, wie dies bei Theatern, Saal- und Concertgebäuden, Bahnhöfen etc. der Fall ist.

So hat z. B. jedes der beiden Vordächer an den Langseiten des Theaters zu Moskau eine Länge von 45,4 m bei einer Ausladung von 4,6 m. An der Ankunftsseite des Südbahnhofes in Wien befindet sich ein 94 m langes, an jener des Staatsbahnhofes daselbst ein 133 m langes Vordach etc.

Auch die längs der Schaufenster von Ladengeschäften angeordneten Vordächer haben in der Regel eine gröfsere Länge. So z. B. befindet sich vor den *Magafins du Bon-Marché* in Paris ein Vordach von 109 m Länge.

Die Höhe, in welcher die Vordächer angebracht werden, ist zunächst von der Art des Verkehrs, welcher darunter stattfinden wird, abhängig, aber auch von den

<sup>320)</sup> Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1877, Bl. 20.

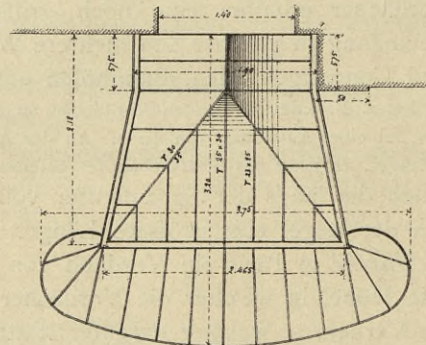
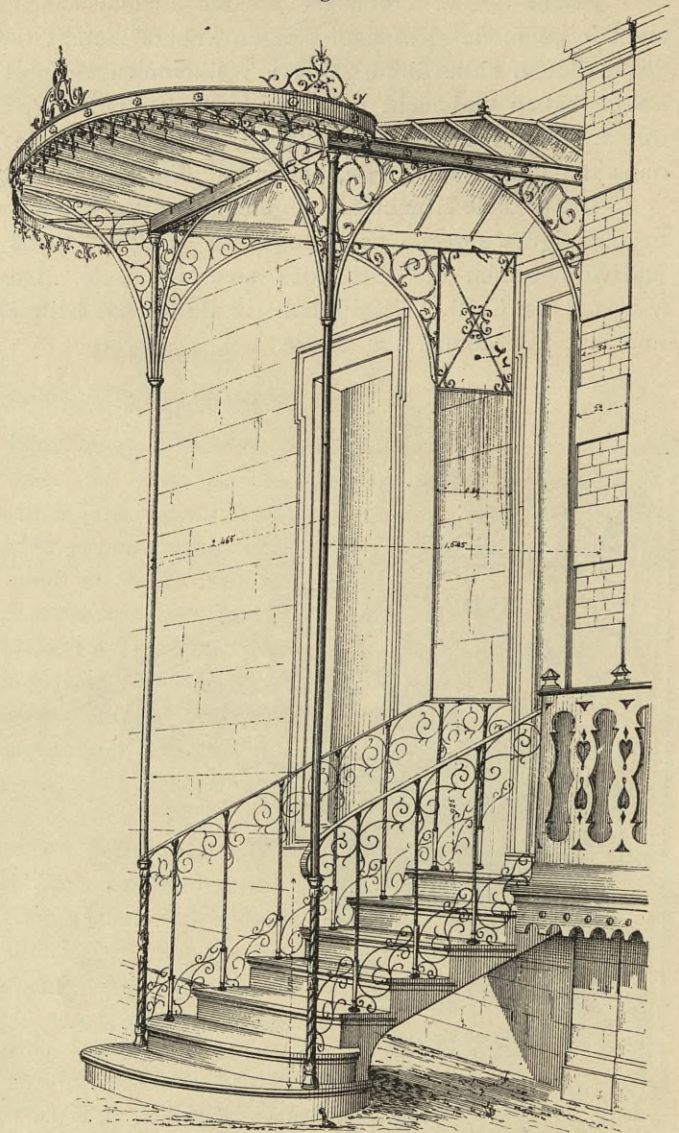
Fig. 268.

Höhenverhältnissen des betreffenden Gebäudes selbst. Bei den vorhin erwähnten kleinen Schutzdächern über Hauseingangsthüren ist die Höhe der am tiefsten herabreichenden Constructions-theile über Pflaster-, bezw. über Thürschwellen - Oberkante meist durch die Gestaltung dieser Thür selbst gegeben. Unter 2,25 m lichter Höhe zu gehen, empfiehlt sich indefs nicht; doch wähle man die Höhe auch nicht zu groß, da mit zunehmender Höhe auch die Ausladung des Vordaches größer angenommen werden muß, wenn es gegen Schlagregen etc. thatfächlich Schutz gewähren soll.

Sollen unter einem Vordach Kutschen vorfahren können, so darf unter gewöhnlichen Verhältnissen kein Constructionstheil desselben tiefer als 2,75 m über Pflasteroberkante herabreichen. Für Staatscaroffen u. dergl. muß man mit dieser lichten Höhe auf 3,00 m, selbst 3,20 m und darüber gehen.

Von den Abmessungen der Vordächer über Lade- und Eisenbahn-Perrons etc. wird an anderer Stelle dieses »Handbuches« (Theil IV, Halbband 2) berichtet werden.

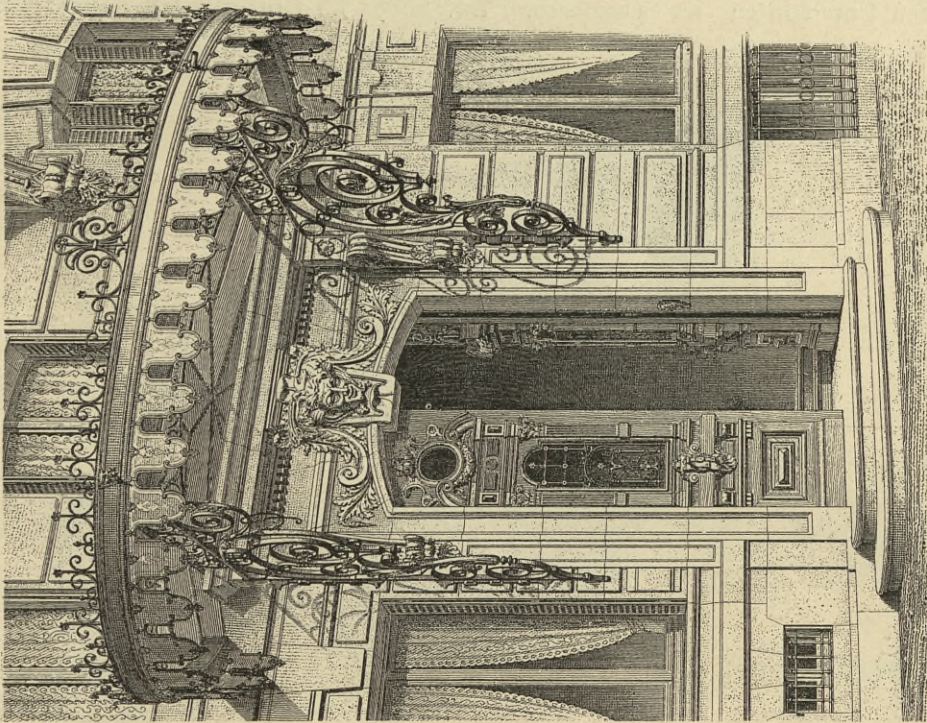
Die Vordächer erhalten im Grundrifs eine ziemlich verschiedene Gestalt. Es giebt solche von im Grundrifs dreieckiger Form

Vordach an einem Hause zu Paris<sup>321)</sup>.

Arch.: André &amp; Fleury.

<sup>321)</sup> Facf.-Repr. nach: *Nouv. annales de la constr.* 1872, Pl. 53.

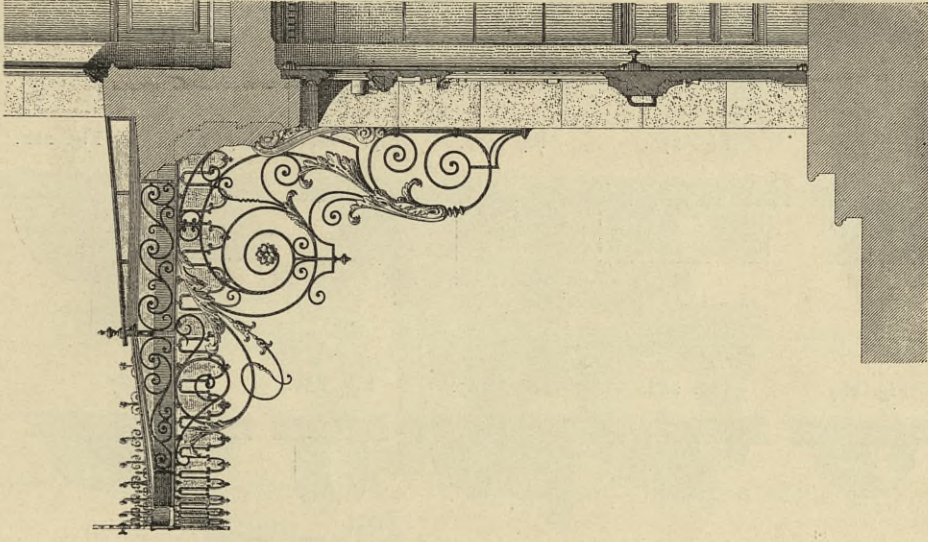
Fig. 269.



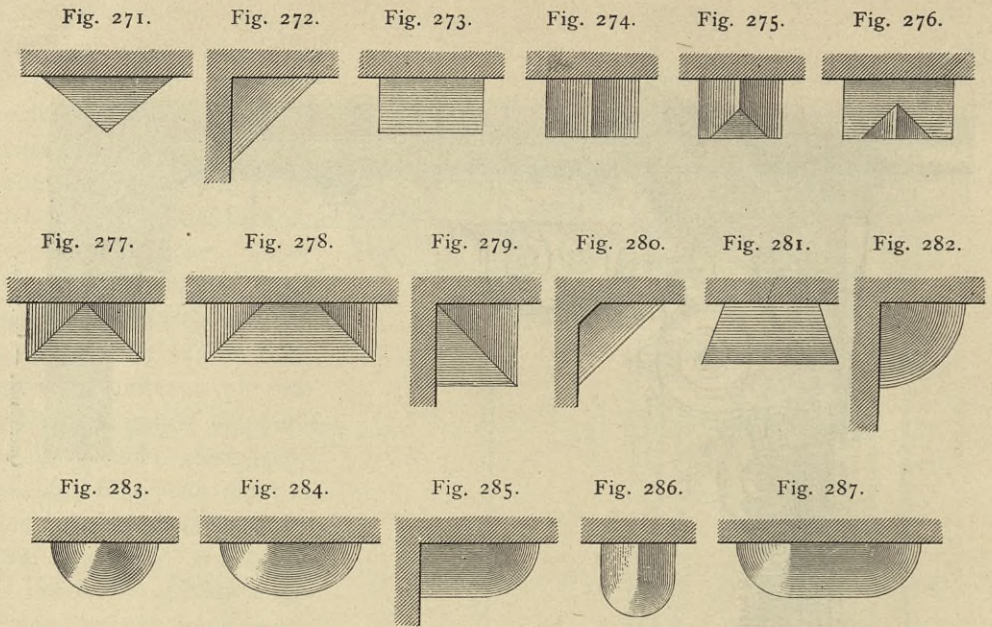
Anficht.

Vordach an einem Hause zu Neuilly 322).

Fig. 270.



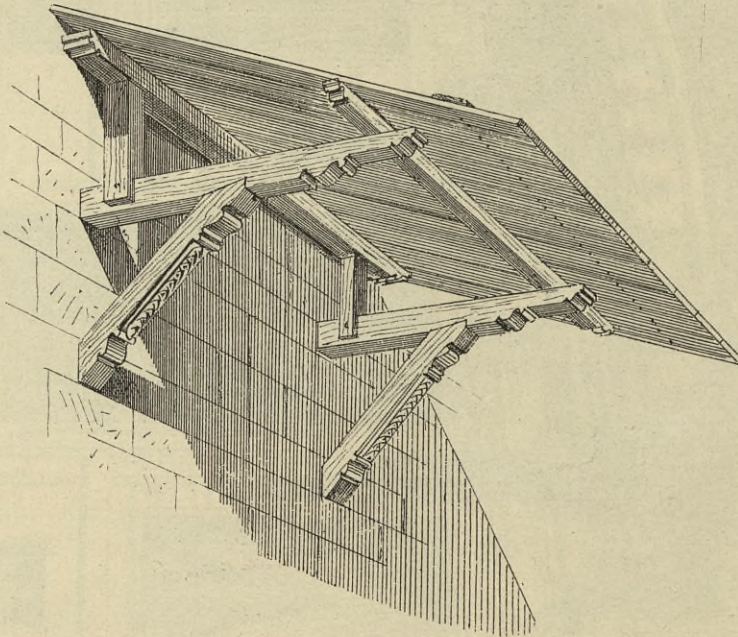
Querschnitt. — 1/50 w. Gr.



Grundriffsformen von Vordächern.

(Fig. 271 u. 272), noch häufiger solche, welche in der wagrechten Projection rechteckig begrenzt sind (Fig. 273 bis 279 u. 288); die lang gestreckten Vordächer an längeren Unterfahrten, an Schaufenstern etc. bilden im Grundrifs fast ausschließlich

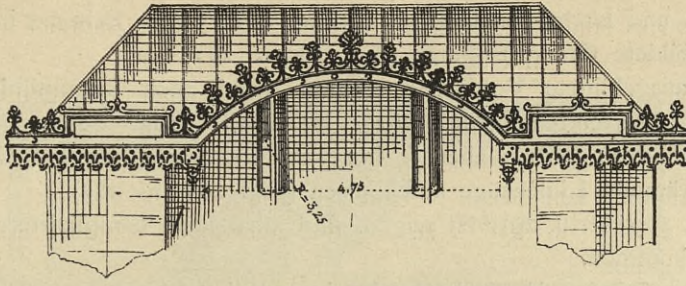
Fig. 288.



Von einem Kirchen-Portal zu Bormio.

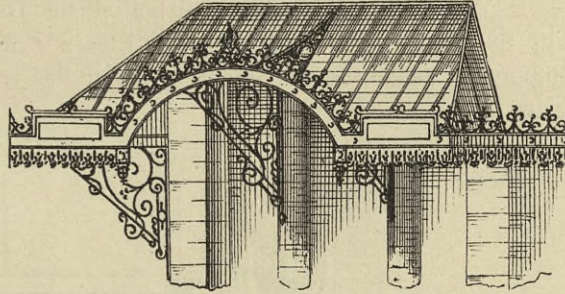


Fig. 289.



Vorderansicht.

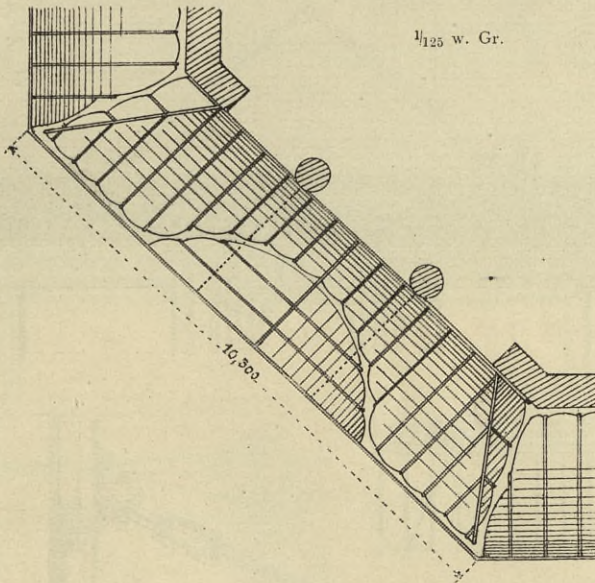
Fig. 290.



Seitenansicht.

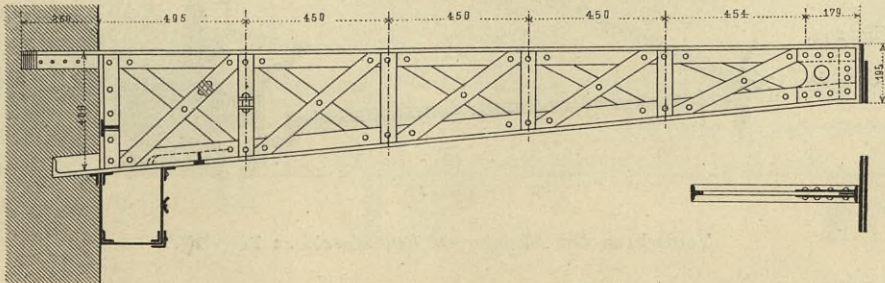
$\frac{1}{125}$  w. Gr.

Fig. 291.



Theil des Grundriffes.

Fig. 292\*



Construction eines Dachbinders. —  $\frac{1}{25}$  w. Gr.

Vordach am Geschäftshaus »Zum Pygmalion« zu Paris <sup>323</sup>).

Arch.: Liet.

einen schmalen und langen rechteckigen Streifen (Fig. 294). Seltener kommen durch ein Trapez gebildete Grundriffsfiguren (Fig. 280 u. 281) vor.

Reicher ausgebildete Vordächer erhalten wohl auch krummlinige Grundriffsbegrenzungen. Viertelkreise (Fig. 282), Halbkreise (Fig. 283), halbe Ellipfen (Fig. 284) etc. sind zu finden; eben so kommen Grundriffsfiguren vor, bei denen sich gerade an gekrümmte Linienzüge anschließen (Fig. 285 bis 287).

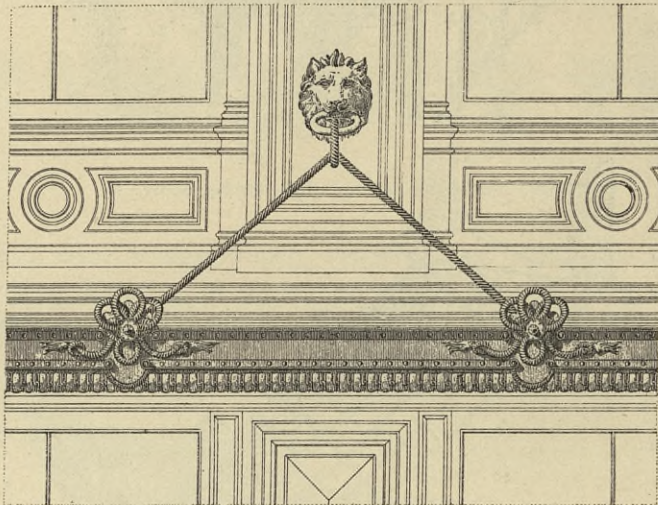
Wie Fig. 269<sup>322)</sup> u. 291<sup>323)</sup> zeigen, sind auch noch complicirtere Formen zur Ausführung gekommen.

181.  
Dachflächen.

Bisweilen wird das Vordach durch eine einzige ebene Dachfläche gebildet; letztere ist alsdann in der Regel nach vorn geneigt (Fig. 267 u. 288); doch fehlt es nicht an Anordnungen, bei denen die Dachneigung gegen das Gebäude zu gerichtet ist (Fig. 268 u. 293 bis 295<sup>324)</sup>).

Fig. 293.

$\frac{1}{40}$  w. Gr.



Vorder-  
Ansicht.

Arch.:  
Boileau.

Fig. 294.

Grundriss.

$\frac{1}{200}$  w. Gr.

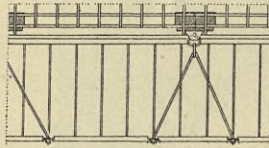
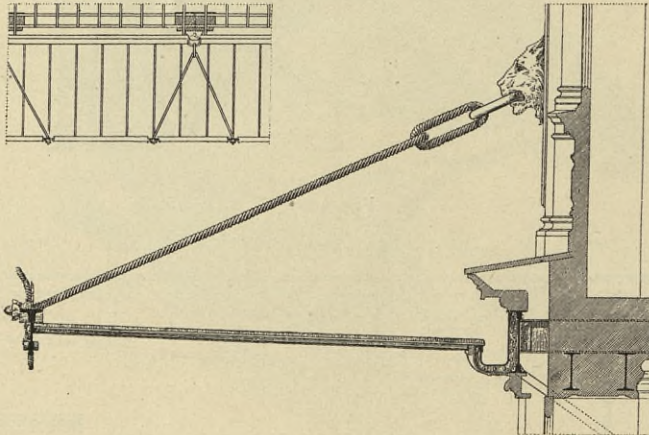


Fig. 295.

$\frac{1}{40}$  w. Gr.



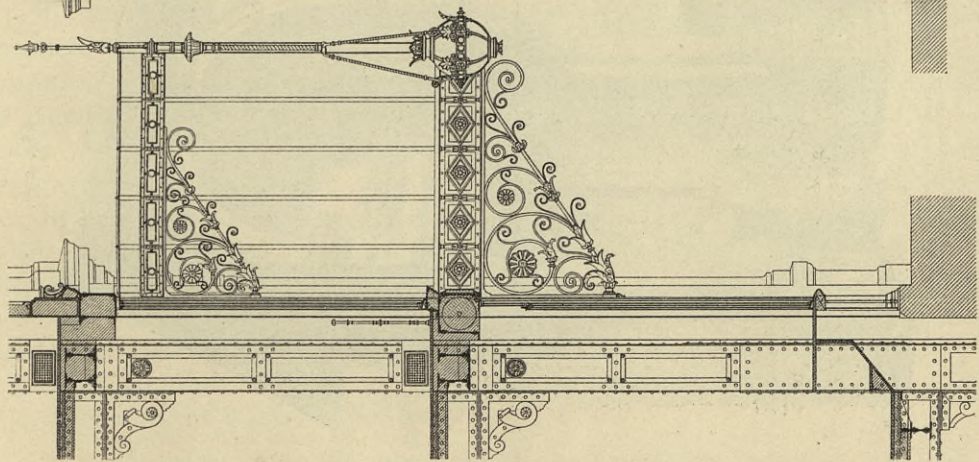
Querschnitt.

Vordach an den *Magasins du Bon Marché* zu Paris<sup>324)</sup>.

<sup>323)</sup> Nach: *La semaine des constr.*, Jahrg. 6, S. 451.

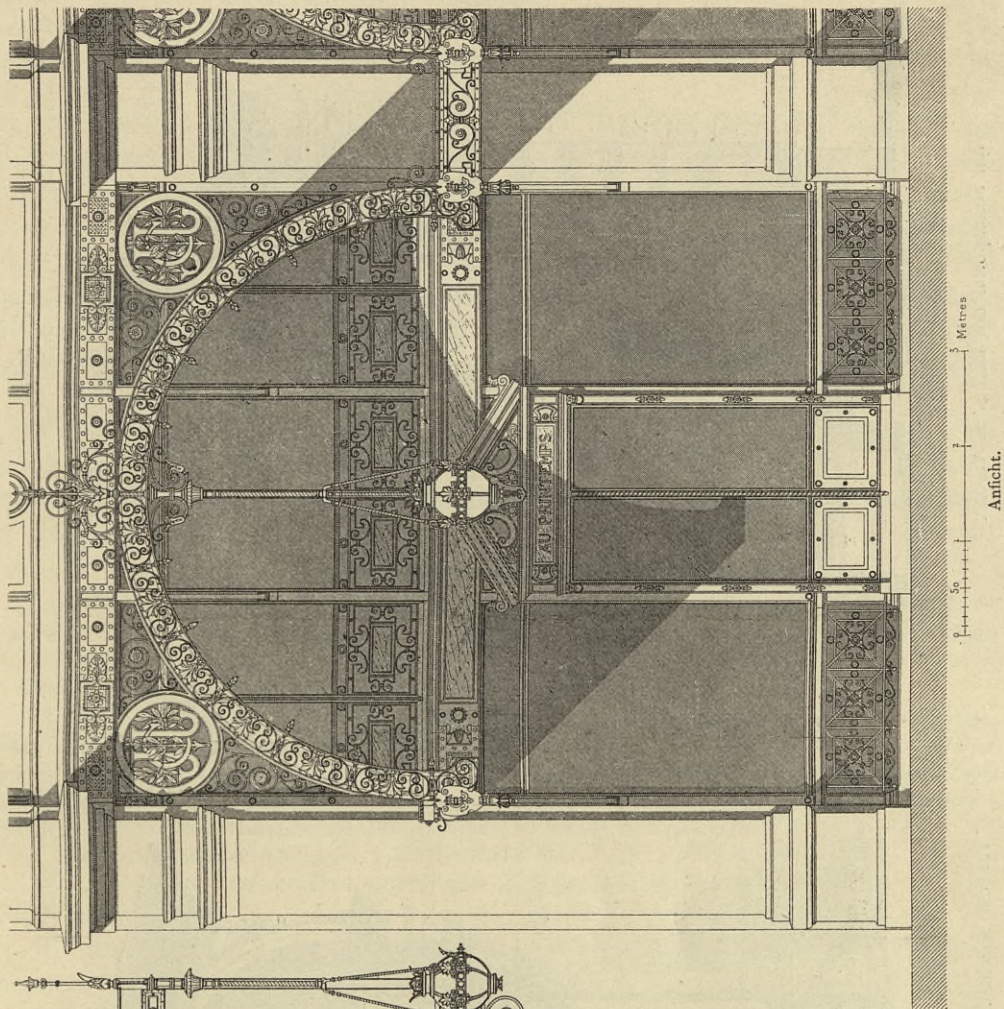
<sup>324)</sup> Facf.-Repr. nach: *Encyclopédie d'arch.* 1887-88, Pl. 1194.

Fig. 296.



Querschnitt.

Fig. 297.

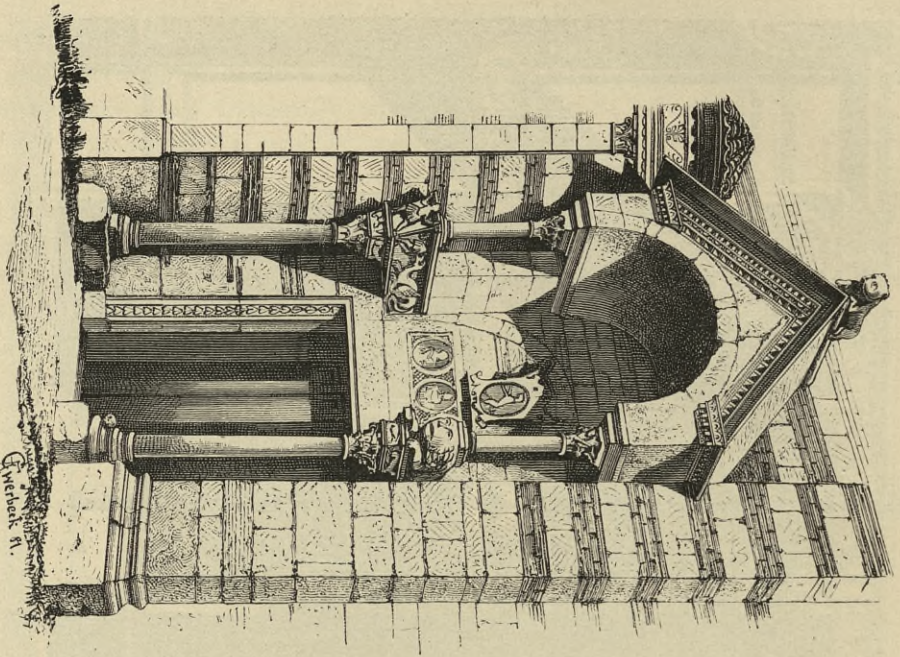


Anficht.

Vordach von den *Grands Magasins du Printemps* zu Paris 325.

Arch. : Scaille.

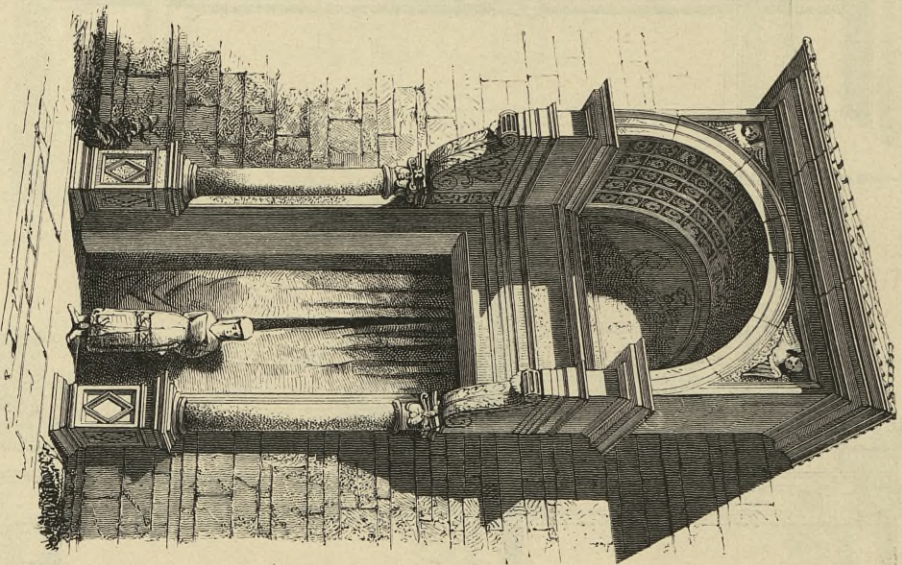
Fig. 298.



Vom Seitenportal des Domes zu Verona.

V o r d ä c h e r 326,

Fig. 299.



Von der Kirche Santa Maria maggiore zu Bergamo.

Meist wird das Vordach aus mehreren ebenen Dachflächen 'zusammengesetzt, wie Fig. 268 u. 274 bis 279 Beispiele dafür darstellen; doch findet man auch gekrümmte Dachflächen oder eine Vereinigung von solchen mit ebenen Dachflächen (Fig. 269 u. 270, 282 bis 291). Hauptfächlich sind es kegelförmige und sphärische Flächen, welche zur Ausführung gekommen sind; indess sind auch cylindrische (Fig. 296 u. 297 <sup>325</sup>) nicht ausgeschlossen.

Die Construction der Vordächer ist je nach dem Materiale, aus welchem dieselben bestehen, sehr verschieden. Am einfachsten, aber auch zugleich am mannigfaltigsten läßt sich ihre Ausbildung bei Zugrundelegung von Holz oder Eisen gestalten, da diese Materialien mehr, als irgend welche andere, weite Ausladungen ermöglichen, während bei Hausteinen oder bei Backsteinen nur verhältnißmäßig kleine Vorsprünge erzielt werden können; doch kommen — allerdings mit Zuhilfenahme von Säulen — namentlich an italienischen Bauwerken in Stein ausgeführte Vordächer vor, welche eine ziemlich beträchtliche Ausladung besitzen, wie aus den Beispielen in Fig. 298 u. 299 <sup>326</sup>) ersehen werden kann.

Bei Weitem mannigfaltiger gestaltet sich die Construction der Vordächer bei Verwendung von Holz, deren Ausführung in der Regel eine Vereinigung von Kopfbändern oder Streben mit Wandstielen und Balken oder Zangen zu Grunde liegt, auf welcher das aus Pfetten und Sparren mit Schalung bestehende Dach ruht (Fig. 300 u. 301 <sup>327</sup>).

Ausbildungen ähnlicher Art kommen vielfach schon an den Wohn- und Geschäftshäusern des Mittelalters vor, sind indessen zur Zeit wegen der Vergänglichkeit des Materials und auch, weil sie in den ohnedies schon engen Straßen des Mittelalters an vielen Orten ein großes Hinderniß für den Verkehr bildeten und deshalb später beseitigt wurden, nur noch äußerst selten anzutreffen.

Auch an den öffentlichen Gebäuden des Mittelalters, wie an Hospitälern, Klöstern und Zufluchts-häusern wurden über den Eingängen zum Schutze des Einlaß begehrenden Publicums häufig Vordächer angelegt, nicht selten in reicher architektonischer Durchbildung. Ein zierliches und zugleich außerordentlich reich mit Metallarbeit geschmücktes, nach Art der gothischen Baldachine ausgeführtes Vordach befindet sich noch vor dem Haupteingange des Hospitals zu Beaune in Frankreich (Fig. 303 <sup>328</sup>).

Recht interessante Ausbildungen von Vordächern finden sich in fast allen Theilen des Alpengebietes <sup>329</sup>). Als Beispiel dieser Art ist in Fig. 288 ein Vordach über einem Kirchen-Portal in Bormio (Ober-Italien) mitgetheilt.

In der neueren Bau-Praxis hat, allerdings mit verschiedenen Abweichungen, besonders das in Fig. 300 bis 302 mitgetheilte System Verwendung gefunden, namentlich bei den mit seitlich weit ausladenden Dächern versehenen Güterschuppen auf Bahnhöfen. Als Träger des Daches (Fig. 302) treten hier die Pfetten *C* auf, welche wiederum durch Doppelzangen *B* und zwischen diesen hindurch geschobene Streben *A* unterstützt werden. Die Binderentfernung beträgt 4,5 bis 5,0 m.

In besonderen Fällen wird statt des in Obigem besprochenen Systemes eine andere Durchbildung des Vordaches vorzuziehen sein, welche sich giebelartig gestaltet, unter Umständen oben mit Abwalmung versehen ist (Fig. 304). Motive dieser Art sind noch in ziemlicher Anzahl an den Fachwerkbauten der Mosel- und Rheingegenden, so wie an den Windluken der Nürnberger Häuser anzutreffen.

<sup>325</sup>) Facf.-Repr. nach: *Encyclopédie d'arch.* 1885, Pl. 992.

<sup>326</sup>) Nach: *Zeitschr. f. bild. Kunst* 1883, S. 73, 77.

<sup>327</sup>) Ueber die Berechnung solcher Dächer siehe: Theil I, Bd. 1, zweite Hälfte (Abfchn. 3, Kap. 3, b [2. Aufl. Abfchn. 4, Kap. 4]: Console-Dächer) dieses »Handbuches«.

<sup>328</sup>) Mitgetheilt in: VERDIER & CATTOIS. *Architecture civile et domestique etc.* Paris 1852—58.

<sup>329</sup>) Siehe das Werk von Gladbach (Der Schweizer Holzstil etc. Darmstadt 1864—68), so wie jenes von Graffenried & Stürler (*Architecture Suisse etc.* Bern 1844).

Fig. 300.

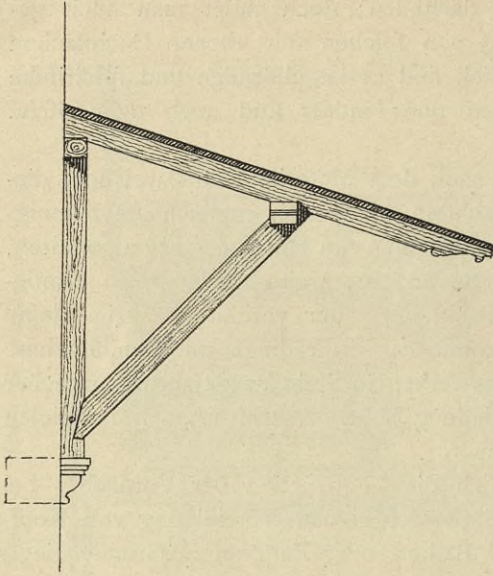


Fig. 301.

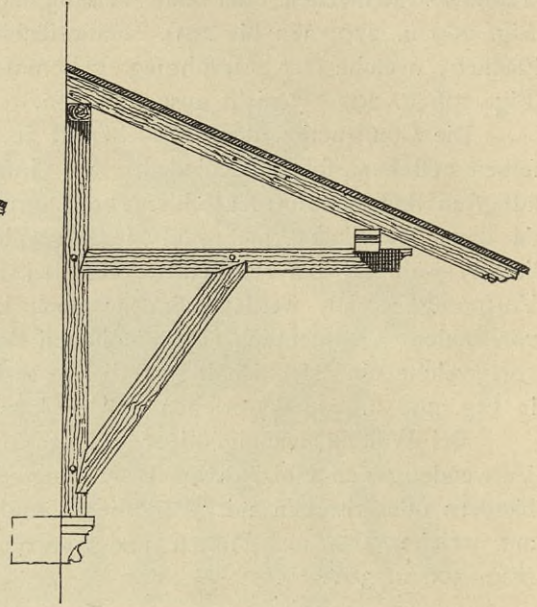


Fig. 302.

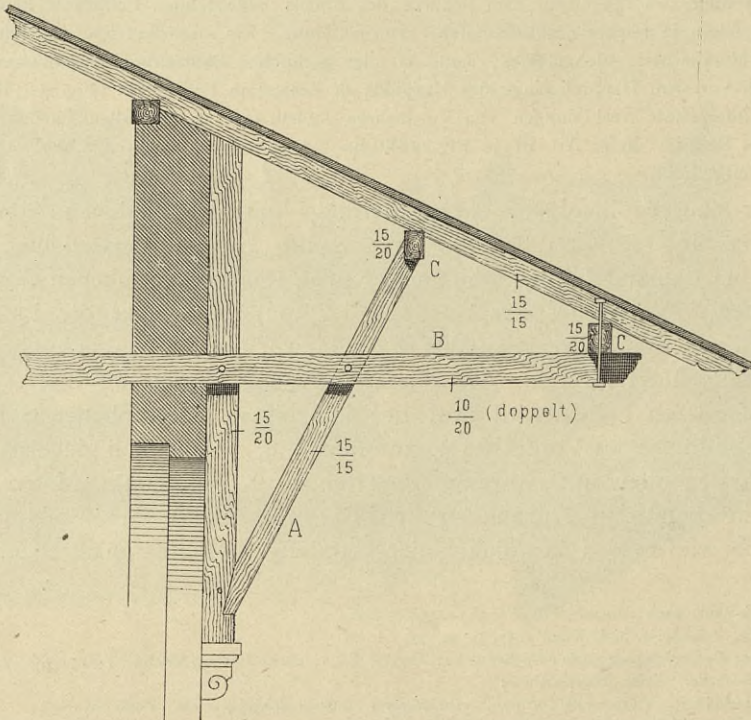


Fig. 303.

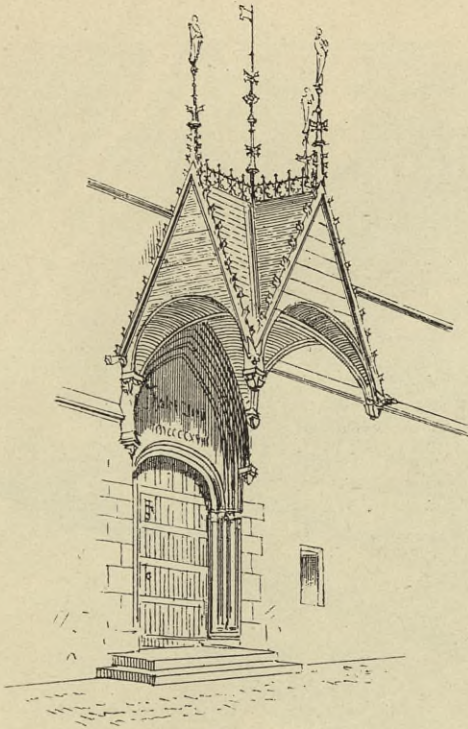
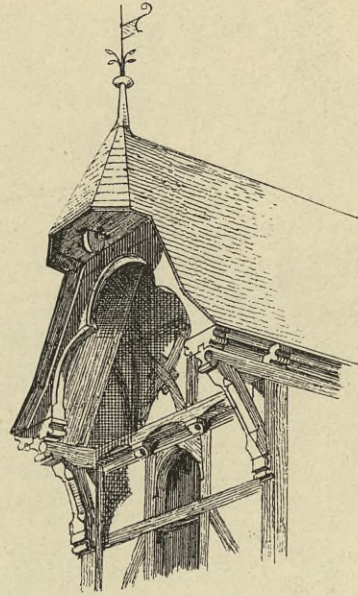
Vom Hofpital zu Beaune<sup>326</sup>).

Fig. 304.



Außer derartigen nach dem System der Console-Dächer<sup>327</sup>) construirten Vordächern sind wohl auch solche zu finden, welche vorn auf hölzerne Pfosten gestützt sind; immerhin ist eine solche Anordnung selten.

Hinsichtlich der Construction der Vordächer aus Holz und Eisen kann auf Theil III, Bd. 2, Heft 4 (Abth. III, Abfchn. 2, E: Dachstuhl-Constructionen), so wie der Perron-Dächer auf Bahnhöfen auf Theil IV, Halbbd. 2 (Abth. II, Abfchn. 4, Kap. 3: Perron-Dächer und Perron-Hallen) verwiesen werden; hier mögen bezüglich der eisernen Vordächer nur noch die folgenden Bemerkungen Platz finden.

Dieselben sind nicht selten so angeordnet, daß sie keine besondere Unterstüzung erhalten haben, sondern nur an der betreffenden Gebäudefront, bezw. an der dahinter befindlichen Gebäk- etc. Construction verankert sind; mit anderen Worten, sie sind als Console-Dächer ausgeführt. Bisweilen treten noch Consolen unterstützend dazu (Fig. 305<sup>330</sup>).

Allein die Vordächer werden auch wie ein auf zwei Parallelwänden ruhendes kleines Dach construiert, zu welchem Ende sie in geeigneter Weise unterstüzt werden müssen; dies kann geschehen:

1) Durch Consolen (Fig. 267, 269, 270, 290, 296 u. 297), bezüglich deren Anordnung und Befestigung das Gleiche gilt, wie das bei der Construction von Balcons und Galerien Gesagte (siehe Theil III, Bd. 2, Heft 2 dieses »Handbuches«, Abth. III, Abfchn. 1, C, Kap. 18, unter a).

184.  
Eiserne  
Vordächer.

<sup>330</sup>) Facf.-Repr. nach: *La semaine des const.*, Jahrg. 15, S. 198.

Fig. 305.

Vordach an einem Eckhaufe zu Paris <sup>330</sup>).Arch.: *Lheureux*.

2) Das Vordach wird mit dem rückwärtigen Theile auf der Frontmauer gelagert, vor welcher es vorpringt, und ruht mit dem vorderen Theile auf eisernen Säulen (Fig. 268).

Derart unterstützte Vordächer nähern sich in der Gesamtanordnung den Vorhallen; der Unterschied zwischen beiden besteht hauptsächlich darin, daß bei ersteren das Dach die Hauptrolle spielt, während bei Vorhallen die durch Säulen, Pfeiler, feste Wände etc. gebildete Halle vorwiegend betont ist.

3) Das Vordach ruht gleichfalls mit seinem rückwärtigen Theile in der betreffenden Frontmauer, und im vorderen Theile ist es an diese Mauer aufgehangen (Fig. 293 bis 295).

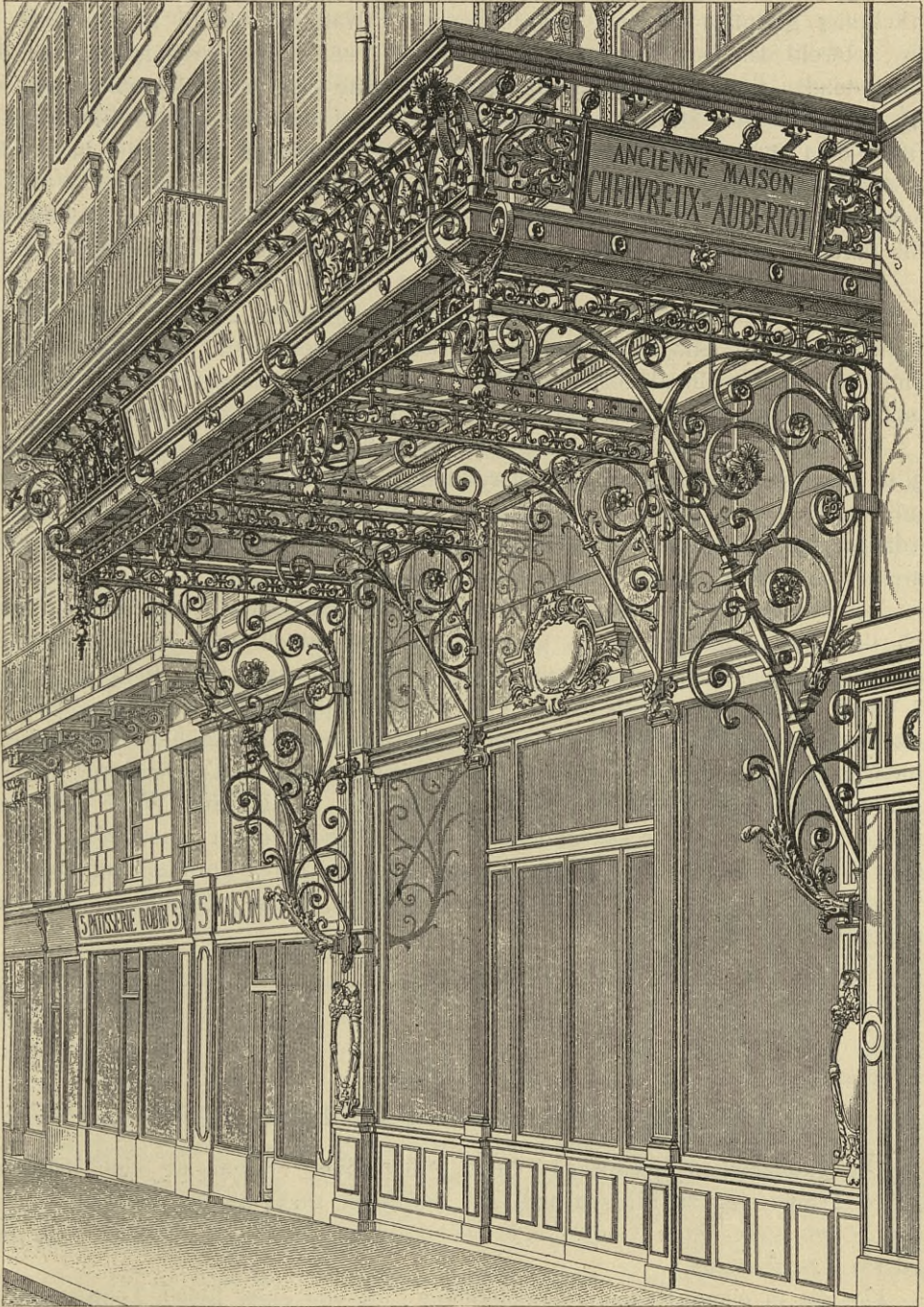
185.  
Eindeckung  
und  
Entwässerung.

Für die über Unterfahrten errichteten Vordächer werden meist Metall- oder Glasdeckungen angewendet; letztere kommen fast nur für Eisen-Constructions in Frage und sind dann vorzuziehen, wenn dem hinter der Unterfahrt gelegenen Raume (Flurhalle etc.) möglichst wenig Licht entzogen werden soll. Ist Gefahr vorhanden, daß auf die Glaseindeckung von oben Gegenstände herabfallen und dieselbe zerstören können, so ist über derselben ein Drahtnetz oder ein stärkeres Schutzgitter anzubringen.

Für Vordächer an Bauwerken, welche vorübergehenden Zwecken dienen, kann auch Dachpappe etc. zur Eindeckung genommen werden.



Fig. 306.

Vordach an einem Geschäftshause zu Paris <sup>331</sup>).Arch.: *Sédille*.

Wie schon oben bemerkt wurde, haben die Dachflächen in den meisten Fällen Gefälle nach außen, so daß das auffallende Regenwasser sich nach den freien Unterkanten des Vordaches bewegt. Von diesen tropft es herab, wenn keine weitere Vorkehrung getroffen ist, und innerhalb eines Privatgrundstückes ist dies auch zulässig, obwohl das herabtropfende Wasser für die unter das Vordach oder vor dasselbe tretenden Personen unangenehm ist. Will man dies vermeiden oder darf, wie z. B. auf städtischen Straßen, das Wasser nicht auf den Bürgersteig herabtropfen, so muß man an den Vordach-Unterkanten kleine Traufrinnen anbringen, in welchen sich das Regenwasser sammelt und von denen aus dasselbe in geeigneter Weise abgeleitet werden muß. Letzteres geschieht auf gleichem Wege, wie bei den Balcons (siehe darüber das in Art. 184 unter 1 angezogene Heft dieses »Handbuches«).

In seltenen Fällen, wie z. B. bei dem in Fig. 295 dargestellten Vordach, ist die Neigung der Dachflächen nach rückwärts gerichtet. Alsdann muß an der betreffenden Mauer eine Rinne angebracht werden, welche das Regenwasser aufzunehmen und entsprechend abzuführen hat; es ist bei Anordnung derselben darauf zu sehen, daß in jene Frontmauer keinerlei Feuchtigkeit eindringen kann.

186.  
Formale  
Ausbildung.

Wie schon aus den Bemerkungen in Art. 183 und aus den in Fig. 269, 297, 303 u. 304 vorgeführten Beispielen hervorgeht, sind Vordächer häufig der Gegenstand einer reicheren formalen Ausbildung; namentlich sind es in neuerer Zeit die Vordächer vor eleganten Geschäftsräumen, vor Gasthöfen ersten Ranges, vor Bankhäusern etc., welche mit vielfachem Schmucke bedacht werden.

Bei den eisernen Vordächern sind es zunächst die Consolen und Säulen, welche reich decorativ gestaltet werden können, was namentlich auch in Schmiedeeisen-Constructionen geschieht; den bezüglichen schon aufgenommenen Beispielen dieser Art sei an dieser Stelle noch das in Fig. 306<sup>331)</sup> dargestellte Dach beigelegt. Alsdann sind es hauptsächlich die Traufkanten, welche Gelegenheit zu reichem Schmucke geben; lambrequinartig oder anderweitig gestaltete Traufgesimse aus Zinkblech, bisweilen zum Theile vergoldet, ermöglichen in einfacher Weise eine fachgemäße und wirkungsvolle Decoration. Endlich können Glieder hinzugefügt werden, die im Wesentlichen nur schmückender Natur sind, bei deren Formgebung aber stets zu beachten ist, daß man es mit einem auskragenden, bezw. grobsentheils schwebenden Bauteile zu thun hat.

### 3. Kapitel.

#### Befondere Constructionen für Kühlanlagen.

187.  
Zweck  
und  
Ueberzicht.

Die Kühlanlagen bezwecken, einen geschlossenen Raum auf eine bestimmte niedrige Temperatur zu bringen und auf derselben zu erhalten, theils um die in diesen Raum gebrachten Gegenstände abzukühlen, theils um dieselben vor dem Verderben zu schützen.

Um die in einem Raume eingeschlossene Luft von einer hohen Temperatur auf eine niedrigere zu bringen, ist es bekanntlich nur nöthig, einen abgekühlten Gegenstand in diesen Raum zu schaffen. Alsdann wird sofort ein Temperatur-Ausgleich

<sup>331)</sup> Facf.-Repr. nach: *Revue gén. de l'arch.* 1883, Pl. 27.

zwischen der warmen Luft des Kühlraumes und dem kalten Gegenstande vor sich gehen, bis beide die gleiche Temperatur besitzen. Wird nun dieser eingebrachte kalte Gegenstand auf einer bestimmten Temperatur erhalten, so muß die Luft im Kühlraume sich nahezu auf diese Temperatur abkühlen, wenn dafür geforgt wird, daß ein Temperatur-Ausgleich zwischen der Kühlraumluft und der äußeren Luft nur in einem bestimmten Verhältnisse stattfinden kann.

Zur Abkühlung kann Eis, es können aber auch andere abgekühlte Gegenstände zur Anwendung kommen. Im Folgenden werden zunächst (unter a) diejenigen baulichen Anlagen (Eisgruben, Eiskeller, Eishäuser etc.) besprochen werden, die zur Unterbringung und Erhaltung von Eis dienen; daran wird sich (unter b) die Betrachtung anderer Kühlanlagen schliessen.

### a) Eisbehälter.

VON E. SPILLNER.

Der Verbrauch des Eises steigert sich von Jahr zu Jahr. Nicht allein Bierbrauereien, Conditoreien, Restaurants, Gasthöfe, Schlächtereien, so wie Krankenanstalten etc. bedürfen davon erheblicher Massen; sondern seit Einführung der Eischränke ist es auch in den besser gestellten Familien zum unentbehrlichen Bedürfnis geworden. Längst schon reicht die Eiserte auf den heimischen Flüssen und Seen nicht mehr aus; von Norwegen, Schweden und Nordamerika werden ganze Schiffsladungen verfrachtet, und eine große Anzahl von Eisfabriken kann dennoch mit Gewinn arbeiten. Mit dem Verbräuche steigert sich der Werth, und um so mehr ist darauf Bedacht zu nehmen, die zur Conservirung des Eises dienenden baulichen Anlagen thunlichst zu vervollkommen.

188.  
Constructions-  
bedingungen.

Die Bedingungen, welche ein derartiges Bauwerk möglichst erfüllen muß, sind:

- 1) Abhaltung der Wärme,
- 2) » des Grund- und Hochwassers,
- 3) » des Schmelzwassers,
- 4) » des sich bildenden Niederschlages und
- 5) Möglichkeit der Lüftung.

In Bezug auf die Abhaltung der Wärme ist zunächst die Wahl des Baumaterials von Wichtigkeit. Sand- und Kalkstein leiten die Wärme mehr, als Backstein, dieser wieder besser, als Holz. Das Leitungsvermögen wird ungefähr durch folgende Zahlen ausgedrückt: Sand- und Kalkstein 95 bis 60, Backstein 60, Holz 30, Sand 20. Cement-Beton würde zwischen Backstein und Holz einzureihen sein.

189.  
Abhaltung  
der  
Wärme.

Die atmosphärische Luft ist nahezu nicht leitend; doch muß sie so eingeschlossen sein, daß keine Bewegung stattfinden kann. Ein vorzügliches Isolirmittel sind daher die Luftschichten, eben so diejenigen Körper, welche eingeschlossene Luft enthalten, wie Stroh und Rohr. Ferner sind als solche zu erachten: Häcksel, Torf, Sägespäne, Kohle, Schlacken und Afche. Auch dem viel genannten Antimerulion wohnt diese Eigenschaft bei. Besonders gelobt werden Korksteine, in Steinkohlenpech mit Theerzuzatz vermauert. Nach Versuchen von *Grünzweig* betrug das Schmelzwasser:

- 1) bei vollem Mauerwerk 2,1 bis 4,4 Procent des Eises;
- 2) bei Anwendung einer 12<sup>cm</sup> starken Luftschicht 2,0 bis 4,1 Procent;

- 3) bei Luftschicht und innerer Mauerung von Hohlsteinen 2,0 bis 2,7 Procent;  
 4) bei Einlegen einer 12<sup>cm</sup> starken Korksteinschicht 0,7 bis 0,9 Procent<sup>332)</sup>.

Ein Eisbehälter muß, gleich viel ob er unter oder über dem Erdboden errichtet wird, schlecht leitende Begrenzungen erhalten. Da die Wärme des Erdbodens in einiger Tiefe selten über 8 bis 10 Grad R. steigt, diejenige an der Erdoberfläche selbst in gemäßigtem Klima und an beschatteter Stelle hingegen bis 30 Grad R. betragen kann, so verdienen in dieser Beziehung unzweifelhaft — entgegen der neuerdings mehrfach aufgestellten anderen Meinung — die ganz oder theilweise unterirdischen Eisbehälter den Vorzug, und wenn man durch hohen Grundwasserspiegel gezwungen ist, oberirdische Behälter auszuführen, so ist es durchaus empfehlenswerth, sie mit einem Erdhügel zu bedecken. Allerdings darf man auch bei unterirdischen Anlagen den Wärmeschutz nicht außer Acht lassen, wie dies vielfach geschieht. Am meisten wird darin gefehlt, daß man die Bodenfläche häufig ganz ohne Isolirung läßt. Die gegen die Bodenfläche aufsteigende Erdwärme ist aber entschieden gefährlicher, als die auf die Seitenwände wirkende, da sie das Bestreben hat, durch die zwischen den Eisstücken befindlichen Höhlungen nach oben zu dringen. Zum mindesten ist der Erdboden mit einer starken Reisigschicht zu bedecken; besser ist ein Lattenrost in ca. 30<sup>cm</sup> Entfernung vom Boden, der wiederum mit Reisig und Stroh bedeckt wird; noch sicherer ist es, außerdem den Erdboden mit einer Rollschicht abzupflastern. Will man die in kurzen Zwischenräumen nöthige Erneuerung des Rostes und seiner Tragbalken vermeiden — wodurch übrigens die Trockenhaltung der unteren Eisschichten erschwert wird — so ist ein massiver Fußboden mit Isolirschicht oder ein solcher auf Wölbung mit darunter liegenden Hohlräumen (siehe Fig. 322) anzulegen.

Die Seitenwände schützt man bei Massivbau durch Einlegen einer Luftschicht oder besser Korksteinschicht, über dem Terrain außerdem durch Umschütten mit Erde oder auch dadurch, daß man den ganzen Eisbehälter mit Räumen zur Aufbewahrung von Fleisch, Getränken etc. umgibt, welche ebenfalls wieder isolirte Umfassungen haben müssen. Holz-Fachwerk erhält in der Erde eine doppelte Bohlenbekleidung, deren Zwischenraum mit einem schlechten Leiter ausgefüllt ist; über der Erde ist eine doppelte Fachwerkwand in einem Abstände von mindestens 30<sup>cm</sup> aufzuführen und ebenfalls auszufüllen (siehe Fig. 322, 324 u. 330, 318 u. 326).

Eben so muß die Decke 30<sup>cm</sup> hoch mit Schilf oder Rohr überpackt und außerdem das Dach mit einem Nichtleiter, am besten Rohr, eingedeckt sein. Falls dies die feuerpolizeilichen Bestimmungen nicht zulassen, ist Holzcementdach mit starker Kiesdecke allen anderen Dachdeckungen vorzuziehen.

Eine schattige Lage des Eisbehälters ist möglichst anzustreben. Der Eingang ist nach Norden zu legen; doppelte oder dreifache Thüren halten die Wärme zurück. Letztere werden auf der Innenseite mit Rohr bekleidet.

Wesentlich ist auch, daß man den Eisraum nicht zu klein bemißt, da, je geringer die Eismenge, desto größer die Schmelzbarkeit ist. 12<sup>cbm</sup> Inhalt möchte das Mindestmaß sein.

Ein Hauptfeind des Eises ist das Wasser. Die Sohle des Eisbehälters soll daher unbedingt über dem Hoch- und Grundwasserspiegel liegen. Allerdings kann

<sup>332)</sup> Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 39 — eben so: Deutsche Bauz. 1885, S. 330 — ferner: Gefundh.-Ing. 1885, S. 537 — endlich bezüglich der Bewahrung von Korksteinen: Baugwks.-Ztg. 1887, S. 558. — Ueber Beschaffenheit und Format der Korksteine siehe Theil III, Band 2, Heft 1 (Art. 36, S. 50) dieses Handbuchs.

man auch unterhalb der Hochwasserlinie die Keller völlig wasserdicht herstellen; indessen ist hierbei zu bedenken, daß dann die Abführung des Schmelzwassers auf längere Zeit gehindert sein würde. Zur Abhaltung des Tagwassers dienen gepflasterte Rinnen. Mit Erde überschüttete Gewölbe sind vorher mit Asphalt abzudecken, massive Seitenwände in verlängertem Cement-Mörtel auszuführen.

Auch bei der sorgfältigsten Isolirung läßt sich das Entstehen des in hohem Grade schädlichen Schmelzwassers nicht vermeiden. Um dasselbe bequem abführen zu können, wird unter dem oben erwähnten Lattenroste ein kleines Sammelbecken gemauert (Fig. 307), aus welchem je nach der Eismenge vermittels eines Bleirohres, Thonrohres oder eines kleinen gemauerten Canales das Schmelzwasser entfernt wird. Damit durch die Ableitung nicht atmosphärische Luft eintreten kann, ist ein Wasser-verschluss einzulegen, welcher entweder, wie beim Rohre *b* oder einfacher, wie bei *a* gebildet wird. Bei einem gemauerten Canälchen (Fig. 309) bildet eine  $\frac{1}{2}$  Stein starke Zunge den Luftabschluss.

In flachem Terrain hilft man sich auch wohl durch Anlegen eines Pumpenbeckens auferhalb des Eiskellers (siehe Fig. 319); bei städtischen Eiskellern, wo die Länge der Ableitung in der Regel sehr beschränkt ist, bleibt kaum etwas Anderes übrig, falls das Eis nicht so rein ist, daß man das Schmelzwasser in einen Brunnen abführen kann. In sehr durchlässigem Boden genügt ein Loch in der Mitte des abgewässerten Pflasters (Fig. 308).

Fig. 307.

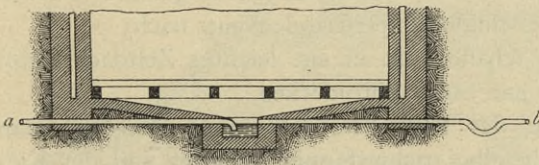


Fig. 308.

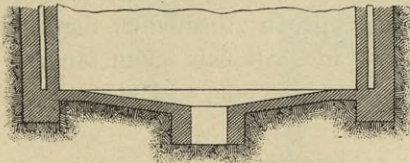
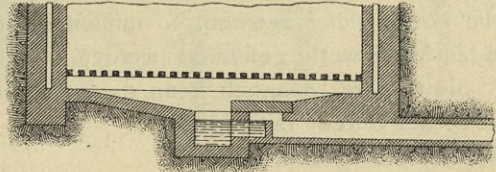


Fig. 309.



Bei sorgfältigen Anlagen wird man auch auf die Befreiung des Niederchlagwassers Rücksicht nehmen. An wagrechter Decke ist diese allerdings nicht möglich, sehr wohl aber bei Kellern, die auf I-Trägern mit Backsteinen überwölbt oder mit bombirtem Wellblech überdeckt sind. Die Schweifsrinne wird alsdann an Zinkstreifen gehängt (Fig. 310), welche über die I-Träger gelegt sind. Bei Ueberspannung des ganzen Raumes mit Klostergewölbe, preussischer oder böhmischer Kappe, kann man eine schmale Zinkrinne in den Kämpfer einschieben, deren Ableitungsrohr in eine Packung von grobem Kies mündet (Fig. 311).

Fig. 310.

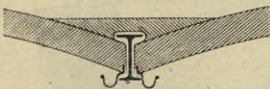
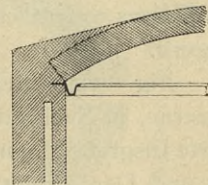


Fig. 311.



Man hat auch die aufsteigende feuchte Luft durch eine Art Lüftung ständig zu entfernen gesucht. So ist mehrfach die umstehende Firtventilation (Fig. 312) ausgeführt worden. Indessen möchte zu erwägen sein, daß an heißen Tagen für

191.  
Abführung  
des  
Schmelzwassers.

192.  
Abführung  
des  
Niederchlag-  
wassers.

193.  
Lüftung.

die entweichende Luft neue, natürlich wärmere, eintreten wird, was kaum ein Vortheil sein dürfte. Wohl aber ist es wünschenswerth, nach Entleeren des Kellers, bezw. vor dem Neubeschicken in Frosttagen eine möglichst starke Auskühlung und Abtrocknung desselben eintreten zu lassen, was nur bei denjenigen Anlagen thunlich ist, in denen sich durch Oeffnen gegenüber liegender Thüren ein starker Gegenzug hervorbringen läßt. Dies ist bei denjenigen Eishäufem und -Kellern möglich, welche aufer einem Eingange auch eine Oeffnung zum Einschütten des Eises aufweisen.

Wo dies nicht zutrifft, wird man gut thun, den Luftwechsel durch eine Feuerung zu unterstützen, wie dies in Fig. 323 dargestellt ist. (Vergl. auch Theil III, Band 4, 2. Aufl. dieses »Handbuches«, Art. 339, S. 325.)

194.  
Eismieten.

Die billigste Aufbewahrung des Eises bilden die Eismieten. Auf einer ca. 30 cm starken Sand- oder Kiesbettung wird Reifig und Stroh ausgebreitet, darüber das Eis möglichst dicht gepackt und schliesslich die Eispypyramide in einer Stärke von 30 bis 50 cm mit Stroh oder Rohr in Form einer Miete regelrecht abgedeckt. Das Eis wird des Nachts entnommen, wobei die Miete geöffnet werden muß. Beim Schwinden des Eisvorrathes sinkt die Strohabdeckung nach.

Will man einen ständigen Zugang schaffen, so ist ein leichtes Zeltdach nebst vorgebautem Eingang zu errichten und mit Stroh einzudecken.

195.  
Eisgruben.

Wird das Eis in einer Vertiefung des Erdbodens geborgen, so nennt man diese eine Eisgrube. In Fig. 314 ist dieselbe trichterförmig gestaltet und der Kies durch Pflaster befestigt. In der Mitte ist ein Drainrohr zur Abführung des Schmelzwassers eingesetzt; die Thür schlägt nach außen.

Will man die kühl haltende Wirkung des Erdbodens mehr ausnutzen und die Grube tiefer machen, so müssen die Seitenwände gegen Abrutschen durch Holz oder Mauerwerk geschützt werden. Holz in der Erde hält sich selten länger, als 5 bis 6 Jahre; dennoch kann die Rentabilitäts-Rechnung bei billigen Holzpreisen, wie z. B. auf Gütern mit eigener Waldung, ergeben, das eine Holzaukleidung billiger wird, als Mauerung. Auch bietet ein Anstrich mit dem fog. Carbolinum von *Gebr. Avenarius* in Gau-Algesheim<sup>333</sup>) ein geeignetes Mittel, die Dauer des Holzes wesentlich zu verlängern.

Fig. 316 stellt eine hölzerne, in Nachrodt ausgeführte Eisgrube<sup>334</sup>) in Grundriss und Durchschnitt dar.

<sup>333</sup>) Großherzogthum Hessen.  
<sup>334</sup>) Nach: HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw. 1870, S. 29 u. Bl. 6.  
<sup>335</sup>) Nach: WANDERLEY, G. Ländliche Wirthschaftsgebäude. Leipzig 1878. S. 220.

Fig. 312.

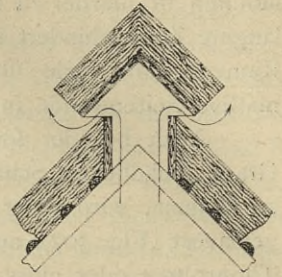
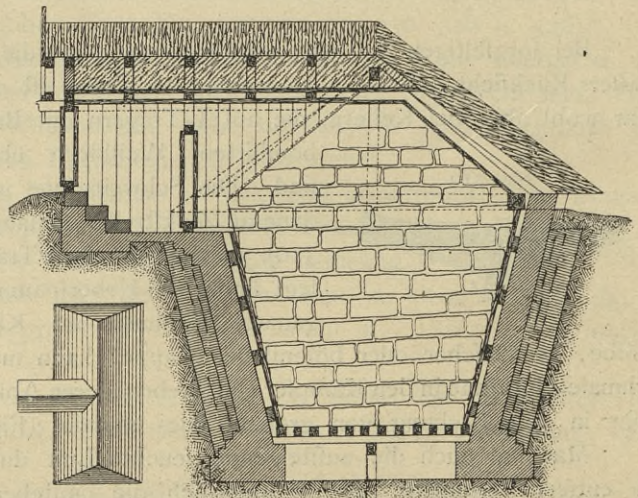
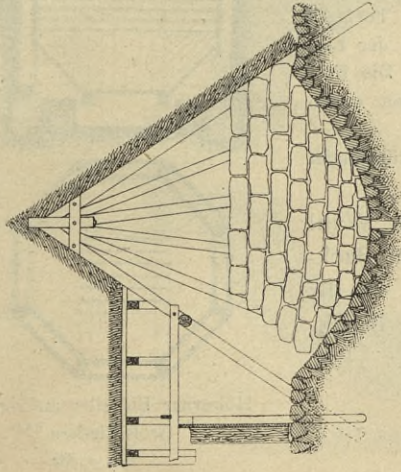


Fig. 313.



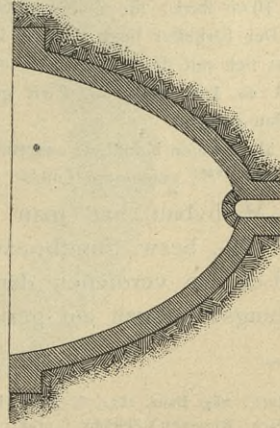
Gemauerte Eisgrube<sup>335</sup>). — 1/100 w. Gr.

Fig 314.



Gepflasterte Eisgrube. —  $\frac{1}{100}$  w. Gr.

Fig. 317.



Gemauerte Eisgrube. —  $\frac{1}{100}$  w. Gr.

Fig. 315.

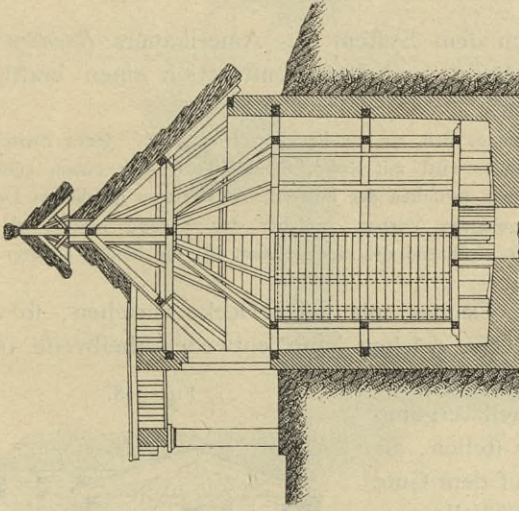
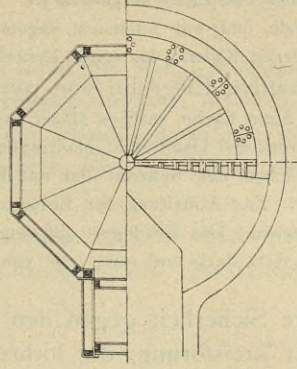
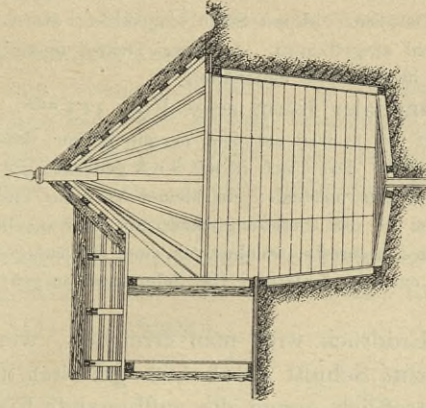


Fig. 316.



Hölzerne Eisgrube in Nachrodt, 334).

$\frac{1}{100}$  w. Gr.

Brodley's Eisgrube 336). —  $\frac{1}{150}$  w. Gr.

### Eisgruben.

Der ganze Bau ist in Tannenholz ausgeführt, mit Ausnahme des die Seitenwände abschließenden Rahmens, welcher von Eisen hergestellt ist. Das Dach ist mit Stroh eingedeckt; die hohlen Zwischenräume der Wände sind mit tannemem Sägemehl ausgestampft. Auf zwei Drittel seiner Höhe steht der Bau im gewachsenen Boden; das obere Drittel ist mit Erde umschüttet.

Eine massive Eisgrube von pyramidaler Form zeigt Fig. 313<sup>335)</sup>.

Die  $1\frac{1}{2}$  Stein starke, massive Mauer ragt nur so weit aus dem Terrain hervor, daß das Tagwasser zwischen Mauerwerk und Dach nicht eindringen kann. Das Dach ist mit Stroh gedeckt; die inneren Wände und die Unterflächen der Sparren sind mit Brettern verklebt; ein kleiner Vorraum bildet den Zugang zum Eisbehälter. Zur Abhaltung der Erdwärme ist die Umfassungsmauer mit einer 0,5 bis 0,7 m starken Torfschicht umgeben. Das Eis lagert auf einem Lattenrost, welcher von einer Balkenlage getragen wird. Die Latten sind 8 cm stark und etwa 5 cm von einander entfernt. Das Schmelzwasser geht unmittelbar in den Sandboden.

Größere Sicherheit gegen den Erddruck wird man erreichen, wenn der wagrechte Schnitt kreisförmig, der lothrechte Schnitt parabolisch gestaltet ist (Fig. 317). Eine derartige Form schützt auch vortrefflich gegen die aufsteigende Erdwärme; ein Lattenrost ist entbehrlich. Das kleine Gewölbe über dem Abfluß wird aus Backsteinen mit eingemauerten Drainrohren hergestellt und darüber eine starke Reifschicht gepackt.

Fig. 315 stellt eine Eisgrube nach dem System des Amerikaners *Brodley*<sup>336)</sup> dar, welches durch Verbindung von Maffiv- und Holz-Construction einen kräftigen Schutz gegen die äußere Wärme erzielt.

In einem massiv gemauerten Cylinder befindet sich ein zwölfkockiges Holzgerüst. Jeder Zwischenraum zwischen dem hölzernen und massiven Cylinder wird mit Rohr, Stroh, Torf oder einem anderen schlechten Wärmeleiter ausgefüllt, eben so der Raum zwischen der inneren, mit Brettern gefalteten Decke und der Dachfläche. Der an der Nordseite gelegene Vorbau, welcher den Zugang bildet, ist mit 3 Thüren versehen, welche so angelegt sind, daß, während die eine geöffnet ist, die beiden anderen geschlossen bleiben.

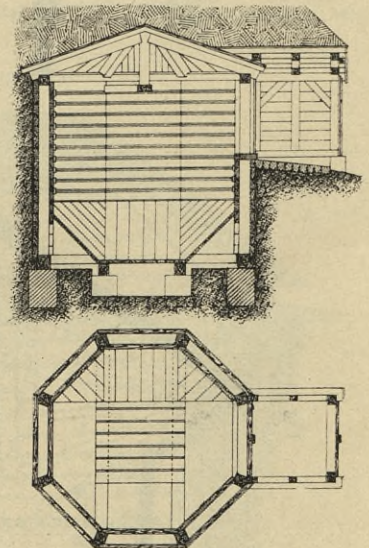
Wird eine Eisgrube an Stelle des Daches mit fester Decke versehen, so verwandelt sie sich in einen Eiskeller. Ein solcher kann entweder theilweise oder gänzlich in der Erde liegen. Auch hier kann die Holz-Construction, obwohl sie eine schnell vergängliche ist, unter Umständen sich billiger stellen, als Maffivbau. Fig. 318<sup>337)</sup> zeigt einen auf dem Gute Grofs-Ziethen ausgeführten hölzernen Eiskeller.

Derselbe ist im Lichten 3,72 m weit und 3,40 m hoch; die Schwellen,  $25 \times 32$  cm stark, ruhen auf Fundamentpfählern; die Bohlen sind 10 cm stark; die Zwischenräume sind mit Torfgrus ausgefüllt. Der Eiskeller liegt in einer Erdschüttung; der Eingang befindet sich mit dem Terrain in einer Ebene. Die Erdschüttung ist ca. 1 cm über den First geführt und mit einem Garten-Pavillon gekrönt.

Eine ähnliche in Rundholz ausgeführte Construction findet sich in der unten<sup>338)</sup> genannten Quelle.

Bei Maffivbau hat man häufig die Wahl zwischen Kalk-, bezw. Sandbruchsteinen und Backsteinen. Letztere verdienen den Vorzug, da ihr Wärmeleitungsvermögen ein geringeres ist, Bruch-

Fig. 318.



Hölzerner Eiskeller auf dem Gute Grofs-Ziethen<sup>337)</sup>.

$\frac{1}{150}$  w. Gr.

<sup>336)</sup> Nach: Allg. Bauz. 1854, S. 381 u. Bl. 652.

<sup>337)</sup> Nach: ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 19 u. Taf. 7.

<sup>338)</sup> Gaz. des arch. et du bât. 1872, S. 113.



steine auch meistens hygroskopisch sind und die Erdfeuchtigkeit durchlassen. Wenigstens sollte man bei Bruchsteinbau eine innere,  $\frac{1}{2}$  Stein starke, gehörig eingebundene Backsteinverblendung anwenden.

Will man ökonomisch bauen, so müssen nicht nur die Umfassungswände dem Erddruck einen möglichst großen Widerstand entgegenzusetzen; sondern es muß auch der Rauminhalt möglichst groß, die Fläche der Umfassungswände und der Decke möglichst klein werden. Diesen Bedingungen entspricht die Form eines Cylinders, dessen Durchmesser gleich der Höhe ist.

Die Wandstärke muß dem steigenden Erddrucke gemäß nach unten zunehmen. Will man gleiche Wandstärke beibehalten, so ist der lichte Querschnitt nach unten (siehe Fig. 317) zu verengen.

Fig. 319.

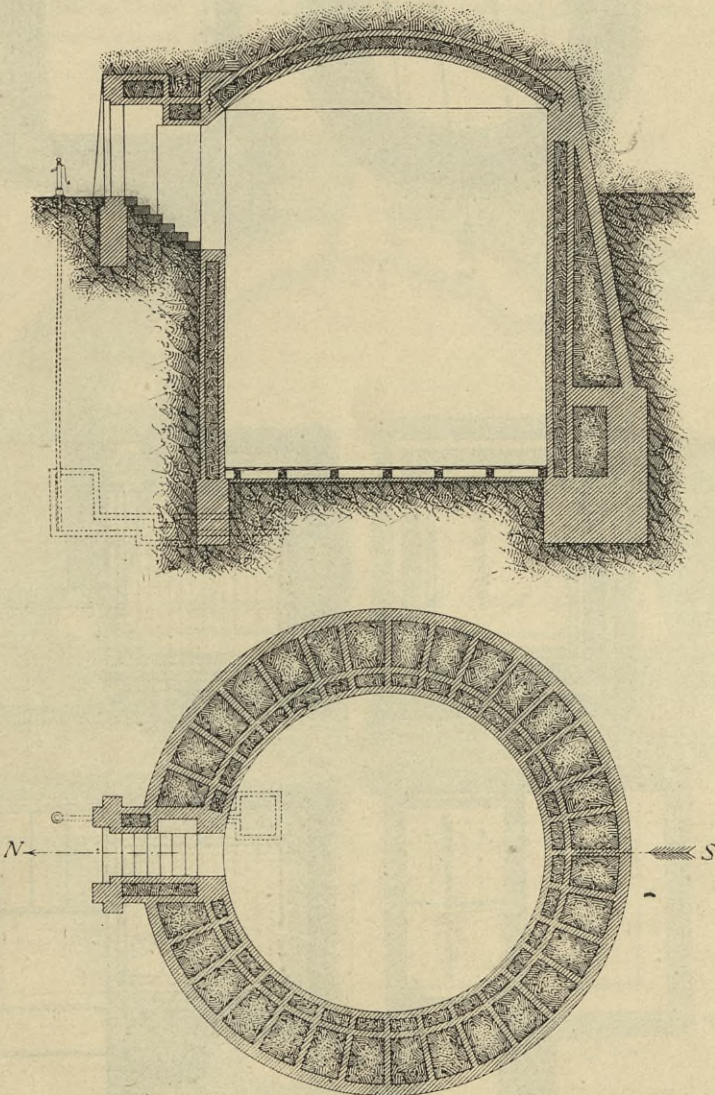
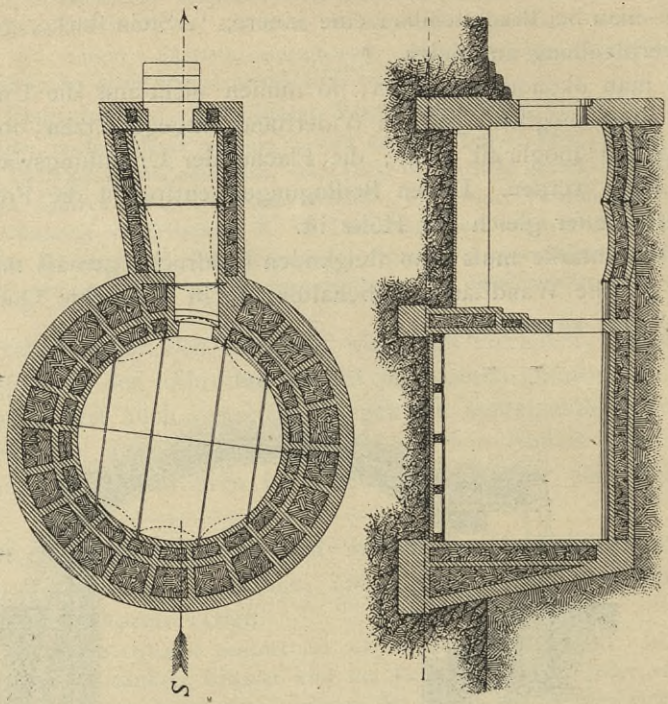
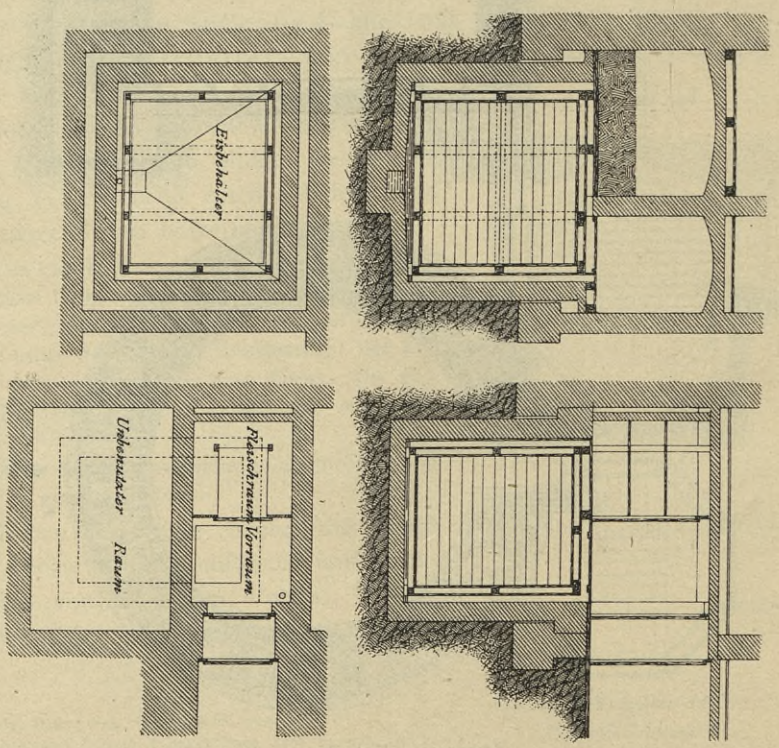


Fig. 320.



1/50 w. Gr.

Fig. 321.



1/100 w. Gr.

Gemauerte Fiskeller.

Die Ueberwölbung geschieht entweder mit Kappen auf eisernen Trägern oder mit einem Kuppelgewölbe. Bei letzterem hat man zu beachten, wogegen häufig gefehlt wird, dafs die Widerlagsmauern gegen den Gewölbefchub gesichert werden müssen. Man hat daher im Kämpfer eine Ringverankerung in das Widerlager einzulegen, welche aus kurzen Rundeisenstäben mit durchgesteckten Splinten oder einer gewöhnlichen eisernen Kette mit Splinten besteht.

Fig. 319 u. 320 stellen zwei von *Petzholz* in Potsdam mitgetheilte Eiskeller dar. Der eine ist mit einem Kuppelgewölbe überdeckt, der zweite mit preussischen Kappen auf eisernen Trägern.

Für die Ausfüllung der Widerlager ist Torfasche verwendet. Die Entwässerung geschieht durch eine Handpumpe, deren Rohr in ein kleines Becken mündet, welches mit einem unter dem etwas geneigten Fußboden des Kellers befindlichen Sammelkasten in Verbindung steht. Als Material sind theils Klinker, theils Rathenower Backsteine in Cementkalk verwendet; nach außen hin ist das Mauerwerk mit Cement berappt und mit heißem Theer gestrichen. Beide Keller sind mit Erde bedeckt, welche dicht mit Bäumen und Sträuchern bepflanzt ist.

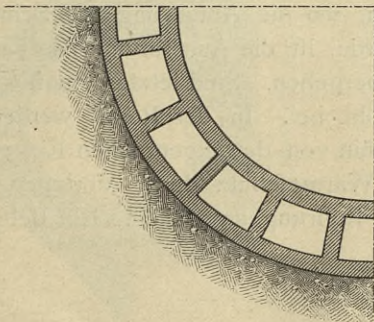
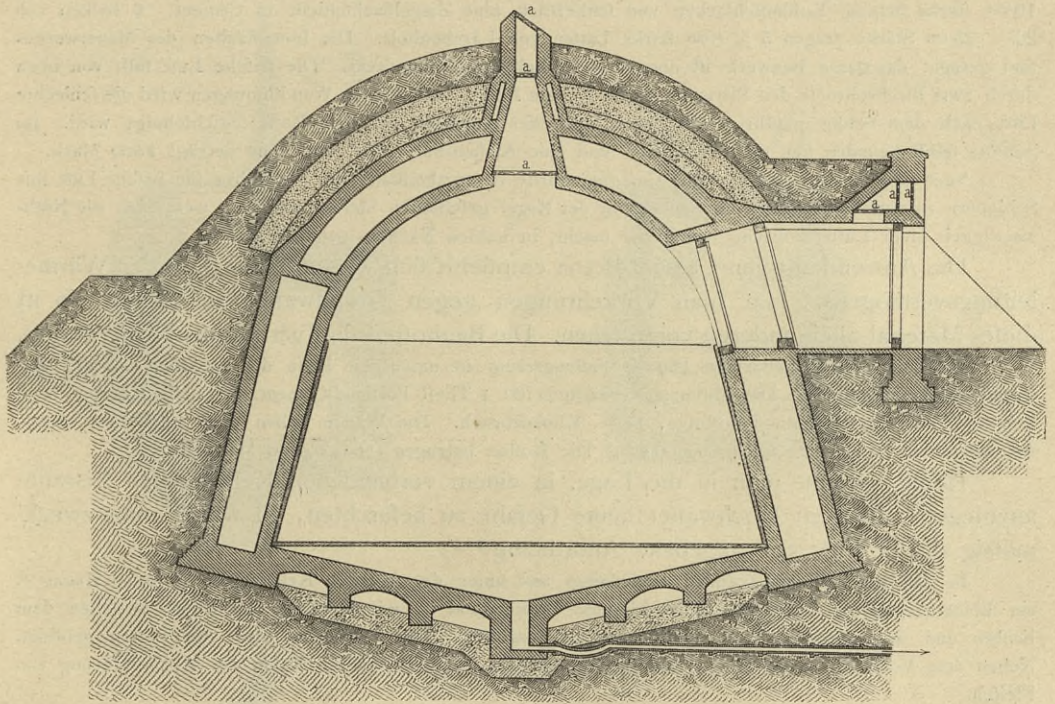


Fig. 322.

Eiskeller  
der klinischen Universitäts-Anstalten  
zu Kiel.

$\frac{1}{150}$  w. Gr.

In Fig. 322 ist der Eiskeller der akademischen Heilanstalten zu Kiel wiedergegeben, entworfen von *J. E. Mose* dafelbst.

Die glockenförmige Anlage, bei welcher das Gewölbe unmittelbar in die Widerlager übergeht, ist eine sehr stabile und gleichzeitig sparfame. Die Luftschicht der Wände hat 1 m Weite; auch der Boden ist durch eine solche geschützt, indem zwischen einem aus Afche und Schlacke gebildeten Unterlager und den Gewölbchen des Bodens Luftraum gelassen ist. Außerdem ist ein Bohlenbelag auf Steinrippen gestreckt, zwischen denen sich ebenfalls Luft befindet. Innere Mauern, Gewölbe und Zellenmauern sind von Hohlsteinen; bis zu einer Höhe von 4,0 m sind die Wände gleichfalls mit Bohlen bekleidet. Auf dem Gewölbe ruht zunächst eine 0,5 m starke Schicht von Afche mit Schlacke, darüber eine solche von Torfgrus in gleicher Stärke; dann folgt eine 0,75 m starke, mit Buschwerk bepflanzte Erdschicht. Die Beleuchtung des Einganges und des Eisraumes erfolgt durch Rohglasplatten *a, a*.

Bemerkenswerth durch die bereits in Art. 193 (S. 210) erwähnte Lüftung ist der in Fig. 323 dargestellte Eiskeller für 62 cbm Eis<sup>339</sup>).

Tonnengewölbe und Umfassungswände sind aus Ziegeln in verlängertem Cement-Mörtel mit 10 cm Luftschicht hergestellt; die Widerlagsmauern sind außerdem mit Basaltmauerwerk verstärkt. Auf die Anlage des Fußbodens wurde besondere Sorgfalt verwendet. Die unterste Lage, 10 cm hoch, besteht aus Basaltcherben; darüber liegt, um eine wasserdichte Sohle zu erhalten, ein Cementgufs, auf diesem eine 10 cm starke Schicht Kohlenfchlacken und schliesslich eine Ziegelflachschiecht in Cement. 6 Balken von 20 × 25 cm Stärke tragen 5 × 8 cm starke Latten von Lärchenholz. Die Innenflächen des Mauerwerkes sind gefugt; das ganze Bauwerk ist oben mit Asphaltpappe abgedeckt. Die frische Luft fällt von oben durch zwei Blechrohre in den Eisraum; durch die am Boden befindlichen Wandöffnungen wird die schlechte Luft nach dem Schlot geführt, was durch zeitweises Anfeuern auf dem Roste befehleunigt wird. Im Schlotte selbst befinden sich eine Feuerungs- und eine Afchenthür. Die Baufumme beträgt 2600 Mark.

Nach dem in Art. 193 (S. 209) Gefagten dürfte es vortheilhaft sein, die Rohre für frische Luft mit Schiebern zu versehen, welche im Sommer in der Regel geschlossen bleiben und nur, wenn sich die Nothwendigkeit einer Luft-Zuführung bemerkbar macht, in kühlen Nächten geöffnet werden.

Die Anwendung von Cement-Beton empfiehlt sich wegen seines geringen Wärmeleitungsvermögens. Hat man Vorkehrungen gegen Grundwasser zu treffen, so ist dieses Material allen anderen vorzuziehen. Die Baukosten sind verhältnismäfsig gering.

Ein derartiger Eiskeller mit 180 cbm Fassungsraum ist unter dem Hofe des Stettiner Concert- und Vereinshauses ausgeführt. Das Mischungsverhältnifs ist: 1 Theil Portland-Cement, 6 Theile scharfer Sand, 4 bis 5 Theile zerfchlagene Feldsteine, bezw. Klinkerbruch. Die Wände haben eine Stärke von 0,9 m, der wagrechte Boden eine solche von 0,3 m. Die Kosten betragen (1884) 4000 Mark<sup>340</sup>.

Häufig kommt man in die Lage, in einem vorhandenen Keller einen Eisraum anzulegen. Ist vom Hochwasser keine Gefahr zu befürchten, so wählt man zweckmäfsig die in Fig. 321 gegebene Anordnung<sup>341</sup>).

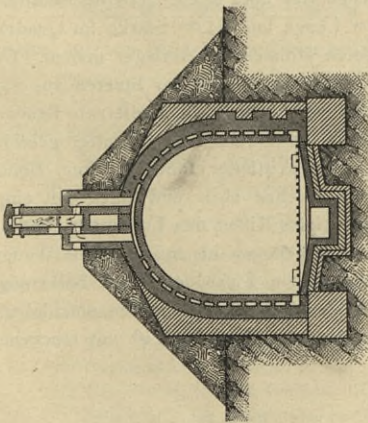
In den von massiven Wänden eingefassen und unter der früheren Kellerfohle vertieften Raum ist ein hölzerner Kasten eingefetzt. Die doppelte Bretterwand ist mit Häckfel, der Raum zwischen dem Kasten und der massiven Wand mit Kohlengrus ausgefüllt. Der Fußboden wird von Latten gebildet. Neben dem Vorraume, welcher das Einsteigeloch enthält, befindet sich ein Raum zur Aufbewahrung von Fleisch.

In Gegenden mit hohem Grundwasserstande, wozu auch Gebirgsgegenden gehören können, eben so auf flachem Terrain, wo die Abführung des Schmelzwassers lange unterirdische Leitungen erfordern würde, ist die Ausführung von Kellern nicht möglich, und man mufs zu Eishäusern übergehen. Sind letztere massiv ausgeführt, so behält man den Ausdruck »Keller« wohl bei. In der Regel werden sie ganz mit Erde beschüttet, unterscheiden sich mithin von den eigentlichen Eiskellern nicht. Ist dies nicht zuläfsig, so mufs man den Wärmeschutz durch Vorlegen von Kühlräumen zu erreichen suchen oder doppelte Isolirung anwenden. Ein Beispiel hierfür

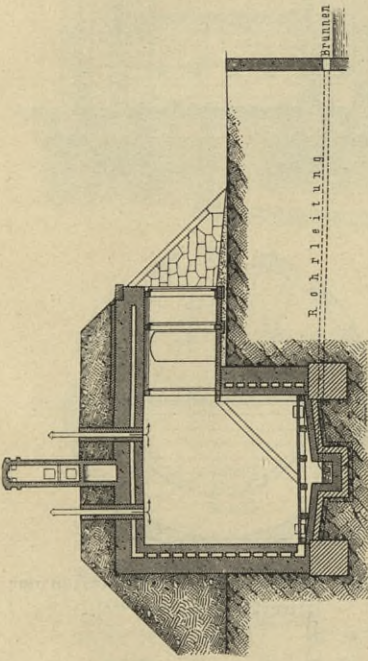
339) Nach: Baugwks.-Ztg. 1886, S. 209.

340) Nach: Deutsche Bauz. 1884, S. 169.

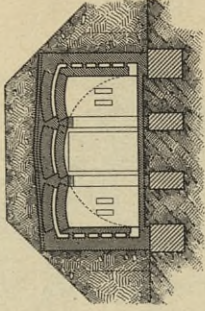
341) Nach: ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1861, S. 117 u. Taf. 19.



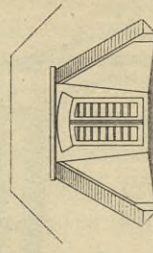
Querschnitt nach e d.



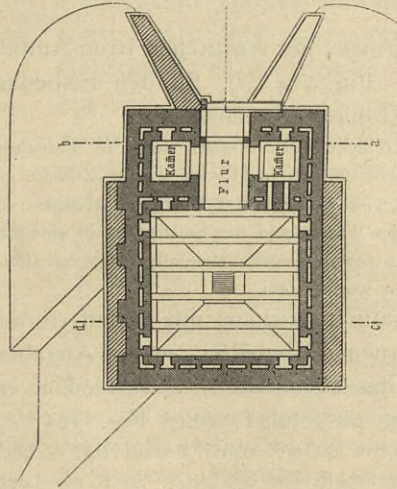
Längenschnitt.



Querschnitt nach a b.



Anblick des Kellerunganges.



Grundriss.

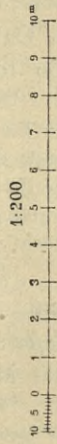


Fig. 323.  
Eiskeller  
für 62 cbm Eis 339).

Fig. 324.

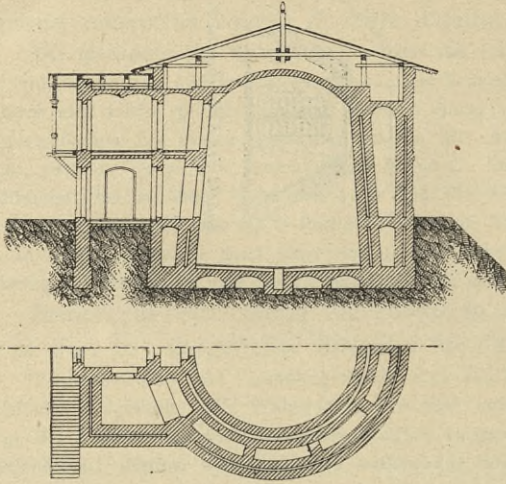
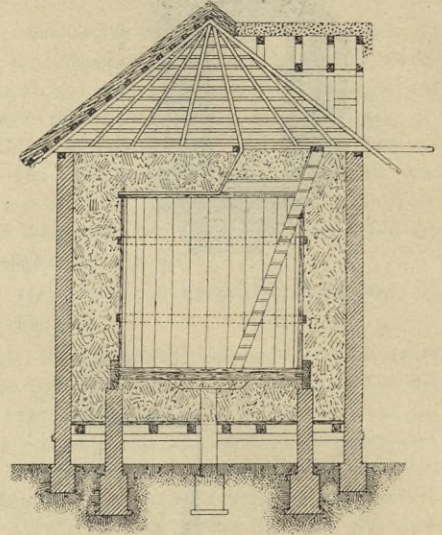
Eishaus der Irren-Anstalt zu Dalldorf<sup>342)</sup>. $\frac{1}{300}$  w. Gr.

Fig. 325.

Eishaus des chemischen Institutes an der  
Universität Marburg<sup>343)</sup>. $\frac{1}{150}$  w. Gr.

bietet das Eishaus der städtischen Irren-Anstalt zu Dalldorf (Fig. 324<sup>342)</sup>, für den Eisbedarf von 1000 Kranken berechnet.

Das Befrichen des Kellers und die Entnahme von Eis geschieht feitlich oben, für welche Zwecke ein durch eine Treppe zugänglicher Vorbau vorhanden ist. Die Isolirung der Wände und des Fußbodens ist eine sehr sorgfältige; das Gewölbe würde ebenfalls besser mit Isolir-schicht versehen worden sein.

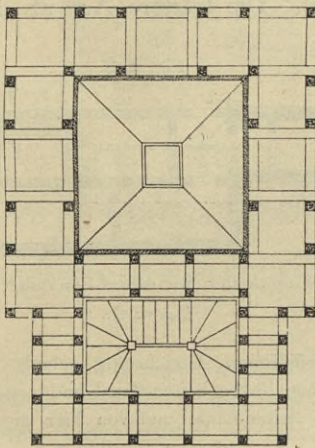
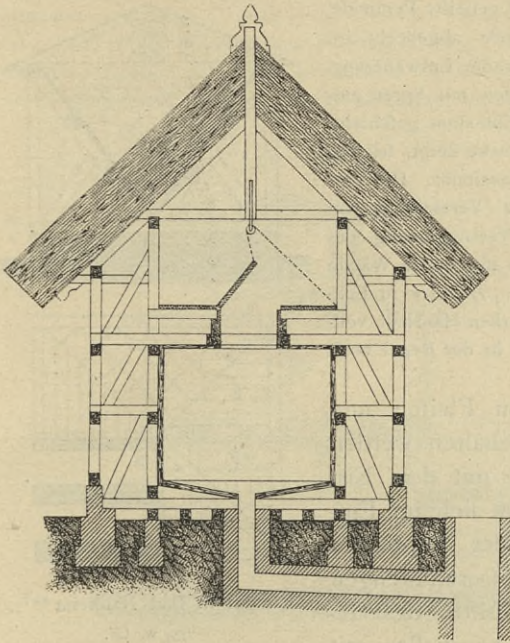
Ein massives Eishaus mit cylinderförmigem, hölzernen Eisbehälter, nach Angaben Kolbe's für das chemische Institut der Universität Marburg ausgeführt, zeigt Fig. 325<sup>343)</sup>.

Die massive äußere Wand besteht 0,81 m hoch aus gebrannten Backsteinen und 3,76 m hoch aus Lochsteinen und ist durch 16 Mauerflin Pfeiler unterstützt, welche mit 13 cm starken Sandsteinplatten überdeckt sind. Der hölzerne Eisbehälter von 4,08 m Durchmesser und 3,77 m Höhe ist von allen Seiten 1,00 m stark mit schlechten Wärmeleitern umgeben. Zur Unterstüzung dienen vier über Kreuz gestellte Sandsteinpfeiler und vier sich auf diese stützende eichene Pfosten von 0,71 m Länge und 24 cm Stärke im Quadrat, welche den vier der Peripherie des Fasses entsprechend abgerundeten Holmen als Auflager dienen. Der 10 cm starke Eichenfußboden ruht auf einem Unterzuge. Der Eisbehälter besteht im Inneren aus 8 cm starken, unter einander verdübelten Bohlen aus Eichenholz, welche von zwei starken eisernen Bändern zusammengehalten werden, während die Außenfläche durch 3 cm starke, verdübelte Kiefern Bretter gebildet wird. Der Deckel ist aus 6 cm starken Kiefernbohlen gefertigt. Eine Trittleiter führt bis zum Boden herab. Die Einsteigeöffnung ist von einem Bretterkasten umgeben, welcher oben und unten mit einer Thür versehen ist, zwischen welchen ein aus alten Wolldecken angefertigtes Kissen den Luftzutritt hindert. Das Schmelzwasser wird durch ein Bleirohr fortgeleitet, dessen Ende aufgebogen ist und so einen Wasserverschluss bildet. In einer Höhe von 0,57 m über dem Erdboden ist ein Fußboden nebst Balkenlage angebracht, um das Durchfallen des Häckfels zu verhüten. Die Fugen sind mit Deckleisten geschlossen; die massive Wand ist innen mit Strohlehm, außen mit Kalkmörtel geputzt. Eine Thür ist mit trockenen

<sup>342)</sup> Nach: Deutsches Bauhandbuch. Band II, 1. Berlin 1882. S. 354.

<sup>343)</sup> Nach: ENGEL, F. Handbuch des landwirthschaftlichen-Bauwesens. 6. Aufl. Berlin 1879 S. 196.

Fig. 326.

Eishaus auf dem Rittergut Lagowitz bei Schwiebus<sup>344)</sup>.

1/150 w. Gr.

richhain und beim Central-Militärhospital zu Tempelhof ausgeführt worden<sup>345)</sup>; ferner enthält das unten<sup>346)</sup> genannte Werk mehrere praktische Beispiele.

Ein Eishaus kleinster Art, auf nur 5 zweispännige Fuhren Eis berechnet, ist in Fig. 327<sup>347)</sup> dargestellt.

Auf den Fundamenten *M* liegt ein Rost von Balken *R*, mit Bretterboden abgedeckt. Ueber dem Roste erhebt sich ein einfaches Fachwerk-Häuschen. Schräg gestellte Streben *G* verbinden die Mitte des

Backsteinen veretzt und kann leicht zum Herausnehmen und Erneuern des Häcksels geöffnet werden. Das Dach ist in Folge feuerpolizeilicher Bestimmung nicht mit Stroh, sondern mit Schiefer gedeckt.

Eishäuser in Holz-Fachwerk, sog. »amerikanische« erfreuen sich gegenwärtig einer grossen Beliebtheit. Ihre Vorzüge vor den massiven sind: grössere Billigkeit und, in Folge der geringen Wärmeleitungsfähigkeit des Holzes, vortreffliche Conservirung des Eises. Dagegen leiden sie an zwei recht empfindlichen Uebelständen: schneller Vergänglichkeit durch Schwämbbildung und Fäulnis, so wie sehr geringer Feuerficherheit, wie eine wahrhaft erschreckende Zahl von Bränden in Amerika und Deutschland jährlich auf das Neue beweist. Man thut daher gut, derartige Gebäude durch Anstrich des Holzwerkes mit dem in Art. 195 (S. 210) schon erwähnten Carbolineum zu sichern und sie möglichst entfernt von anderen zu errichten. Fig. 326 zeigt ein auf Rittergut Lagowitz bei Schwiebus durch *Steinbarth* ausgeführtes Eishaus<sup>344)</sup>.

Der 0,94 m messende Zwischenraum der Fachwände ist bis zur Balkenlage mit Torfgrus, der Raum bis zum Dachfirst mit Häckel ausgefüllt; das Dach ist mit Stroh gedeckt. Eine Treppe führt zur Aufzugsklappe, durch welche das Eis eingebracht wird. Der Rost in der Mitte des 10 cm starken Bohlenbodens besteht aus einer durchbrochenen Gussplatte. Der gemauerte Abzugs-Canal von 25 cm Weite mündet in eine bedeckte Senkgrube; ein Wasserverschluss wird darin vermifft; auch ist der Querschnitt des Canales zu gross.

Aehnliche Anlagen sind durch *Gropius & Schmieden* in Berlin beim Krankenhause im Fried-

344) Nach: ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 134 u. Taf. 22.

345) Veröffentlicht in: Zeitschr. f. Bauw. 1876, Bl. 30; 1879, Bl. 23.

346) WANDERLEY, G. Die ländlichen Wirtschaftsgebäude. 2. Bd. Halle 1879.

347) Nach: Gwbbf. f. Hessen 1885, S. 108.

Bretterbodens mit den vier oberen Ecken des Häuschens. Von den Streben ausgehende Hölzer bilden eine auf den Kopf gestellte Pyramide, die mit Brettern verschalt und mit Zink wasserdicht abgedeckt ist. Letztere ist der Eisraum. Ein Röhrchen *A* sorgt für die Entwässerung. Die Räume zwischen den beiden Bretterböden werden mit Spreu ausgefüllt; auch das Eis wird mit Spreu bedeckt. Die Entnahme geschieht, indem man durch die Eingangsthür *T* auf die Spreudecke steigt, letztere an irgend einer Stelle beseitigt und den Bedarf herausnimmt. Die Vorzüge sind: 1) Trockenhaltung des Ifoir-Materiales, 2) Vermeidung von leeren Räumen bei Verminderung des Eifes, 3) Verlangsamung des Schmelzvorganges im Sommer, da nach unten zu die ifolirenden Wände immer stärker werden. Nach Angabe des Besitzers *v. Harnier* in Echzell (Oberheffen) genügt dieses Eishaus für einen starken Haushalt vollständig, und trotz der auffallend kleinen Eismasse ist in der Regel noch  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  derselben übrig.

198.  
Eisbehälter  
mit  
Lagerräumen.

Die Räume zum Aufbewahren von Fleisch und Getränken, welche durch das Eis kühl gehalten werden sollen, kann man in verschiedener Weise mit dem Eisraume verbinden. Kleinere Mengen lassen sich im Eingangsvorbau, welcher zum Anbringen der doppelten Thüren erforderlich ist, bergen <sup>348)</sup>. Bei größeren Mengen legt man entweder den Eisraum in die Mitte des Gebäudes, die Lagerräume rund herum (Lagerkeller mit Mittel-Eisraum) oder vor Kopf der Lagerräume (Lagerkeller mit Stirn-Eisraum) oder oberhalb derselben (Lagerkeller mit Ober-Eisraum). Die letztere Art ist die vollkommenste. Wir bringen daher von den beiden ersteren nur je einen Grundriss <sup>349)</sup>.

In Fig. 328 sind um einen mittleren, bis zum Dache reichenden Eisbehälter die überwölbten Lagerräume für Bier-tonnen angeordnet. Der Dachraum über dem Eise ist mit Stroh angefüllt; die Lagerräume sind oben und unten mit Brettern verschalt, zwischen denen sich Torf befindet. Die Umfassungen des Eisraumes haben selbstredend keine Luftschichten; hingegen sind solche von 16 cm Weite in den Außenmauern der Lagerkeller angebracht. Oeffnungen *c* in denselben und ein Luftschornstein bei *d* vermitteln zusammen mit den geöffneten Eingangsthüren bei Frostwitterung die Durchlüftung. Gleichzeitig gelangt die kalte Luft durch einen Schacht *e* in den unter dem Pflaster befindlichen linken Seiten-Canal und von da durch zahlreiche andere Canäle unter dem Fußboden in den rechten Seiten-Canal und von hier aus in einen Abzugschlot. So wird eine völlige Abkühlung des Fußbodens bewirkt. Bei eintretender gelinder Witterung werden alle diese Oeffnungen geschlossen.

Fig. 329 stellt einen von *Lins* in Rawitsch erbauten Stirn-Eislagerkeller dar. An den Eisraum stoßen zwei Räume zum Aufbewahren von Bier und ein Gährkeller für den Sommer, mit ersterem durch breite Oeffnungen zur Entnahme von Eis und zum Abkühlen der Luft verbunden. Diese Oeffnungen können durch Bohlen-Verfatzstücke beliebig geschlossen werden. Ein Vorkeller dient als Gährraum für den Winter. Alle Räume sind zwischen I-Trägern, bezw. Eisenbahnchienen eingewölbt; über der Wölbung liegt eine

Fig. 327.

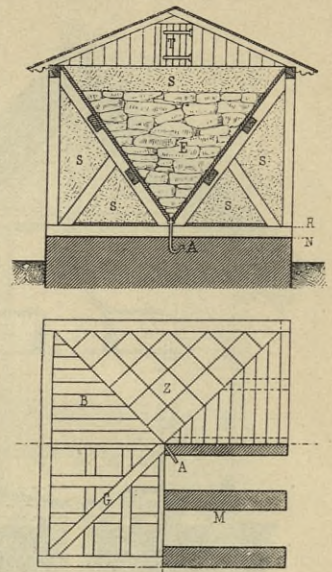
Eishaus in Bad Nauheim <sup>347)</sup>. $\frac{1}{150}$  w. Gr.

Fig. 328.

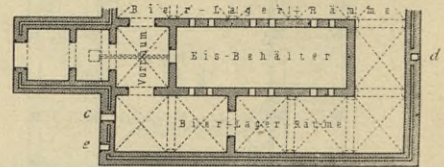
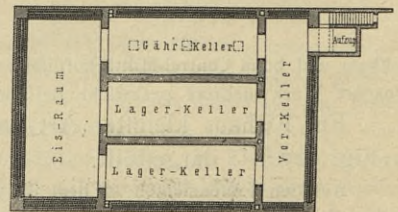
Lagerkeller mit Mittel-Eisraum <sup>349)</sup>. $\frac{1}{540}$  w. Gr.

Fig. 329.

Lagerkeller mit Stirn-Eisraum <sup>349)</sup>. $\frac{1}{200}$  w. Gr.

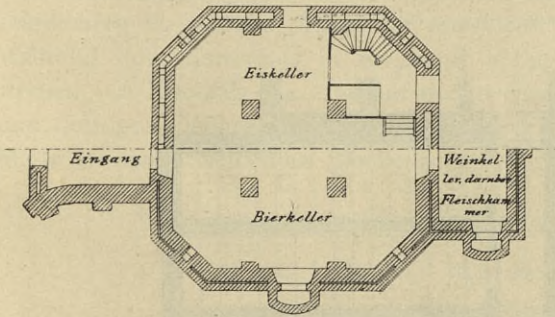
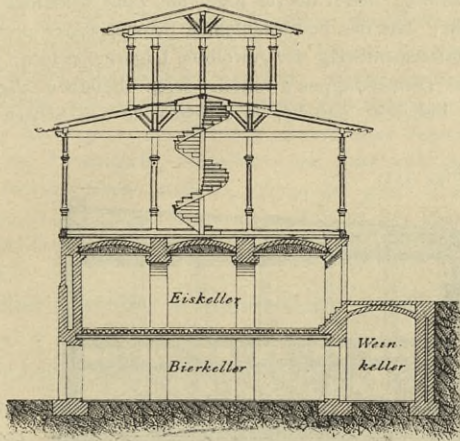
<sup>348)</sup> Siehe auch: Theil III, Band 4 dieses »Handbüches«, Art. 288, S. 246. (2. Aufl.: Art. 355, S. 337.)

<sup>349)</sup> Nach: SCHLESINGER, J. Der Eiskellerbau in Maffiv- und Holz-Construction etc. 2. Aufl. Berlin 1886. S. 28, 33.



1,5 m starke Strohfüttung. Das Einbringen des Eises geschieht durch Oeffnungen in den Wänden des Eisraumes, von denen je zwei in der vorderen schmalen Seite und in der Langseite über einander angelegt sind und zu denen eine hölzerne Freitreppel führt. Die Lager- und Gähräume werden durch über Dach geführte Schloten *b* und durch Schornsteine in den Wänden mittels leicht stellbarer Verschlässe gelüftet. Die Fußböden sind auf Ziegelpflaster asphaltirt; das Eis liegt auf einem Holzrost. Die Bierfässer ruhen an den Langwänden rechts und links auf Eisenbahnschienen, welche über niedrige Mauerfoccl gestreckt sind.

Fig. 330.



Eishaus am Halensee bei Charlottenburg.

1/390 w. Gr.

In Fig. 330 geben wir eine von *Ende & Böckmann* in Berlin am Halensee bei Charlottenburg in Verbindung mit einer Restauration ausgeführte Anlage. Es ist dies ein Lagerkeller mit Obereis.

Das Terrain ist stark ansteigend. Zu unterst liegt der Bierkeller, daneben ein Weinkeller, über letzterem die Fleischkammer. Der Bierkeller ist mit Wellblech auf eisernen Trägern abgedeckt; darüber befindet sich der Eiskeller; das Eis liegt auf einem Lattenrost. Das Wellblech hat eine geringe Neigung zur Mitte, damit das Schmelzwasser abläuft und die Umfassungswände trocken bleiben. In der Mitte tropft das Wasser durch einen Schlitz in der Wellblechdecke auf die mit Gefälle gepflasterte Sohle des Bierkellers und läuft hier zwischen den Biertonnen zu den Verfickerungsgruben. Ueber dem Eiskeller befindet sich eine Bohlendecke und darüber Gewölbe; der Zwischenraum ist mit Torfgrus ausgefüllt. Im Inneren des Eiskellers sind die Wände mit Strauchwerk bekleidet. Ueber demselben liegt die mit Asphaltfußboden versehene Restaurationshalle. Die Umfassungsmauern sind aus festen, klinkerartigen Backsteinen mit 30 cm Hohlraum ausgeführt.

Bei der in Fig. 331 dargestellten Eiskelleranlage der Victoria-Brauerei in Berlin<sup>350)</sup> ist zwischen dem Bier-Lagererraum und dem darüber befindlichen Eisraume eine Kaltluftkammer eingeschaltet worden, vermöge deren man im Stande ist, alle Mängel der älteren Anlagen zu beseitigen. Das Eis lagert in einem oberen Geschosse ganz über der Erde, während der Bier-Lagererraum nur wenig in dieselbe eingeschnitten ist. Zwischen beiden befindet sich die Kaltluftkammer.

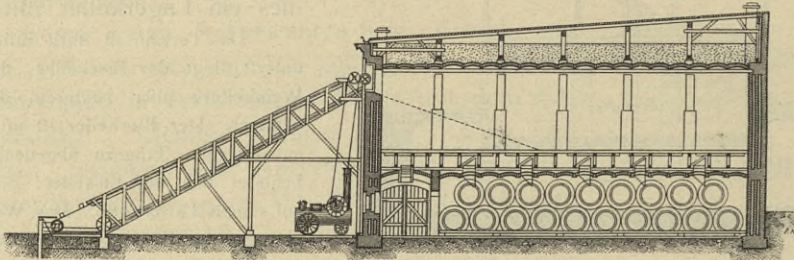
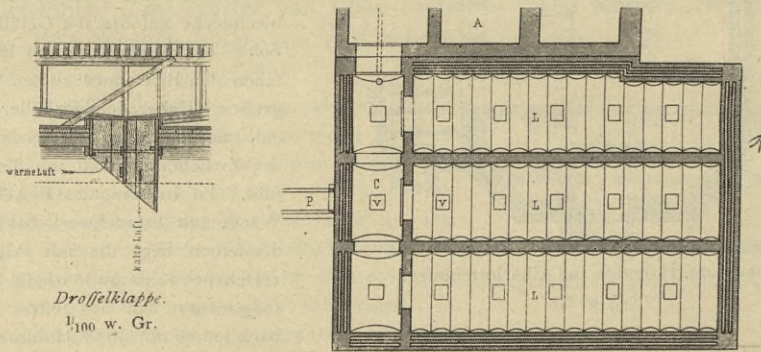
Nach umstehender Grundrifs-Skizze besteht der Lagerkeller aus drei durch starke Mauern getrennten Räumen *L*, welche durch Schiebethüren von einem gemeinschaftlichen Flurgang *C* abgeschlossen sind. Die Sohle ist gemauert und mit Asphalt abgedeckt; der Flurgang mit größeren, die Lagerräume mit kleinen, flachen Kappen zwischen Eisenbahnschienen in Hohlsteinen überwölbt. Die Scheidemauern sind zum Auflagern der das Eis tragenden Eisen-Constructionen höher geführt und, um das Herablaufen des Schmelzwassers an denselben zu verhüten, oben durch Auskragen verbreitert und mit starkem, eine Traufkante bildenden Zinkblech abgedeckt. Auf ihnen ruhen in Abständen von 1,6 m etwa 1,0 m hohe Parabelträger, auf deren oberer, wagrechter Gurtung ein Bohlenrost aus 8 × 13 cm starken, hochkantig

350) Nach: Centralbl. der Bauverw. 1882, S. 138.

in Zwischenräumen von 5 cm verlegten Hölzern liegt. Auf höher geführten Pfeilern finden dann, wie aus dem beigefügten Schnitt ersichtlich, die Träger ihr Auflager, welche die aus flachen Hohlsteinkappen zwischen Eisenbahnschienen gebildete Decke des Eisraumes tragen. Darüber liegt eine etwa 1,5 m hohe Ueberschüttung aus isolirendem Material: Torfgrus, Stroh, Häckfel. Das flache Dach endlich ist mit Holzcement abgedeckt.

Die Kappen über dem Bierlager sind auf einer Abgleichung forgfältig mit Gefälle nach dem Flurgang hin abgeplattert, darauf mit Holzcement belegt. Das Bierlager steht mit der Kaltluftkammer durch lothrechte, quadratische Holzschächte *V* in Verbindung, deren oberer Rand mit Zink bekleidet ist; über dieselben sind schräge Zinkwellbleche so aufgestellt, das herabträufelnde Schmelzwasser nicht in den Lagerkeller hinabfallen kann, vielmehr auf den Holzcementbelag der gewölbten Lagerkellerdecke abgeleitet wird. In den Schächten befinden sich hölzerne Droffelklappen, mittels deren dieselben abgeschlossen werden können. Werden die Klappen dagegen lothrecht gestellt, so zerlegen sie den Schacht in zwei

Fig. 331.

Längenschnitt. —  $\frac{1}{500}$  w. Gr.Droffelklappe.  
 $\frac{1}{100}$  w. Gr.Grundriss. —  $\frac{1}{500}$  w. Gr.Eiskeller der Victoria-Brauerei zu Berlin<sup>350)</sup>.

Abtheilungen, die, in Folge der Abfchrägung des Schachtkastens am unteren Ende, von verschiedener Länge sind und eine selbstthätige Luftbewegung herbeiführen. Die in den obersten Schichten im Lagerkeller befindliche wärmere Luft steigt durch den kürzeren Schacht nach oben, während die bis fast auf 0 Grad abgekühlte, specifisch schwerere Luft der Kaltluftkammern durch den längeren Schacht in den Lagerraum hinabsinkt. Sobald also die Temperatur in den Bier-Lagerräumen über 20 Grad R. gestiegen ist, genügt das Oeffnen einiger Droffelklappen, um in kurzer Zeit die nöthige Abkühlung zu erzielen. Für die Schächte genügt erfahrungsmäßig eine mässige Länge bei einem Querschnitt von etwa 90 cm im Quadrat. In den Kappen des Flurganges sind ebenfalls solche Lüftungschächte angebracht, da dieser Raum als Lager mit benutzt wird. — Das aus dem Eisraume abfließende Schmelzwasser wird über dem Flurgang abgeleitet und in der Brauerei zu Kühlzwecken weiter verwendet, wobei der Umstand, das es in ziemlicher Höhe über dem Terrain austritt, sehr zu statten kommt.

Die Umfassungsmauern des Gebäudes sind in der ganzen Höhe 1,14 m stark und enthalten 2 Luftschichten von je 13 cm Weite, welche so gelegt sind, das die äusseren Wandtheile 38 cm, die mittleren und inneren je 25 cm stark sind. Die Innenseiten der Luftschichten sind mit Rappputz versehen. Ausser

diefen Ifolirungen war beabfichtigt, die Innenfeiten der Mauer im Eislager noch ganz mit einer Holz wand, welche abermals eine ifolirende Luftfchicht abgefchnitten hätte, zu bekleiden; da diefelbe jedoch fehr dem Verfaulen ausgefetzt und dadurch die Luft des Eiskellers leicht verdorben wäre, auch wahrſcheinlich nach einigen Jahren zu koſtspieligen Ausbesserungen Veranlaſſung gegeben hätte, fo hat man von ihrer Ausführung Abſtand genommen. Es kann jedoch in Frage kommen, ob diefe Holz wand, aufer als Ifolirung, nicht auch als ein Schutz der Mauern gegen den zerflörenden Einfluß des Schmelzwaffers, das jetzt in das Mauerwerk eindringt, von Wichtigkeit gewefen und daher beibehalten worden wäre.

Um von Zeit zu Zeit eine vollkommene Lufterneuerung in der ganzen Anlage vornehmen zu können, find an den 4 Ecken des Eisraumes gemauerte Lüftungsfchächte, die für gewöhnlich mit ifolirenden Deckeln verſchloffen find, durch die Kappen bis über Dach geführt. Zu demſelben Zwecke find im unteren Flurgang Doppelfenſter angelegt, welche im Sommer zugefetzt und dicht abgefchloffen werden, im Winter aber zur Auskühlung, Lüftung und Erhellung der Räume dienen.

Das Eis wird in das Gebäude mittels eines Paternosterwerkes *P* finnreicher Conſtruction, unter Benutzung einer Locomobile, eingefüllt, und zwar wird es dicht unter der oberen Decke eingebracht und auf einer ſchiefen Ebene vertheilt. Wenn der ganze Raum gefüllt iſt, wird, nach möglichſter Auskühlung bei Froſtwetter, eine etwa 75 cm hohe Schicht von Hobelſpänen über der Eismaffe ausgebreitet, deren auferordentlich ifolirende Wirkung Schutz gegen die ſich oben anſammelnde wärmere und ſchlechtere Luft bieten foll.

Ueber Eiskeller in unmittelbarer Verbindung mit Bierbrauereien wird in Theil IV Halbband 3 dieſes »Handbuches« (Abth. III, Abſchn. 2, C, Kap. über »Bierbrauereien«) das Erforderliche beſprochen werden.

Zum Schluſs hätten wir noch etwas über das Einbringen des Eifes zu ſagen. Am beſten iſt es, groſſe Stücke durch Zerſägen der Eisdecke zu gewinnen und verbandmäſig zu packen. Hat man nur kleine, unregelmäſige Stücke, ſo find dieſe während des Einwerfens in möglichſt kleine Stücke zu zerſchlagen. Durch Einſtreuen von Kochſalz (ca. 9 kg auf die zweifpännige Fuhre), Uebergießen mit Waſſer und fleiſiges Oeffnen der Thüren an den Froſttagen erreicht man, daſſ die ganze Maffe zu einem koloffalen Blocke zufammenfriert<sup>351</sup>.

199.  
Einbringen  
des  
Eifes.

## Literatur

über »Eisbehälter«.

- HARZER, F. Die Anlegung der Eiskeller. Weimar 1853. — 2. Aufl. 1864.  
 SWOBODA, K. Anlegung und Benutzung der Eiskeller. Weimar 1853. — 4. Aufl. von E. NÖTHLING. 1886.  
 BRAASCH, W. Eiskeller. ROMBERG's Zeiſchr. f. prakt. Bauk. 1854, S. 7.  
 Ueber Eiskelleranlagen. HAARMANN's Zeiſchr. f. Bauhdw. 1860, S. 33.  
 EMMICH. Mittheilungen über die Anlage von Eisgruben und Eishütten. ROMBERG's Zeiſchr. f. prakt. Bauk. 1861, S. 117.  
 LEUCHS, J. C. Anweiſung zum Bau oberirdiſcher Eisgebäude mit geringen Koſten etc. 2. Aufl. Nürnberg 1862.  
 ENDE, H. Nebenbaulichkeiten der Villa v. d. Heydt in Berlin. Zeiſchr. f. Bauw. 1863, S. 5.  
*Les glaciers du bois de Boulogne. Nouv. annales de la conſt.* 1863, S. 177.  
 SCHLESINGER, J. Der Eiskellerbau in Maffiv- und Holz-Conſtruction, ſowohl in wie über der Erde. Berlin 1864. — 2. Aufl. 1886.  
 ROTH. Eiskelleranlage im Bois de Boulogne. Zeiſchr. f. Bauw. 1864, S. 589.  
 Eiskeller mit Pavillon auf Rittergut Grofs-Ziethen. ROMBERG's Zeiſchr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 19.  
 STEINBARTH. Eiskeller auf Rittergut Lagowitz bei Schwiebus. ROMBERG's Zeiſchr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 133.  
 Der Bau des Eishaufes. HAARMANN's Zeiſchr. f. Bauhdw. 1866, S. 106.  
*De la conſtruction des glaciers. Revue gén. de l'arch.* 1866, S. 53.  
 HELDBERG. Ueber Eiskeller und Eishäufer. Zeiſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1867, S. 24.

<sup>351</sup>) Siehe auch Theil III, Band 4 dieſes »Handbuches«, Art. 284, S. 242 (2. Aufl.: Art. 341, S. 326).

- Ueber Eisbehälter. *Baugwks.-Ztg.* 1869, S. 184, 192.
- STREERUWITZ, W. v. Amerikanische Eishäuser. *Zeitschr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver.* 1870, S. 77.
- Eishaus in Nachrodt. HAARMANN'S *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1870, S. 29.
- KAEMP. Ueber die Construction und den Betrieb der neuen fog. norddeutschen Eishäuser in Rummelsburg bei Berlin. *Deutsche Bauz.* 1871, S. 52.
- Eishaus auf dem adl. Gute Marienthal bei Eckernförde. *Baugwks.-Ztg.* 1872, S. 379.
- Des glaciers. Gaz. des arch. et du bât.* 1873, S. 107, 111, 129.
- SWOBODA, C. Die Anlegung und Benutzung transportabler und stabiler Eiskeller oder Eischränke, Eisreservoirs und amerikanischer Eishäuser, so wie die Construction und der Gebrauch von Milch-, Wasser- und Luftkühlern, Gefromesmaschinen etc. 3. Aufl. von F. HARZER'S Anlegung und Benutzung der Eiskeller. Weimar 1874.
- Ueber Eiskeller. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1875, S. 433.
- KLETTE, R. Plan eines Eishauses. HAARMANN'S *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1877, S. 41.
- MOSE, J. E. Beitrag zur Frage: Ob Eishaus oder Eiskeller. *Baugwks.-Ztg.* 1878, S. 187.
- Zwei Eishäuser. *Baugwks.-Ztg.* 1880, S. 27.
- POLACK, M. Eiskelleranlage der Victoriabrauerei in Berlin. *Centralbl. d. Bauverw.* 1882, S. 138.
- Ueber Anlage von Eishäusern. *Baugwks.-Ztg.* 1882, S. 538.
- MENZEL, C. A. Der Bau des Eiskellers sowohl in wie über der Erde, vermittelt Torf, Stroh oder Rohr und das Aufbewahren des Eises in demselben. Nebst einer Beschreibung zur Anlage von Eisbehältern in Wohngebäuden und Zubereitung des eisbaren Eises. 5. Aufl. Halle 1883.
- Eiskeller-Anlagen. *Gefundh.-Ing.* 1883, S. 73.
- NIESS, A. Eishaus des Herrn Th. Fricke in Braunschweig. *Baugwks.-Ztg.* 1884, S. 282.
- Eishausbau. *Baugwks.-Ztg.* 1884, S. 751.
- MOSE-KIEL, J. E. Beschreibung vom Umbau einer Eiskelleranlage. *Baugwks.-Ztg.* 1884, S. 905.
- Ueber die Anlage von Eiskellern. *Baugwks.-Ztg.* 1884, S. 950.
- Eiskeller-Anlage aus Beton. *Deutsche Bauz.* 1884, S. 169.
- Einfache Hütten zur Aufbewahrung von Eis. *Baugwks.-Ztg.* 1885, S. 397.
- Kleines Eishaus mit Kühlraum für Speisen und Getränke. *Baugwks.-Ztg.* 1885, S. 726.
- GRÜNZWEIG, C. Ergebnisse vergleichender Versuche über die Leistungen von Eiskellern, hergestellt aus verschiedenen Materialien. *Deutsche Bauz.* 1885, S. 330. *Gefundh.-Ing.* 1885, S. 537.
- Ein neues Eishaus. *Wiener Bauind.-Ztg.*, Jahrg. 2, S. 310.
- Eiskeller. *Baugwks.-Ztg.* 1886, S. 209.
- MOSE, J. E. Anzulegender Eisraum für Kühlung einer Fleischkammer in vorhandenen Räumen. *Baugwks.-Zeitg.* 1886, S. 829.
- KOCH, J. Bier-Dépôts. *Baugwks.-Ztg.* 1887, S. 558.
- EHRICH. Ein Stirn-Obereiskeller. HAARMANN'S *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1887, S. 2.
- SCHÄFER & SCHWARZ. Neue Konstruktion von Eishäusern. HAARMANN'S *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1887, S. 38. *Ice houses. Building*, Bd. 6, S. 162.
- ABEL, L. Die Kunst in ihrer Anwendung auf den Grundbesitz. Wien 1889. S. 353: Eisgruben.
- STURMFELS. Eiskeller zu Bad-Nauheim. *Gwbb. f. Heffen* 1890, S. 191.
- Siehe auch die Literatur-Angaben über »Landwirthschaftliche Gebäude« in Theil IV, Halbbd. 3 (Abschn. 1) dieses »Handbuches«.

## b) Sonstige Kühlanlagen.

VON GEORG OSTHOFF<sup>352)</sup>.

Während bisher diejenigen Kühlanlagen beschrieben worden sind, in denen Eis zur Verwendung kommt, sollen im Folgenden solche Anlagen besprochen werden, in denen ein anderer »abgekühlter Gegenstand« (siehe Art. 187, S. 206) die Luft im Kühlraume auf der niedrigen Temperatur erhält.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß eine Kühlanlage im Allgemeinen aus 3 Theilen besteht, und zwar:

<sup>352)</sup> Unter Mitwirkung des Ingenieurs Herrn Otto Venator in Berlin.

- 1) aus dem Kälte-Erzeuger (früher die niedrige Atmosphären-Temperatur des Winters, welche das Eis erzeugte, jetzt die Kältemaschine);
- 2) aus dem Kälte-Uebertrager (früher das Eis, jetzt irgend ein anderer Körper: Salzlösung, Ammoniak etc.), und
- 3) aus dem Kühlraume.

Diese 3 Theile können nach verschiedenen Grundfätzen ausgeführt werden und hängen nur sehr lose mit einander zusammen.

### 1) Kältemaschinen.

Die Kältemaschinen lassen sich ganz allgemein eintheilen in:  $\alpha$ ) Kaltluft-Maschinen,  $\beta$ ) Vacuum-Maschinen und  $\gamma$ ) Kältemaschinen, welche mit flüchtigen Flüssigkeiten arbeiten.

201.  
Allgemeines.

Die beiden ersten Arten werden in Deutschland kaum noch angewendet, und zwar aus den folgenden Gründen.

Die Kaltluft-Maschinen müssen im Verhältnisse zu ihrer Leistung zu groß gebaut werden und sind vielen Störungen und Ausbesserungen ausgesetzt, weil die Feuchtigkeit der Luft zu bedeutenden Schnee- und Eisbildungen innerhalb der Maschine Veranlassung giebt. Die Vacuum-Maschinen sind im Betriebe zu theuer, weil die Beschaffung der erforderlichen Schwefelsäure kostspielig und die Apparate in Folge der zerstörenden Wirkung dieser Säure häufig ausgebessert, bezw. erneuert werden müssen.

Die mit flüchtigen Flüssigkeiten arbeitenden Kältemaschinen bestehen im Wesentlichen aus drei Apparaten. Der erste, der Verdampfer, Generator oder Refrigerator genannt, besteht aus einem Rohrstrangens-Systeme, welches in einem Kasten angeordnet ist, in welchem die abzukühlende Luft oder die Flüssigkeit die Rohrstrangens umspült. Dem einen Ende dieser Strangens fließt fortgesetzt eine tropfbar flüssige Flüssigkeit zu, verdampft im Inneren der Strangens und entweicht als Dampf am anderen Ende, nachdem derselbe sämtliche Strangensreihen durchstrichen hat. Zur Verdampfung der Flüssigkeit ist Wärme erforderlich, welche, so fern die Umgebung der Röhren wärmer ist, als die verdampfende Flüssigkeit, dieser Umgebung (also der die Röhren umspülenden Luft oder Flüssigkeit) entzogen wird. Letztere wird also abgekühlt. Die in das Rohrstrangens-System fließende tropfbar flüssige Flüssigkeit muß eine solche Flüssigkeit sein, welche unter gewöhnlichem Atmosphärendrucke und bei jeder Atmosphären-Temperatur sich verflüchtigt.

Der zweite Apparat hat eine doppelte Aufgabe zu erfüllen. Er soll die im Verdampfer entstandenen Dämpfe der flüchtigen Flüssigkeit aufnehmen und sie in dampfförmigem Zustande verdichten.

Der dritte Apparat, Condensator genannt, dient dazu, die verdichtete dampfförmige Flüssigkeit wieder in den tropfbar flüssigen Zustand zurückzuführen, damit sie von Neuem (kältebildend) im Verdampfer (Refrigerator) wirksam sein kann. Auch dieser Apparat besteht aus einem in einem eisernen Kasten befindlichen Rohrstrangens-System, in dessen oberen Theil die verdichteten Dämpfe eintreten, während das System fortdauernd von möglichst kaltem Wasser (dem sog. Kühlwasser) umspült wird, welches, seinerseits den Dämpfen Wärme entziehend, diese unter entsprechendem Drucke in tropfbare Flüssigkeit verwandelt.

Je nach der Construction des zweiten Apparates zerfallen die mit flüchtigen Flüssigkeiten arbeitenden Kältemaschinen in Absorptions- und in Compressions-Kältemaschinen.

Bei den Abforptions-Kältemaschinen besteht dieser zweite Apparat wieder aus mehreren Gefäßen, und zwar im Wesentlichen aus den folgenden drei:

a) Dem Abforber, einem Gefäße, in welchem fortdauernd eine Flüssigkeit (in der Regel Wasser) enthalten ist, die Dämpfe mit Begierde auffaugen, abforbiren und sich mit diesen Dämpfen sättigen kann.

b) Der Pumpe, welche die stark-gefättigte Abforptions-Flüssigkeit aus dem Abforber abfaugt und weiter nach dem dritten Gefäße schafft.

c) Dem Destillations-Kessel, der mit Dampf oder unmittelbar durch Feuerung geheizt wird und in dessen Inneres die starke Abforptions-Flüssigkeit mittels der Pumpe gedrückt wird. Die Erwärmung auf entsprechende Temperatur bewirkt, daß die flüchtige Flüssigkeit dampfförmig ausgetrieben und dem Condensator zugeführt wird.

Bei den Compressions-Kältemaschinen besteht der zweite Apparat aus einer zumeist doppelt wirkenden Saug- und Druckpumpe, dem Condensator. Dieser faugt die Dämpfe aus dem Verdampfer, verdichtet sie und schickt sie in den Condensator.

202.  
Abforptions-  
Kälte-  
maschinen.

Die Abforptions-Kältemaschinen werden mit unwesentlichen Abweichungen heute noch so gebaut, wie sie von ihrem Erfinder *Carré* angegeben sind. Bei diesen Maschinen wird ausschließlich Ammoniak als flüchtige Flüssigkeit und Wasser (oder auch schwache Ammoniaklösung) als Abforptions-Flüssigkeit benutzt.

In Deutschland wurden dieselben durch die Maschinenfabrik von *Oscar Kroppf* in Nordhausen und dessen Nachfolgern *Schmidt, Kranz & Comp.* eingeführt und werden z. Z. zumeist von *Vaas & Littmann* in Halle a. S., von *Wegelin & Hübnér* daselbst, von der »Halle'schen Maschinenfabrik« daselbst und von der »Maschinenfabrik Hohenzollern« in Düsseldorf gebaut.

Trotz der vielen Verbesserungen, welche fortwährend an diesen Abforptions-Kältemaschinen ausgeführt sind, und an denen sich besonders *Koch & Habermann* beteiligt haben, ist es nicht gelungen zu verhindern, daß: *a)* die Abforptions-Maschinen relativ ganz bedeutende Mengen von Kühlwasser gebrauchen, weil nicht nur der Condensator, sondern auch die Abforptions-Flüssigkeit gekühlt werden muß; *β)* die Abforptions-Flüssigkeit mit relativ hohem Ammoniakgehalt aus dem Destillations-Kessel zum Abforber kommt und dabei um so weniger abforptionsfähig ist, je mehr sie Ammoniak enthält; *γ)* der Verbrauch an Brennstoff ein relativ hoher ist, weil zum Austreiben des Ammoniaks stets die gesammte Abforptions-Flüssigkeit entsprechend erhitzt werden muß; *δ)* in Folge der vielen Verschraubungen, Rohrleitungen und Armaturen leicht Undichtigkeiten entstehen können und dann dabei viel Ammoniak verloren gehen kann, und *ε)* die Ammoniakdämpfe sehr hohen Temperaturen im Destillations-Kessel ausgesetzt werden müssen. Dagegen sind die Abforptions-Maschinen ziemlich leicht zu warten, so lange keine Störungen vorkommen; auch verbrauchen dieselben nur wenig Kraft und liefern viel destillirtes Wasser, falls mit Dampf geheizt wird. Dieses reine Wasser ist zweckmäsig zur Herstellung krystallklaren Eises zu verwenden.

Die einzelnen Constructionen der Abforptions-Kältemaschinen weichen nur sehr wenig von einander ab.

Im Allgemeinen müssen die Abforptions-Kältemaschinen, ihres theueren und nicht zwangläufigen Betriebes wegen, den Compressions-Kältemaschinen mehr und mehr weichen.

Die Compressions-Kältemaschinen lassen sich eintheilen:

a) Je nach der Art der verwendeten flüchtigen Flüssigkeit:

a) In Compressions-Maschinen, welche mit einfachen flüchtigen Flüssigkeiten

203.  
Compressions-  
Kälte-  
maschinen.

arbeiten, und zwar in Ammoniak-Maschinen, Schwefeligsäure- (alte *Pictet*-Maschinen und Kohlenäure-Maschinen.

b) In Compressions-Maschinen, welche mit gemischten flüchtigen Flüssigkeiten arbeiten, wie die neuen *Pictet*-Maschinen, welche ein Gemisch von schwefeliger Säure und Kohlenäure benutzen.

β) Je nachdem sie mit überhitzten Dämpfen oder mit solchen arbeiten, deren Temperatur künstlich dem Condensator-Drucke entsprechend gehalten wird:

a) In Compressions-Maschinen, welche mit überhitzten Dämpfen arbeiten, und zwar Schwefeligsäure- (alte *Pictet*-) Maschinen und neue *Pictet*-Maschinen.

b) In Compressions-Maschinen, die mit künstlich gekühlten Dämpfen arbeiten, und zwar Ammoniak-Maschinen und Kohlenäure-Maschinen.

γ) Je nachdem der Siedepunkt der verwendeten flüchtigen Flüssigkeit höher oder tiefer liegt:

a) In Schwefeligsäure- (alte *Pictet*-) Maschinen (Siedepunkt — 10 Grad C.).

b) In neue *Pictet*-Maschinen (Siedepunkt — 19 Grad C., nach Angabe des Erfinders).

c) In Ammoniak-Maschinen (Siedepunkt — 33 Grad C.).

b) In Kohlenäure-Maschinen (Siedepunkt — 78 Grad C.).

δ) Je nachdem der Druck, unter welchem die Kältemaschinen arbeiten (der Condensator-Druck) geringer ist, als der Druck, welcher seither für gewöhnliche Dampf-Apparate als durchaus betriebsicher betrachtet wurde; oder gleich dem höheren Dampfkefeldrucke, welcher neuerdings als noch sehr betriebsicher angesehen wird; oder endlich als hoher Druck zu bezeichnen ist:

a) In Compressions-Maschinen mit geringem Drucke, und zwar Schwefeligsäure- (alte *Pictet*-) Maschinen (2 bis 4 Atmosphären) und neue *Pictet*-Maschinen (2 bis 4 Atmosphären).

b) In Compressions-Maschinen mit mittlerem Drucke, und zwar Ammoniak-Maschinen (7 bis 12 Atmosphären).

c) In Compressions-Maschinen mit hohem Drucke, und zwar Kohlenäure-Maschinen (40 bis 60 Atmosphären).

Wir folgen der letzteren Eintheilung:

α) Die Schwefeligsäure- (alte *Pictet*-) Compressions-Kältemaschinen bestehen nur aus 3 Apparaten, dem Verdampfer, dem Compressor und dem Condensator, arbeiten unter geringem Condensator-Drucke (2 bis 4 Atmosphären), mit überhitzten Dämpfen und ohne Oelfschmierung, sind in einer Anzahl von etwa 500 von einer Pariser Gesellschaft ausgeführt, aber, weil in ihrer Construction veraltet, von ihrem Erfinder (*Pictet*) aufgegeben worden. Unter normalen Verhältnissen arbeitet der Compressor auf seiner jeweiligen Saugseite schon mit geringer Luftleere, so daß leicht äußere Luft eingefaugt wird, welche dann den Condensator-Druck nicht unwesentlich erhöhen kann und außerdem ohne Kälte Wirkung die Apparate mehr oder weniger erfüllt.

β) Die neuen *Pictet*-Compressions-Kältemaschinen bestehen ebenfalls nur aus den 3 Hauptapparaten: Verdampfer, Compressor und Condensator, und arbeiten ebenfalls mit einem Condensator-Drucke von nur 2 bis 4 Atmosphären (je nach der Temperatur des vorhandenen Kühlwassers). Als flüchtige Flüssigkeit wird eine Mischung von schwefeliger Säure und Kohlenäure verwendet. Die beigefügte Kohlenäure bezweckt eine geringe Erhöhung des Compressor-Saugdruckes, so daß derselbe für gewöhnlich höher, als der atmosphärische ist und das Eindringen der so schäd-

204.  
Alte *Pictet*-  
Kälte-  
maschinen.

205  
Neue *Pictet*-  
Kälte-  
maschinen.

lich wirkenden Aussenluft verhindert. Wegen des geringen Druckes kann die Stopfbüchse des Compressors trocken verpackt werden, wobei die Kolbenstange mit Wasserkühlung versehen wird. Die verwendete flüchtige Flüssigkeit (Flüssigkeit *Pictet*) ist ölig und schmiert Kolbenstange und Compressor-Kolben. Schmieröl gelangt demnach nicht in den Compressor, kann also aus diesem auch nicht übergeriffen werden, so dass Verstopfungen der Schlangen im Verdampfer und Condensator durch mitgeriffenes Schmieröl ausgegeschlossen sind. Die Dämpfe können im Compressor, der übrigens mit Mantelkühlung für Kühlwasser versehen ist, überhitzt werden, ohne dass Störungen in Folge Ueberfahrens der kritischen Temperatur oder Zeretzens der flüchtigen Flüssigkeit möglich sind.

Die neuen *Pictet*-Maschinen zeichnen sich ganz besonders durch grosse Einfachheit in Construction und Wartung aus und werden auf Verlangen von der »Gesellschaft für *Linde's* Eismaschinen« in Wiesbaden geliefert.

206.  
Ammoniak-  
Kälte-  
maschinen.

γ) Die Ammoniak-Compressions-Kältemaschinen arbeiten unter einem Condensations-Drucke von 7 bis 12 Atmosphären, weshalb die Stopfbüchsen, so fern sie dicht halten und bedeutende Verluste an Ammoniak vermieden werden sollen, nicht einfach und trocken verpackt werden können, sondern aus 3 Theilen bestehen müssen, und zwar: einer inneren, trocken verpackten Stopfbüchse, einer mittleren Kammer, welche die durch die innere Stopfbüchse entweichenden Dämpfe auffängt, und einer äusseren Stopfbüchse, welche die Kammer nach aussen abdichtet. Die Aufgabe besteht nun darin, den Druck der Dämpfe in der Kammer nicht höher als etwa 2 bis 4 Atmosphären werden zu lassen, damit nach aussen eine einfache Verpackung genügt. Die Mittelkammer wird zumeist ständig mit Oel oder dergl. gefüllt gehalten. Dieses Oel absorbiert die aus dem Compressor austretenden Dämpfe, dringt in entsprechenden Mengen in den Compressor und schmiert dessen Kolben und Kolbenstange. Je vollkommener die Vorkehrungen zur Verhinderung der Ammoniak-Verluste (ohne Bremsung der Kolbenstange) und des Uebertrittes dieses Schmieröles in die Schlangen des Verdampfers und Condensators sind, um so besser ist die Maschine.

Die von verschiedenen Firmen gelieferten Ammoniak-Compressions-Kältemaschinen unterscheiden sich fast nur in der Construction der Stopfbüchse und der Güte der Ausführung der Maschinen.

Von den nachstehenden Firmen, welche die oben genannten Maschinen liefern, zeichnet sich die »Gesellschaft für *Linde's* Eismaschinen« in Wiesbaden vor allen durch vorzüglich construirte und ausgeführte Maschinen aus. Sie hat auch überwiegend die meisten Maschinen, mehr als 1000 Stück, geliefert und das Verdienst der Einführung der Kältemaschinen in Deutschland in grossem Masse. Die bekannteren Firmen, welche sich mit der Lieferung von Ammoniak-Compressions-Kältemaschinen befassen, sind: a) Die »Gesellschaft für *Linde's* Eismaschinen« in Wiesbaden (System *Linde*); b) *Ofenbrück & Cie.* in Hemelingen bei Bremen (System *Ofenbrück*); c) die »Maschinenfabrik Germania« in Chemnitz (System *Germania*); d) die »Maschinenbauanstalt Humboldt« in Kalk bei Deutz (System *Humboldt*); e) *Neubecker* in Offenbach (System *Nehrlich*); f) die Maschinenfabrik Buckau-Magdeburg, und g) *Kuhn* in Stuttgart-Berg (System *Harlung & Weppner*).

207.  
Kohlensäure-  
Kälte-  
maschinen.

δ) Die Kohlensäure-Compressions-Kältemaschinen stimmen im Wesentlichen mit den Ammoniak-Compressions-Kältemaschinen überein, arbeiten (anstatt mit Ammoniak) mit Kohlensäure und mit einem sehr hohen Drucke von 40 bis 60 Atmosphären. Diese Maschinen sind erst neuerdings allgemeiner in Gebrauch gekommen.

Sie werden von den Firmen: a) *L. A. Riedinger* in Augsburg (System *Windhausen*); b) »Maschinenfabrik Deutschland« in Dortmund (System *Raydt*), und c) »Augsburger Maschinenfabrik« in Augsburg (System *Krupp*) geliefert.



## 2) Kühleinrichtungen.

In der Kältemaschine wird die Kälte erzeugt; in der Kühleinrichtung wird sie zur Kühlung der Luft in den Kühlräumen verwerthet, und es ist für die Kühleinrichtung an sich vollständig gleichgiltig, durch welche Kältemaschine diese Kälte hervorgebracht wird.

Die Kühleinrichtungen lassen sich eintheilen:

a) In solche, bei denen eine schwer gefrierende Salzlösung als Kälte-träger benutzt wird, wobei also die Kältemaschine zur Herstellung dieser kalten Salzlösung dient. Bei dieser Einrichtung besteht der Verdampfer (Refrigerator) der Kältemaschine aus einem eisernen, vor Wärme gut geschützten Kasten, in welchem eiserne Röhrenschlangen sich befinden. In letzteren verdampft die Arbeitsflüssigkeit (Ammoniak etc.). Der Kasten wird mit einer Salzlösung gefüllt, welche ihre Wärme an die in den Röhren verdampfende Arbeitsflüssigkeit abgibt, und somit selbst erkaltet.

Es kann nun: a) die Kühlhausluft mittelbar mit dieser abgekühlten Salzlösung, oder b) unmittelbar mit derselben in Berührung gebracht werden.

β) In solche, bei denen keine Salzlösung verwendet, sondern die Luft an den Röhrenschlangen des Verdampfers (Refrigerators) der Kältemaschine gekühlt wird.

In beiden Fällen muß entweder die abgekühlte Salzlösung oder die abgekühlte Luft zum abzukühlenden Raume (zum Kühlraume) getrieben werden.

Je nach dem Zwecke, welchem die zu kühlenden Räume dienen sollen, sind die Kühleinrichtungen anzuordnen. In Bier- und Weinkellern wird niedrigere, vor Allem aber gleichmäßige Temperatur und ein Feuchtigkeitsgehalt der Luft, welcher das Eintrocknen und Leckwerden der Fässer verhindert, verlangt, gleichzeitig aber eine gute, nicht muffige Luft und die Verhinderung von Schimmel- und Pilzbildungen gewünscht. In Malztennen beansprucht man eine entsprechend feuchte Luft.

Kühlräume, in denen Chocolate, Leim u. dergl. erstarren soll, solche in Melaffe-Entzuckerungs-Anlagen, in denen die Rückzeretzung des Strontianzuckers vorgehen soll, Restaurants, Tanzsäle, Wohnräume etc. bedürfen lediglich der Kühlung und Lüftung. Für alle diese Zwecke genügen die Röhren-Kühleinrichtungen.

Fleisch-Kühlräume, Speisekammern etc. dagegen erfordern nicht nur gleichmäßig kühle, sondern vor Allem reine und trockene Luft, weshalb hierzu im Allgemeinen die Röhren-Kühlungen nicht ausreichen, sondern solche Einrichtungen zu treffen sind, bei denen der Uebertrager aus einer kalten Salzlösung besteht, welche in unmittelbare Berührung mit der Kühlhausluft kommt, diese nicht nur kühlt und ihre Feuchtigkeit zum Niederschlagen bringt, sondern sie auch von Staubtheilen etc. reinigt, also sie wäscht.

Bei den Kühleinrichtungen mittels Röhren, durch welche kaltes Salzwasser fließt, wird das im Verdampfer (Refrigerator) abgekühlte Salzwasser mittels einer Pumpe durch Röhren getrieben, welche entweder im Kühlraume selbst oder in einem besonderen Luft-Kühlraume sich befinden, und gelangt nach Durchstreifen aller Röhren etwas erwärmt in den Refrigerator zurück, wo es abermals abgekühlt wird, um seinen Kreislauf wiederum beginnen zu können. Im letzteren Falle muß die abgekühlte Luft aus dem Luft-Kühlraume durch mechanische Mittel in den Kühlraum selbst übergeführt werden, während im ersteren Falle in der Regel die natürliche Bewegung der Luft zum gleichmäßigen Erkalten des Kühlraumes genügt.

208.  
Verchieden-  
heit.

209.  
Röhren-  
Kühl-  
einrichtungen  
mit  
Salzwasser.

Wäre die Luft vollkommen trocken, so würde die Röhrenkühlung vorzüglich wirken, so aber schlägt sich auf den Röhren Feuchtigkeit nieder und umhüllt dieselben mit Reif, Schnee und Eis. Je stärker diese Kruste wird, um so geringere Wärmemengen können von der Luft an die Röhren abgegeben werden. Es müßte also, wenn die künstliche Wärmeübertragung constant und die Temperatur in der Kühlhalle gleichmäÙig bleiben soll, im Allgemeinen die Salzwasserlöfung in dem Verhältnisse kälter werden, wie die Eischicht an den Röhren dicker wird. Dies ist aber bei einem regelmäÙigen Betriebe nicht zu erreichen. Es wird deshalb die Kälteübertragung der Röhren um so geringer, je dicker die Eischicht ist, und die Temperatur des Kühlraumes immer höher, bis zuletzt ein Zustand eintritt, bei welchem die Röhren zu einem Eisblock zusammengefroren sind, ihre wirkfame Oberfläche bedeutend kleiner geworden ist und die Temperatur der Außenfläche constant Null Grad beträgt. Sobald diese Temperatur sinkt, schlägt sich von Neuem Feuchtigkeit aus der Luft als Eis nieder und der Eisblock wird gröÙer. Hierbei kann die Luft an den Röhren höchstens auf Null Grad abgekühlt werden und hat dann in dem Raume, so fern dessen Temperatur nur wenig über Null betragen soll, einen hohen Feuchtigkeitsgehalt. Will man aber in dem Raume einen geringen Luftfeuchtigkeitsgehalt erzielen, so ist es nothwendig, die Luft an den Röhren entsprechend unter Null abzukühlen und ihr durch Reifbildung auf den Röhren Feuchtigkeit zu entziehen, damit sie dann im wärmeren Raume einen entsprechend geringeren Feuchtigkeitsgehalt annimmt. Die Röhren müssen auf jeden Fall von Zeit zu Zeit aufser Betrieb gesetzt und abgethaut werden. Dann ist aber die doppelte Anzahl Röhren nöthig, wenn der Betrieb nicht gestört werden soll. Das Abthauen der bereiften Röhren bewirkt jedoch eine Erhöhung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft, wenn die Röhren im Kühlraume selbst liegen. Um dieses zu vermeiden, werden gegebenen Falles diese Röhren in einen besonderen Raum gelegt und die abgekühlte Luft desselben in den Kühlraum getrieben. Eine gründliche Reinigung der Luft ist bei der Röhrenkühlung nicht zu erreichen, da weder sämmtliche Lufttheile mit den Röhren in Berührung treten, noch eine Waschung der Luft stattfindet.

210.  
Röhren-  
Kühl-  
einrichtungen  
mit  
Ammoniak.

Kühleinrichtungen mit Röhren, welche mit der verdampfenden flüchtigen Flüssigkeit (Ammoniak) in Berührung stehen, wurden zuerst von der »Gesellschaft für *Linde's* Eismaschinen« in Wiesbaden ausgeführt, welche die Schlangen des Verdampfers (Refrigerators) der Kältemaschine in besonderen Räumen anordnete und die durchstreichende, abzukühlende Luft künstlich bewegte. Neuerdings wendet auch die »Maschinenbau-Anstalt Humboldt« in Kalk bei Deutz die Verdampfer-Röhrenkühlung an und bewirkt das Abführen des abthauenden Wassers an den Röhren dadurch, daß 4 getrennte Röhrenkasten angeordnet sind, deren Röhren einerseits von der zu kühlenden Luft, andererseits von der verdampfenden flüchtigen Flüssigkeit berührt werden. Hat sich eine bestimmte Menge Feuchtigkeit in Eis- und Schneeform niedergefallen, so wird der betreffende Kasten ausgefaltet. Dabei thaut das Eis ab, und es wird das entstehende Schmelzwasser abgeleitet.

Bei allen Röhren-Kühleinrichtungen sind besondere Lüftungs-Einrichtungen erforderlich.

211.  
Kühl-  
einrichtungen  
mit  
unmittelbarer  
Luft-Salzwasser-  
Berührung.

Bei den Kühleinrichtungen mit unmittelbarer inniger Berührung von Luft mit kaltem Salzwasser ist eine Trocknung und gründliche Reinigung der Luft von Staub und Bakterien, so wie eine der Salzwasser-Temperatur entsprechende Abkühlung der Luft gesichert.

Die »Gefellschaft für *Linde's* Eismaschinen« in Wiesbaden schlug zuerst Kühleinrichtungen mit unmittelbarer Luft-Salzwasser-Berührung vor und führt auch solche aus. Eine Welle, auf der geeignete Scheiben in entsprechender Anzahl angeordnet sind, dreht sich in einem mit kaltem Salzwasser gefüllten Troge, der zugleich der Verdampfer (Refrigerator) der Kältemaschine ist und der die untere Hälfte der Scheiben umfasst, während die obere Hälfte von der Luft bestrichen wird. Diese Luft wird mittels eines Ventilators aus der Atmosphäre und aus dem Kühlraume herausgefogen und nach dem Bestreichen der Scheiben in diesen Raum zurückgetrieben. Die rotirenden Scheiben reißen Salzflüssigkeit mit, die als Regen in den Trog zurückfällt und dabei mit der Luft in innige Berührung kommt. Die Scheiben bieten eine sehr große Oberfläche, welche ständig mit frischem, kaltem Salzwasser benetzt ist und kühlend, reinigend und trocknend auf die Luft einwirkt. Das Abfugen der Luft aus dem Kühlraume geschieht durch Schlotte, während andere an verschiedenen Stellen vertheilte Schlotte die kalte Luft in den Kühlraum befördern. Diese Einrichtung wirkt in der günstigsten Weise und bedarf nur des geringsten Kraftaufwandes.

*Ofenbrück & Cie.* in Hemelingen bei Bremen verwenden runde Eisengefäße, innerhalb welcher wendelförmige Cascaden angeordnet sind, deren einzelne Stufen etwas nach vorn geneigt und so construirt sind, daß das kalte Salzwasser, welches durch Pumpen aus dem Verdampfer (Refrigerator) der Kältemaschine auf die oberste Stufe geschafft wird, die Stufe bedeckt und zum Theile als Regen durch diese hindurch fällt, zum anderen Theile zur nächsten Stufe fließt u. s. f., sich schließlic am Boden sammelt und in den Verdampfer (Refrigerator) zu erneuter Abkühlung zurückfließt. Am unteren Ende der Gefäße wird mittels eines Druck-Ventilators, der sowohl die Luft aus dem Kühlraume, als auch die Luft von außen ansaugen kann, die Luft eingeblasen, welche der Salzwasser-Bewegung entgegenströmt, dabei abgekühlt, getrocknet, gereinigt und dann in den Kühlraum eingetrieben. In letzterem sind Saug- und Druckrohre angeordnet. Die Saugrohre, durch welche die Kühlraumluft abgosaugt wird, haben oben Oeffnungen, welche durch Schieber nach Bedarf verschließbar sind. Die Druckrohre, welche die kalte Luft vom Ventilator nach dem Kühlgefäße und von diesem zum Kühlraume führen, sind innerhalb des letzteren durch Querrohre verbunden, welche nach unten eine entsprechende Anzahl Schlitzlöcher besitzen. In jeder Stunde wird der ganze Luftinhalt des Kühlraumes etwa 20-mal an der Salzflüssigkeit vorbeigeführt, und es kann derselbe, wie z. B. bei Fleisch-Kühlhallen nöthig, täglich etwa 6-mal durch frische Außenluft ersetzt werden. *Ofenbrück's* Kühleinrichtungen erzeugen zwar reine und trockene Luft; es verbraucht jedoch der Druck-Ventilator viel Kraft, da die Luftleitungen relativ klein sind.

Die »Maschinenfabrik Germania« in Chemnitz, *Wegelin & Hübner* in Halle a. S. u. A. wenden Kühleinrichtungen an, welche den *Ofenbrück's*chen sehr ähnlich sind.

*Pictet* hat neuerdings auch in Deutschland seine Regen-Kühleinrichtung eingeführt, welche schon früher in Frankreich und in der Schweiz angewendet war. In einem Raume oberhalb des Kühlraumes sind Rinnen angeordnet, welche einen durch den ganzen Raum vertheilten Tropfregen erzeugen, während die durchziehende Luft mittels eines Schrauben-Ventilators aus dem Kühlraume ausgosaugt wird und nach der Abkühlung, Reinigung und Trocknung durch den Salzwasserregen von oben in den Kühlraum zurückfällt. Die Querschnitte der Luft-Canäle können hier sehr groß, die Luftgeschwindigkeit und der erforderliche Kraftaufwand sehr gering angeordnet

werden. Von jeder Stelle des Kühlraumes kann verbrauchte, erwärmte Luft abgelaugt und ebenfalls reine, kalte Luft jeder Stelle zugeführt werden. Ebenfalls ist die Zuführung frischer Außenluft leicht möglich.

### 3) Kühlräume.

212.  
Stellung  
und  
Abmessungen.

Eine gleich allgemeine Besprechung, wie solche vorstehend für die Kältemaschinen und die Kühleinrichtungen gegeben konnte, ist bezüglich der Kühlräume oder Kühlhallen nicht möglich, da deren Anlage und Ausrüstung, je nach der Natur der darin zu kühlenden Gegenstände, sehr mannigfaltig sind und auch für manche Zwecke eine ganz eigenartige Gestaltung angenommen haben. Von manchen Kühlhallen dieser Art wird noch im IV. Theile dieses »Handbuches« eingehend die Rede sein, so z. B. von den Kühlhäusern der Schlachthöfe in Halbband 3 (Abth. III, Abschn. 2, A, Kap. 1, d, unter 3), von den Kühlanlagen der Brauereien ebendasselbst (Abth. III, Abschn. 2, C, Kap. 7, b, unter 8) etc. Im Allgemeinen dürften nur die folgenden Anhaltspunkte zu geben sein.

Um die Betriebskosten einer Kühlanlage möglichst herabzumindern, muß der Kühlraum derart angeordnet und construirt sein, daß die Einwirkung der Sonne und sonstiger Wärmequellen thunlichst abgehalten wird. Kann man in Rücksicht auf den Zweck des Kühlraumes auf Tageslicht ganz verzichten, so ist die Anordnung von Fenstern, die stets eine Quelle der Lufterwärmung bilden, überflüssig, da man für die Lüftung der Halle in anderer Weise sorgen kann und meistens auch muß. Ist hingegen Tageslicht erforderlich, jedoch nur an einer Seite, so ordne man die Fenster nach Norden an. Werden an beiden Langseiten der Kühlhalle Fenster nothwendig, so stelle man dieselbe in unseren Breitengraden mit ihrer Längenrichtung von Nord nach Süd, so daß die Fenster in der Ost- und Westwand anzubringen sind<sup>353</sup>).

Damit sowohl die Baukosten, als auch insbesondere die Betriebskosten der Kühlanlage thunlichst geringe seien, gehe man bei Bemessung des Kühlraumes möglichst sparsam vor. Man wähle die Längen- und Breitenabmessungen nur knapp so groß, als es der vorliegende Zweck erfordert, und nehme die Höhenabmessung so knapp an, als es die im Kühlraume aufzustellenden Gegenstände und die darin vorzunehmenden Handhabungen nur irgend wie gestatten.

213.  
Construction  
etc.

Die Außenwände einer Kühlhalle sind in solcher Dicke und in solcher Weise auszuführen, daß sie die Außenwärme thunlichst abhalten. In Theil III, Heft 1 (Abth. III, Abschn. 1, A, Kap. 10, unter g) war bereits von der Construction wärme- und durchlässiger Wände die Rede, so daß an dieser Stelle nur darauf hinzuweisen ist. Auch an die Decken-Construction ist eine gleiche Anforderung zu stellen, so daß die üblichen hölzernen Balkendecken von vornherein ausgeschloffen sind. Gewölbte Decken sind am meisten zu empfehlen, besonders dann, wenn sie doppelt — mit einem isolirenden Zwischenraume — ausgeführt werden. Endlich muß auch darauf gesehen werden, daß die Unterlage der Fußbodenbefestigung aus einem die Wärme schlecht leitenden Stoffe bestehe.

Bei der Behandlung der Innenflächen der Wände, des Fußbodens und der Decke ist ferner darauf Rücksicht zu nehmen, daß in Kühlräumen sich leicht Feuchtigkeit ablagert; in Folge dessen muß in weit gehendster Weise dafür gesorgt werden,

<sup>353</sup>) Vergl. hierüber: Theil III, Band 3, Heft 1 (Abschn. 1, A, Kap. 1) und Band 4, 2. Aufl. (Art. 22, S. 25) dieses »Handbuches«.

dafs die Feuchtigkeit den Raumumfchließungen, den darin angebrachten Fenstern und Thüren etc. nicht schade.

Aus den in Art. 212 (S. 232) bereits angegebenen Gründen gebe man den in den Umfassungswänden nothwendigen Fenstern die thunlichst geringsten Abmessungen; auch stelle man sie, zur besseren Wärmeabhaltung, doppelt, besser dreifach her.

214.  
Fenster,  
Thüren,  
Erhellung.

Die Eingangsthür in den Kühlraum führe niemals unmittelbar in das Freie; vielmehr ordne man einen Vorraum an, den man zunächst von aussen betritt, worauf man die durchschrittene Thür schließt und dann erst die nach dem Kühlraume führende Thür öffnet. Ist die Anlage eines solchen Vorraumes nicht möglich, so ordne man zum mindesten einen Windfang an. In der Regel führen zwei-, selbst dreifache Thüren in den Kühlraum.

Ist in der Kühlhalle künstliche Erhellung nothwendig, so verwende man nur elektrisches Licht; alle anderen Beleuchtungsarten entwickeln zu viel Wärme und verderben die Luft.



### Berichtigung.

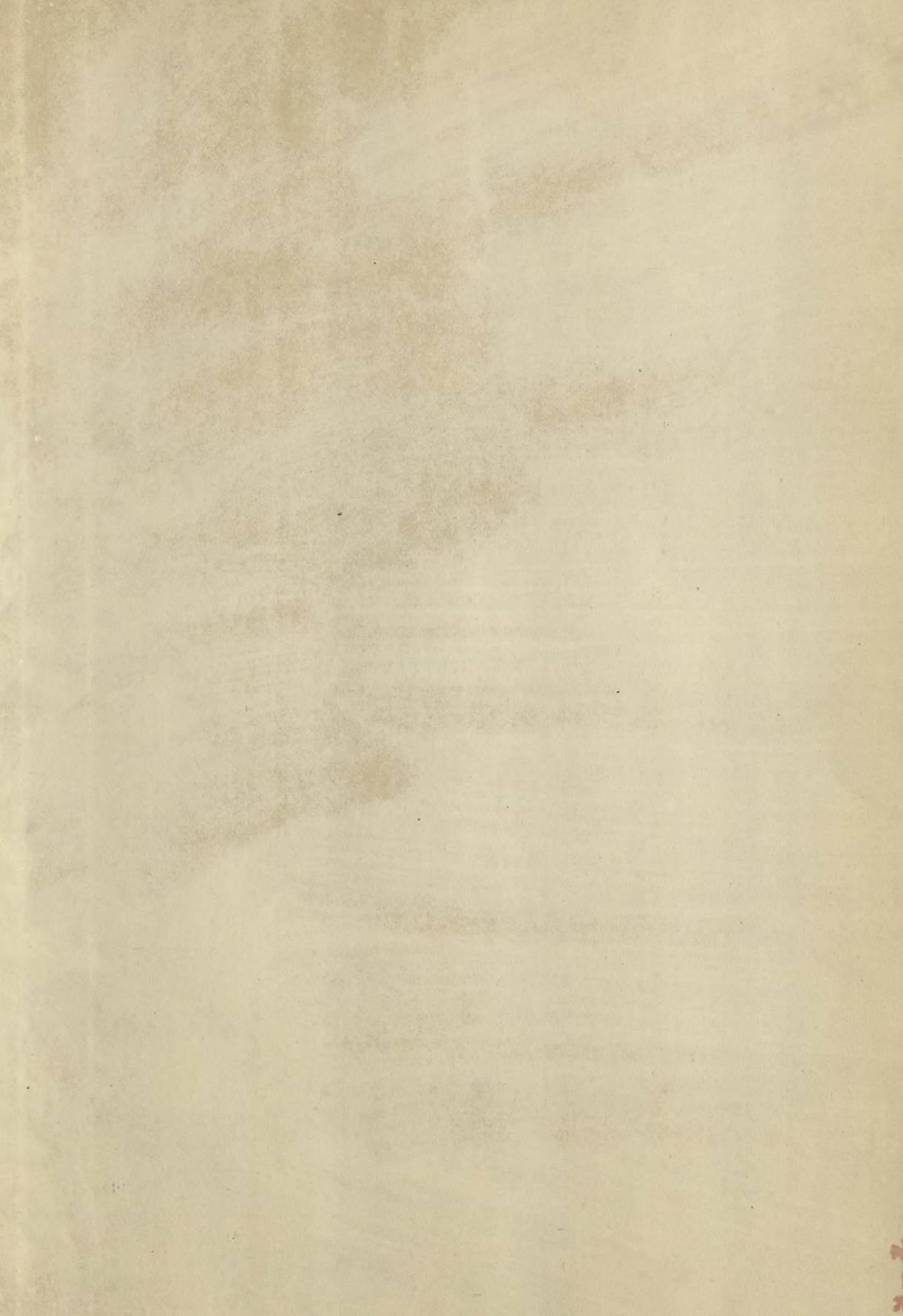
S. 56, Z. 8 v. o.: Im Nenner statt  $\approx 0,518^2$  zu lesen:  $0,518^3$ .

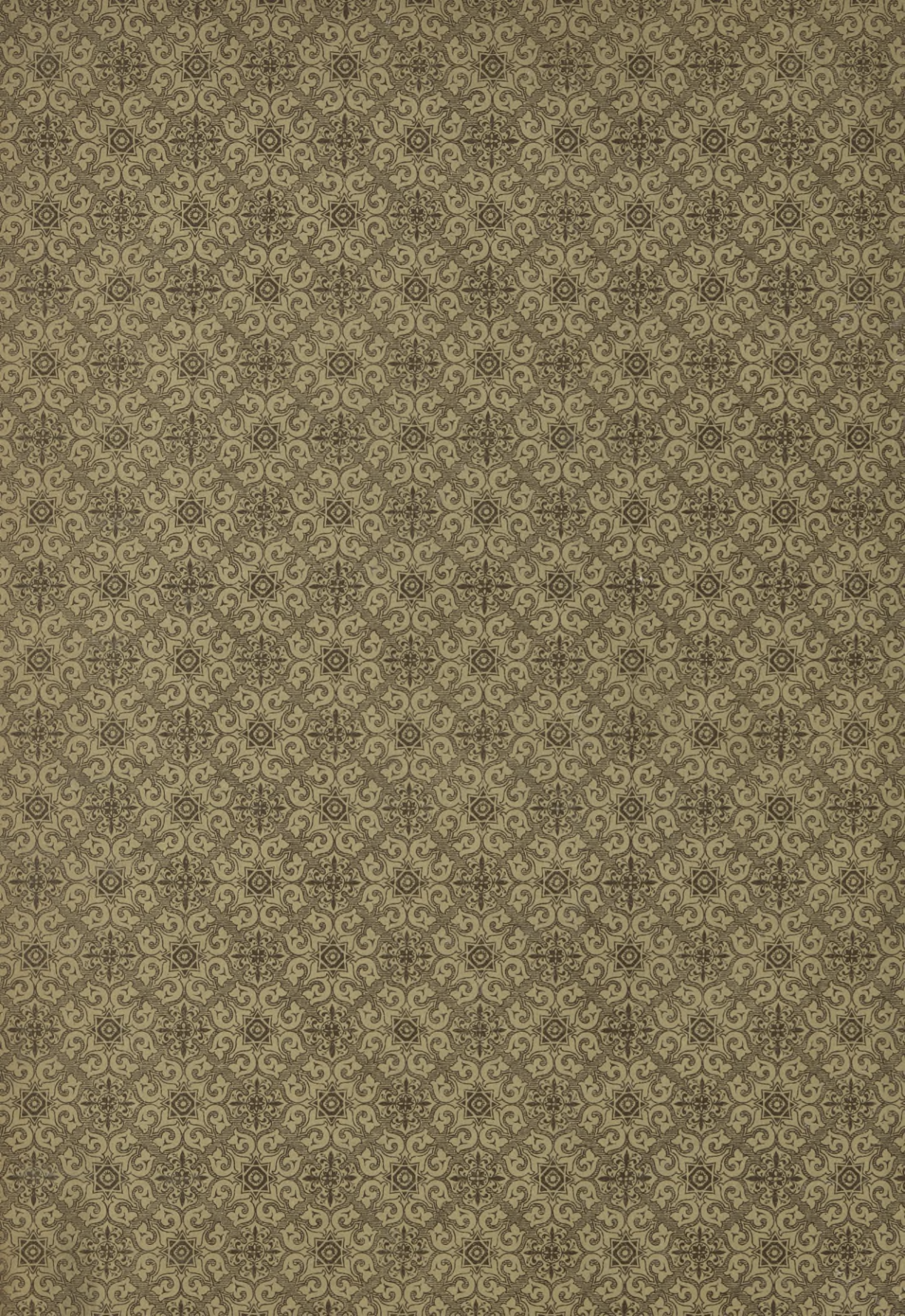


50,00











Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-306452

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298682