



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sicherungen gegen Einbruch

Marx, Erwin

Darmstadt, 1884

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78856](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78856)

Handwritten text on a small label on the spine, possibly including a title or author's name.

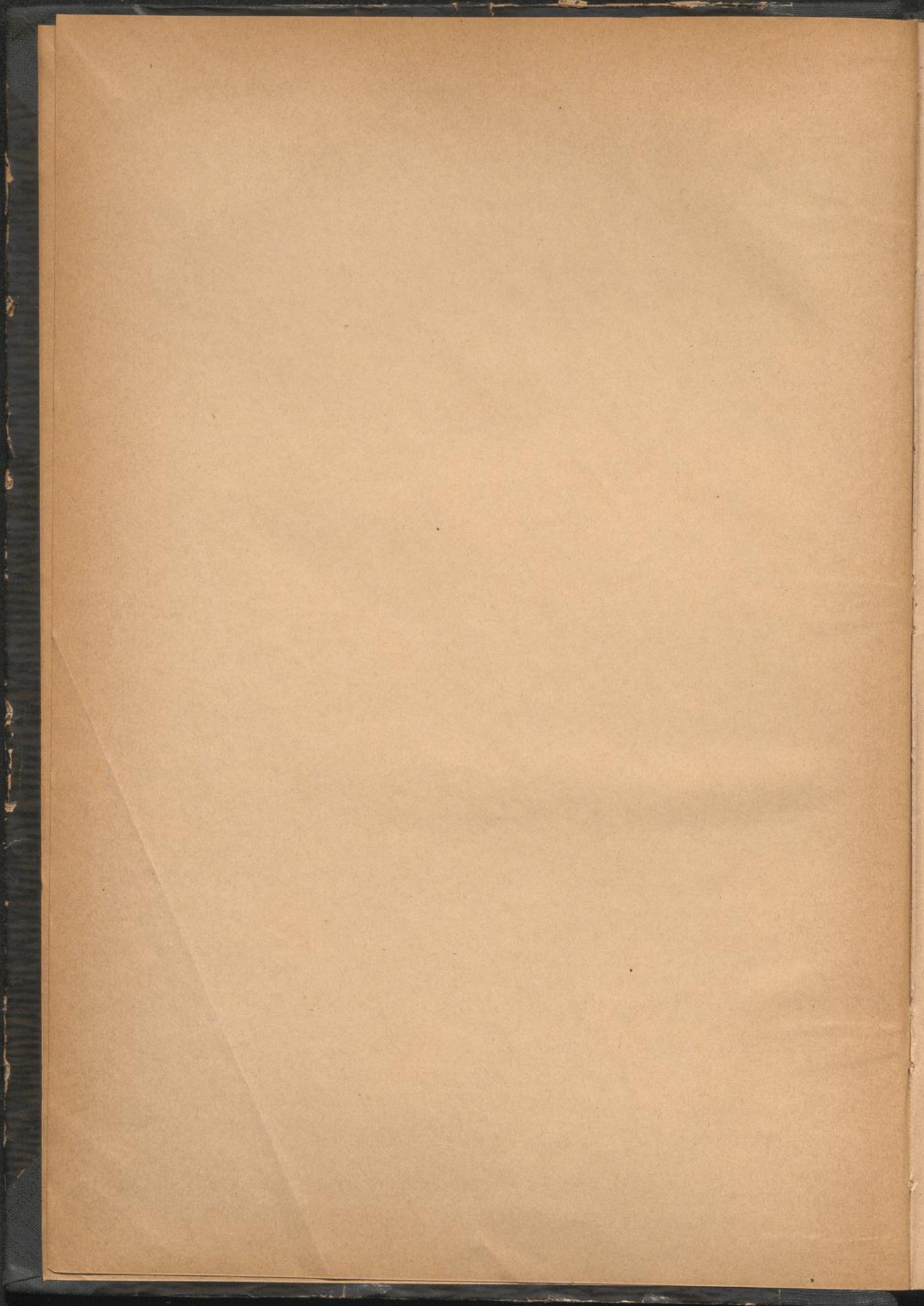
67

2114.

6. 7. 2114

$\frac{73}{VI}$

2114



2114

HANDBUCH
DER
ARCHITEKTUR.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen

herausgegeben von

Oberbaurath Professor Josef Durm
in Karlsruhe,

Baurath Professor Hermann Ende
in Berlin,

Professor Dr. Eduard Schmitt
in Darmstadt

und

Professor Heinrich Wagner
in Darmstadt.

Dritter Theil.

DIE HOCHBAU-CONSTRUCTIONEN.

6. Band:

Sicherungen gegen Einbruch.

Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik.

Glockentühle.

Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen
und Erdererschütterungen.

Stützmauern, Terrassen und Perrons.

Freitreppen und Rampen-Anlagen.

Behandlung der Trottoire und Hofflächen.

Vordächer.

Befondere Constructions für Eisbehälter.

—♦♦—

VERLAG VON JOH. PH. DIEHL IN DARMSTADT.

1884.

E. N. 2114

73/III
VI

DIE
HOCHBAU-CONSTRUCTIONEN.

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 Erdererschütterungen. Stützmauern.**

Von E. Spillner,
Königl. Bauinspector in Aachen.

Terrassen, Freitreppen und Rampen-Anlagen.

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

Behandlung der Trottoire und Hofflächen.

Von E. Spillner,
Königl. Bauinspector in Aachen.

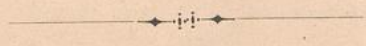
Vordächer.

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

Befondere Constructions für Eisbehälter.

Von E. Spillner,
Königl. Bauinspector in Aachen.

Mit 229 in den Text eingedruckten Abbildungen, so wie 7 in den Text eingestepeten Tafeln.



DARMSTADT 1884.

VERLAG VON JOH. PH. DIEHL.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen bleibt vorbehalten.

03

M

18967



Zink-Hochätzungen aus dem graphischen Institut von FRIEDRICH WOLF in München und aus der photochemigr.-art. Anstalt von ANGERER & GÖSCHL in Wien.

Druck von GEBRÜDER KRÖNER in Stuttgart.

Handbuch der Architektur.

III. Theil.

Hochbau-Constructionen.

6. Band.

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	11
b) Sicherungen des Verschlusses der Fensteröffnungen	15
1) Fensterläden	15
2) Fenstervergitterungen	18
c) Sicherungen gegen Durchbruch der Wände, Decken und Fußböden in besonderen Räumen (Trefors)	23
1) Gemauerte Trefors	24
2) Geldschrankartige Trefors	27
d) Sicherung durch Alarm-Apparate	29
2. Kap. Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik	31
a) Akustisch günstige Gestaltung der Räume	32
1) Zusammenwirken der Schallwellen derselben Schallquelle	32
2) Reflexion des Schalles	34
3) Mittönen von Wänden und Decken	38
4) Deflexion des Schalles	40
5) Schalldeckel	41
6) Diffusion des Schalles	42
7) Maßstab für den Schall und Unterfuchung eines Raumes auf Grund von Zeichnungen	43
b) Verbesserung der Akustik in vorhandenen Räumen	44
Literatur über »Akustik der Räume«	45
3. Kap. Glockenstühle	47
a) Theoretische Unterfuchungen	48
b) Beschreibung einiger Glockenstuhl-Constructionen	56
c) Aufsergewöhnliche Constructionen	63
Literatur über »Glockenstühle«	64

Fünfte Abtheilung:
 Verschiedene bauliche Anlagen.

1. Abschnitt:

Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderfütterungen.

	Seite
1. Kap. Sicherungen gegen Feuer	70
a) Feuerficherheit der wichtigeren Baufstoffe und Bauconstructions	70
b) Feuerlösch-Einrichtungen	85
Literatur über »Sicherungen gegen Feuer«	92
2. Kap. Blitzableiter	93
Literatur über »Blitzableiter«	105
3. Kap. Sicherungen gegen die Wirkung von Bodensenkungen und Erderfütterungen	107
a) Sicherung der Gebäude gegen Bodensenkungen	107
b) Sicherung der Gebäude gegen Erderfütterungen	113
Literatur über »Sicherungen gegen die Wirkung von Bodensenkungen und Erderfütterungen«	118

2. Abschnitt:

Stützmauern und Terrassen, Freitreppen und Rampen-Anlagen.

1. Kap. Stützmauern	119
a) Mauerstärke	120
b) Construction und Ausführung	124
Literatur über »Stützmauern«	131
2. Kap. Terrassen und Perrons	132
a) Terrassen	132
b) Perrons	136
3. Kap. Freitreppen und Rampen-Anlagen	136
a) Freitreppen	136
b) Rampen-Anlagen	143

3. Abschnitt:

Trottoire und Hoffflächen, Vordächer und Eisbehälter.

1. Kap. Behandlung der Trottoire und Hoffflächen	147
a) Trottoire	147
b) Hoffflächen	155
2. Kap. Vordächer	156
3. Kap. Befondere Constructions für Eisbehälter	161
Berichtigung	173

Verzeichniß

der in den Text eingestephteten Tafeln.

- Zu Seite 112: Sicherung des Landfchul-Gebäudes zu Rothausen bei Effen gegen den Einfluss von Bodensenkungen.
- » » 133: Terrassen-Anlagen.
- » » 137: Freitreppen.
- » » 138: Freitreppen.
- » » 140: Freitreppe am Rathhaus zu Görlitz.
- » » 141: Freitreppen-Anlagen der Neuzeit.
- » » 156: Vordächer.

6. Abschnitt.

Sonstige Constructionen des inneren Ausbaues.

I. Kapitel.

Sicherungen gegen Einbruch.

VON ERWIN MARX.

Von jeher waren die Menschen bestrebt, ihr Eigenthum gegen gewaltfame oder listige Angriffe zu schützen. Die Aegypter verwahrten die Leichen ihrer Könige und die ihnen mitgegebenen Schätze im Inneren der Pyramiden in complicirtester Weise durch steinerne Fallthüren und lange, auf- und absteigende, am Ende vermauerte Gänge. Griechen und Römer schützten ihre Tempel-Cellen und Schatzhäufer mit bronzenen 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 Vorsichtsmafsregeln 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.

i.
Vor-
bemerkungen.

Galt es früher namentlich, den Angriffen durch rohe Gewalt Widerstand zu leisten, so haben wir heut zu Tage, wenigstens in civilisirten Ländern, unser Augenmerk darauf zu richten, dafs zwar die fortgeschrittene Technik uns wohl mehr Mittel, unser Eigenthum zu schützen, an die Hand giebt, dafs sie aber auch in der ausgedehntesten 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 Objecten angemessen zu treffen und die Ueberwachung zu erleichtern. Ueber das nothwendige Mafs dieser Sicherungen werden die Anschauungen je nach der gröfseren oder geringeren allgemeinen Sicherheit des Eigenthumes verschieden sein. Wie nach den grofsen Städten die Bevölkerung, besonders das Proletariat, wegen der stärkeren Aussicht auf Verdienst, strömt, so sammeln sich auch da die Verbrecher wegen der gröfseren Gelegenheit für ihre Arbeit. Die Sicherheit gegen Eigenthumsverbrechen ist daher auf dem Lande gröfser, als in der Stadt, in der kleinen Stadt gröfser, als in der volkreichen. In kleinen Orten ist man daher gegen Einbruch und Diebstahl sorgloser, als in den Centralpunkten des Verkehrs. Umgekehrt verleiht das Zusammen-

wohnen von Menschen ein größeres Gefühl der Sicherheit. An ganz einfachen 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 Hinzufügung 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-Instituten, 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 Raffinements in der Construction der Raumumschließungen und -Verschlüsse, so wie der selbstthätigen Vorrichtungen zur Kennzeichnung des Angriffes durch Unberufene, der Alarm-Apparate.

Die Sicherungsmaßregeln 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 Alarm-Apparaten zur Signalisirung von unberechtigten Oeffnungsversuchen der Thüren und Fenster.

Mitunter sieht man von technisch constructiven Sicherheitsmaßregeln wohl ganz ab und verlässt sich auf die Behütung der betreffenden Räume während der Nacht durch die öffentlichen Sicherheitsorgane 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 dass der Wächter oder die Vorübergehenden durch das nicht mit Läden verschlossene Fenster oder durch eine Oeffnung im Laden beobachten können, was innen vorgeht¹⁾.

Es kann nicht Absicht sein, hier die zahlreichen Verschluss- und Schloß-Constructionen der Wand-Oeffnungen zu besprechen, da dies an anderer Stelle dieses »Handbuches« (insbesondere in Theil III, Bd. 3) 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.

¹⁾ G. H. Chubb giebt (in: *Building news*, Bd. 28, S. 163) folgende sechs Vorichtsmaßregeln an, um sich vor Diebstahl zu bewahren: 1) Sei vorsichtig in der Wahl der Dienftboten, 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) Verlich 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 Klimperereien, 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 gewöhnlichen gestemmten Holzthüren bieten der Zerstörung wenig Widerstand; die eingeschobenen Füllungen sind bald herausgeschnitten. Deshwegen macht man schon ordinäre Hausthüren aus stärkerem und gern auch aus festerem Holz, z. B. aus Eichenholz, und construirt sie mit überschobenen Füllungen. Noch mehr Sicherheit bieten die bei den mittelalterlichen Kirchenbauten zur Anwendung gelangten genagelten Thüren. Dieselben bestehen aus verticalen, an einander gestoßen oder durch Spundung verbundenen Bohlen, die entweder auf ein inneres Gerüst, das aus zwei oder mehreren Querleisten und ein oder mehreren schräg stehenden Bändern zusammengesetzt ist, aufgenagelt sind, oder auf eine innere zweite mit der äusseren unter rechtem oder schiefem 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 Querleisten aussen aufgenagelte oder mit Schraubenbolzen befestigte Schienenbänder, die um den Rand des Thürflügels umgekröpft sind und auf den an der inneren Seite der Thürgewände befestigten Thürhaken in Oesen hängen (Fig. 1). Bei Steingewänden müssen die

2.
Holzthüren.

Fig. 1.

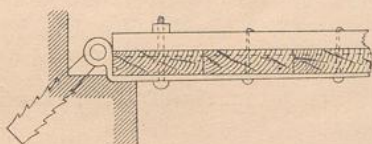
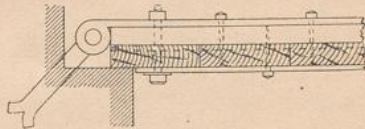


Fig. 2.

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

Thürhaken in ein grösseres Werkstück eingelassen und vergossen, in Backsteinmauerwerk aber eingemauert werden. Die geschmiedeten Nägel zur Befestigung der Bänder werden auf der Innenseite umgenietet.

In der Regel liegen die Schienenbänder an der Innenseite auf den Leisten. Ihnen entsprechen dann aussen die Zierbänder, welche die umgenieteten Nagelspitzen 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 Armirung der Thür.

Der Rand der Thürflügel wird oft durch einen um die Kante gelegten und nach einer blattartigen Zeichnung ausgeschnittenen Blechstreifen gesichert.

Die Leisten auf der Innenseite können auch zu einem regelmäfsigen Rahmenwerk ausgebildet werden. Bestehen die Thüren aus einer verdoppelten Bohlenlage, so können die Hängebänder eine ähnlich reiche Ausbildung erhalten, wie die Zierbänder²⁾.

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

Die Armirung 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 rhombische 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 erzielt durch Aufsetzen von Rosetten oder anderen passenden Ornamenten auf die freien Holzflächen (Fig. 4).

Fig. 3.

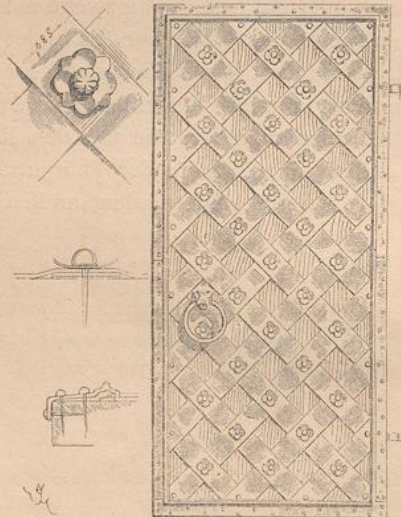
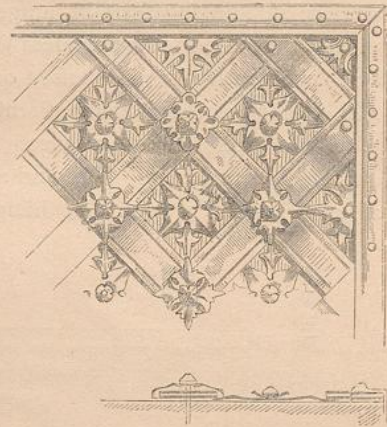


Fig. 4.

Mit Eisen beschlagene Holzthüren³⁾.

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 horizontalen, lambréquinartig 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 größerer 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.

Bei den schweren armirten Thüren werden gewöhnlich die zur Verstärkung angewendeten Querschienen zugleich auch als Bänder benutzt, oder man bedient

³⁾ Nach: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Bd. 9. Paris 1867. S. 352 u. 353.

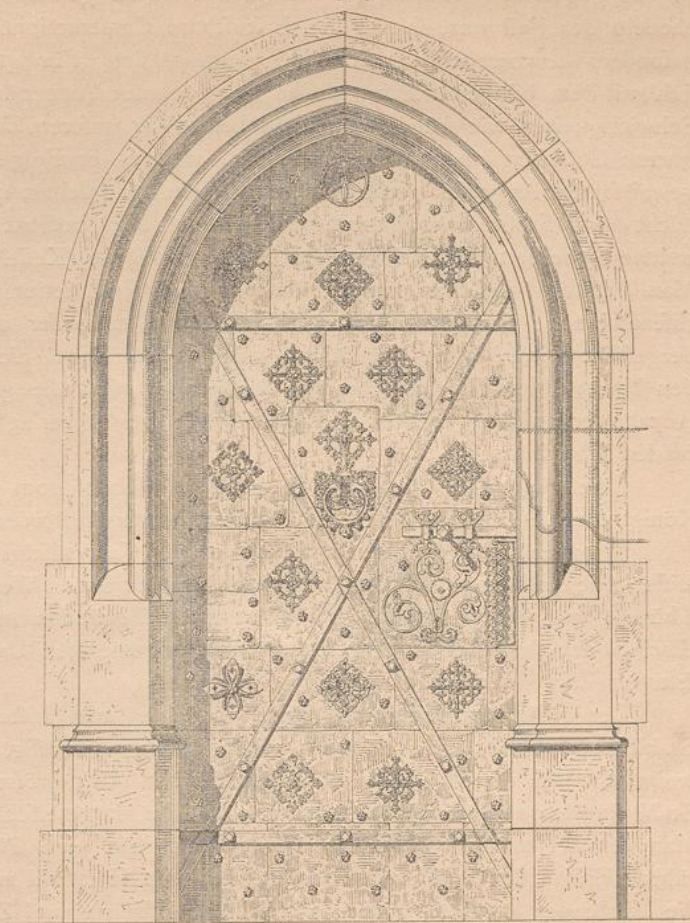
sich der Kreuzbänder oder läßt die Thüren unten in Zapfen gehen. Namentlich die letztere Anordnung ist für schwere Thürflügel zu empfehlen, weil man dabei der Schwierigkeit der unwandelbaren Befestigung der Thürhaken in den Gewänden zum Theil entgeht; der obere Thürhaken hat die Thür nur im lothrechten Stand zu erhalten. Am besten ist dabei jene Anordnung, bei welcher um die unteren Eekanten des Thürflügels ein starkes Winkelband mit einer Pfanne gelegt ist, welcher ein in einen Granitwürfel oder in die Steinschwelle eingelassener Körner (oben abgerundeter verästelter Zapfen) oder Stahlkegel entspricht.

Als Thürhaken, die immer auf der dem Angriff 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 Brechstangen nicht ausgehoben werden können.

Der Gang der schweren Thüren wird erleichtert, wenn zwischen oberer und unterer Bandhülfe ein Zwischenraum gelassen wird. Es ist dies leicht durch Einschrauben eines Dornes in die obere Bandhülfe zu erzielen, welcher den Dorn des Thürhakens berührt. Verbessert kann diese Einrichtung noch dadurch werden, daß der obere Dorn eine verästelte Spitze erhält, die sich in einer Pfanne des unteren bewegt⁵⁾.

Gegen Einbruch ficherer, als die armirten Holzthüren sind die ganz aus Metall hergestellten. Aus früheren Architektur-Epochen sind uns Beispiele von ganz aus

Fig. 5.



Sacrifcei-Thür der St. Leonhards-Kirche in Tamsweg⁴⁾.
 $\frac{1}{20}$ n. Gr.

3.
Thüren
aus
Eisenblech.

⁴⁾ Nach: »Wiener Bauhütte«, Bd. XI.

⁵⁾ Ueber Thür- und Thorbeschläge siehe übrigens Theil III, Bd. 3 dieses »Handbuches« (Abth. IV, Abschn. 1, B).

Bronze gegoffenen Thürflügeln mehrfach erhalten geblieben. Wie dies aber auch ehemals der Fall war, so werden so kostbare Constructions heute zu Tage 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 Gufseisen 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 (Kessellebleche bis zu 1^{cm} Dicke). Man befestigt dieselben zur Verstärkung der Construction auf einem Gerippe von Eisenschienen, das entweder aus Flacheisen 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 worden.

Bei zweiflügeligen Thüren bildet eine der Verticalschienen 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.

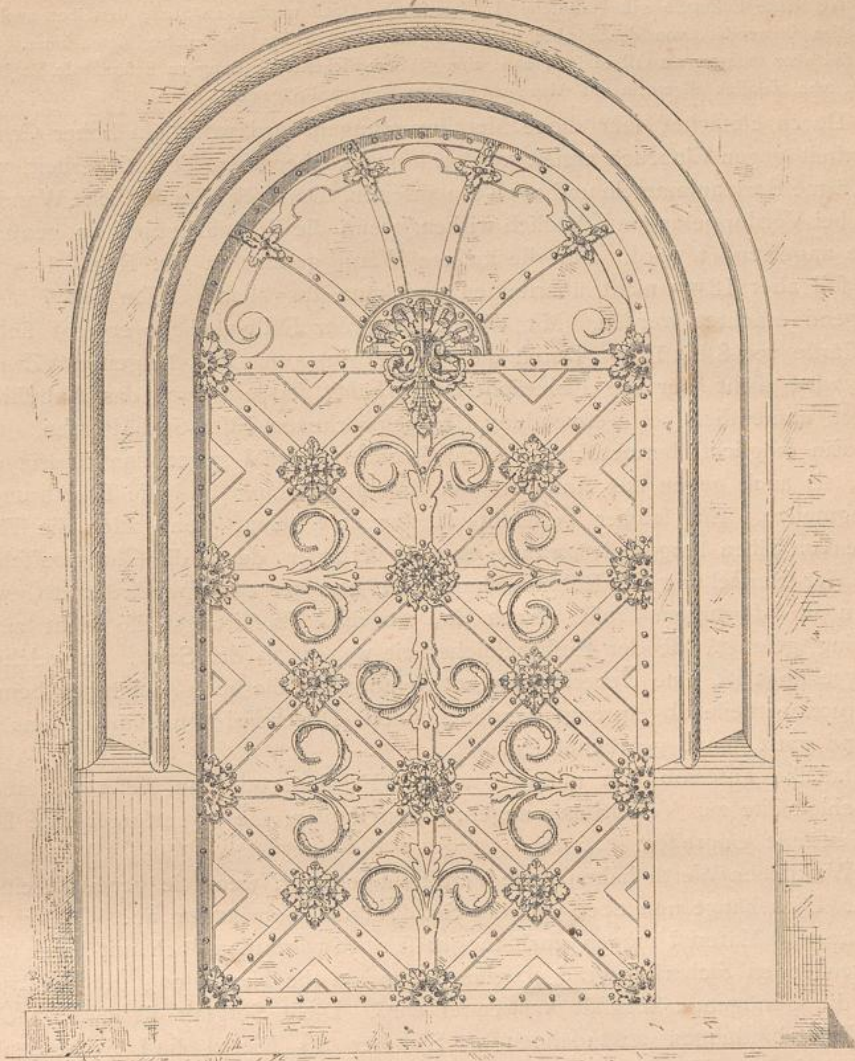
Vortrefflich sollen die von *Chatwood* hergestellten Platten sein, welche aus abwechselnden Schichten von weichem Eisen oder Stahl und solchen aus härtestem Stahl bestehen. Gewöhnlich werden drei Schichten angewendet — die beiden äußeren von weichem, die mittlere von hartem Material — welche durch zahlreiche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

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

5.
Cassenschrank-
Thüren.

Mit dem Bedürfnis nach größter Sicherung gegen Einbruch verbindet sich in der Regel das nach Feuersicherheit. Deshalb werden Maßregeln für beide Zwecke sehr oft combinirt zur Anwendung gebracht. Diese ergänzen sich häufig nicht nur, sondern unterstützen sich auch in so fern, als manche Vorkehrungen, die speciell im Interesse des einen Zweckes erforderlich sind, auch für den anderen eine Erhöhung

Fig. 6.



Eiserne Thür vom »Grünen Gewölbe« in Dresden⁶⁾.
 $\frac{1}{20}$ n. Gr.

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 Tresor-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

⁶⁾ Nach: ORTWEIN, A. Deutsche Renaissance. II. Band, Abth. XV: Dresden, Leipzig 1871-75. Taf. 15.

und Schlüssel abfehen: doppelte Wandungen mit einem schlechten Wärmeleiter als Füllmasse, möglichst hermetischer Verschluss und solidefte Herstellung.

Als beste Füllmasse gilt Holzasche (Lindenasche). Doch werden an Stelle derselben auch andere Materialien verwendet, von denen aber nur Kieselguhr einen Ersatz für erstere bieten kann. Letztere Masse soll aber theurer als erstere sein, ohne eine größere Sicherheitsleistung zu liefern. In England verwendet man ziemlich allgemein mit Alaun vermishtes Mahagoni-Sägemehl.

Durch einfache, sehr dicke Metallwandungen wird wohl ein hoher Grad von Sicherheit gegen Einbruch erzielt werden können, aber keine Feuerficherheit, 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 genügend erachtet werden. Mit Einrechnung der Füllungsstärke ergibt sich eine Thürstärke von 8 bis 11 cm. Durch die Verdoppelung der Wandungen mit Zwischenraum wird nicht nur die Feuerficherheit erhöht, sondern auch das Anbohren erschwert, namentlich bei Verwendung der besprochenen Eisen-Stahl-Platten.

Ein möglichst hermetischer Verschluss sichert sowohl gegen das Eindringen der Hitze, als auch gegen das Ansetzen von Brechwerkzeugen und die Einführung 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 Rahmenschaltheiten und der correspondirenden Gewändeflächen in S-förmigem Profil. Auch da, wo diese Profilierungsweise nicht zur Anwendung gelangt, ist der Einbruchficherheit wegen an der Seite, an welcher die Thür gehängt ist, eine Ueberfalzung nothwendig, da die zum Aufhängen benutzten Constructionstheile abgesprengt 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.

Wirklichen Werth haben diese Verbindungen nur, wenn sie genau in einander passen. Dies hängt nun aber von der Solidität der Fabrikation ab. Constructionsgedanke 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 auszudehnen⁷⁾. Sicherer als Niete sind Schrauben mit etwas versenkten Köpfen, deren vorstehender Theil abgefeilt wird.

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

Schließlich mag hier noch hinzugefügt werden, dass 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, dass selbst gut angestrichenes starkes Eisenblech von Cassenschränken, die man noch für sicher hielt, nach 15 bis 20 Jahren durch den Rost so zerfressen war, dass es mit einem Federmeißel durchstoßen werden konnte⁸⁾.

⁷⁾ Ein werthvoller Aufsatz über Cassen-Fabrikation, der oben benutzt wurde, findet sich in: Allg. deutsche polyt. Zeitg., 1876, S. 595.

⁸⁾ Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1866, S. 249.

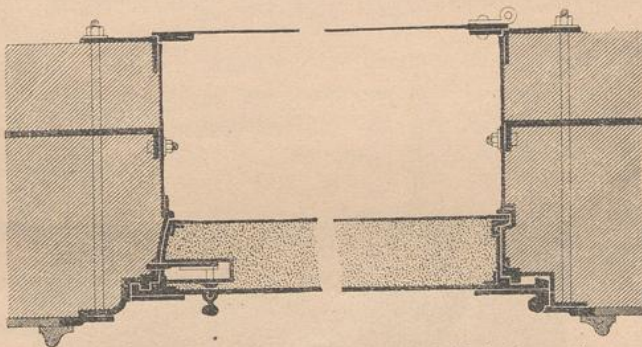
Die besprochenen schweren Thüren werden entweder in der gewöhnlichen Weise aufgehängt unter Rücksichtnahme auf genügende Stärke und Befestigung der betreffenden Constructionstheile, oder man läßt sie um untere und obere Zapfen in starken Halseisen sich drehen, oder man construirt sie wohl auch als Schiebethüren, die bei sehr großem Gewicht mitunter durch Hinzuziehung 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 in das Mauerwerk eingreifenden, an die Seitentheile angenieteten Winkelstücken. Oder man construirt das Gewände nach Art einer Kreuzholzzarge, nur unter Verwendung von Winkeleisen und Verankerungen derselben, so wie unter Hinzuziehung 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 vorzüglichen, von *Carl Ade* in Stuttgart construirten Caffenschränk-Thüren⁹⁾. Fig. 7 zeigt die Anwendung dieser Construction für einen gemauerten Trefor. Die aufsen angebrachte Caffenschränk-Thür schlägt in einen aus Winkeleisen gebildeten und mit Feuerfalzen versehenen, ringsum laufenden

Fig. 7.

Trefor-Eingang mit Caffenschränk-Thür von *Carl Ade* in Stuttgart⁹⁾.

1/10 n. Gr.

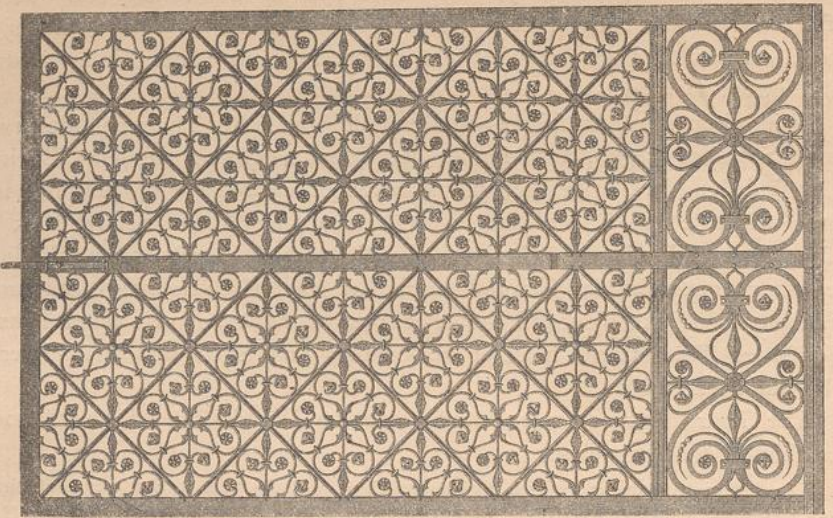
verfehenen, ringsum laufenden Thürkantenfalz, welcher eben so wie die Thürkante selbst geschliffen ist, so daß dadurch ein hermetischer Schluss erzielt wird. Die Thür zeigt ferner der Sicherheit gegen Einbruch wegen auf der Hängeseite den schon früher erwähnten Falz, welcher ein Ausheben der Thür nach abgepresstren Bändern oder Halseisen 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 Mauerecken daselbst sind ebenfalls durch Winkeleisen verahrt, welche mit denen des Thürkantenfalzes verankert werden. Die Mauern zeigen die später (in Art. 24) zu besprechende Armirung mit hochkantig in die der Länge nach durchlaufenden Stosfugen eingelegten Eifenschienen.

Oft kann es erwünscht sein, einen ziemlich sicheren Verschluss einer Thüröffnung zu haben, welcher jedoch den Einblick in den zu verwahrenden 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 interimsistischen Ersatz für die schwere Caffenschränk-Thür bieten soll (siehe Art. 5, S. 7). Für diese Zwecke empfehlen sich Gitterthüren, wegen deren Construction auf den Theil III, Bd. 3 dieses »Handbuches« zu verweisen ist. Angeführt mag jedoch werden, daß es bei den hier in Betracht kommenden Constructionen wesentlich auf

6.
Gitterthüren

⁹⁾ Siehe: Allg. deutsche polyt. Zeitg. 1879, S. 49.

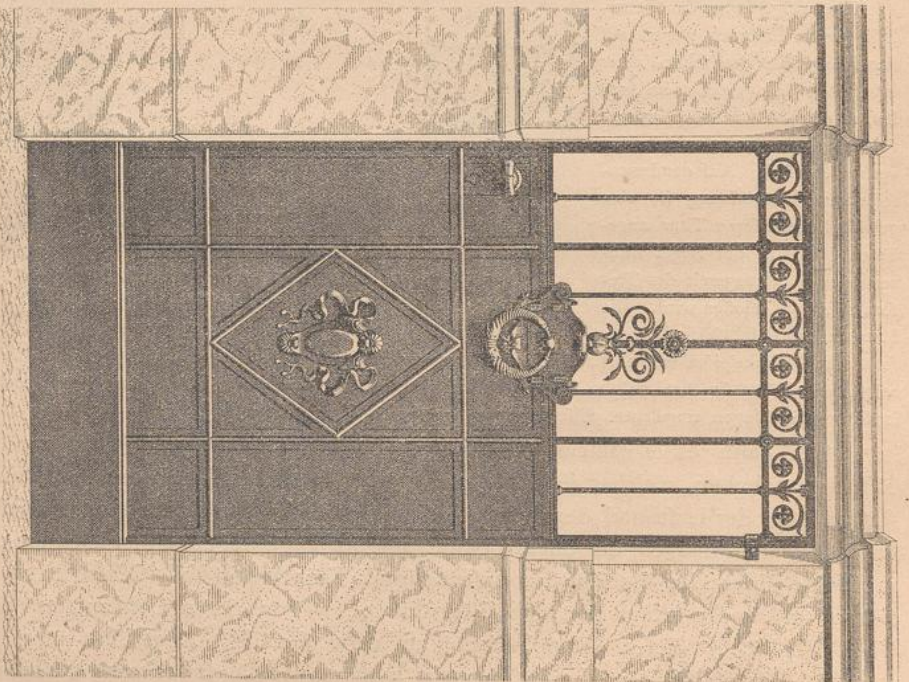
Fig. 8.



Thür des Letniers
in der Kathedrale zu Rouen.
(Nach: GARIBAUD, J. *L'architecte du V^e au XVIII^e siècle* etc.
Bd. 2. Paris 1870. Pl. 37.)

1/20 n. Gr.

Fig. 9.



Thür aus Eisenblech und Gitterwerk.
(Nach: Blätter für Kunstgewerbe, Bd. VII, Heft 5, Taf. 53.)

Festigkeit ankommt (vergl. hierüber das in Art. 18 über Fenstergitter Gefagte) und dafs die Vergitterung eine engmaschige sein mufs.

Dafs uns frühere Zeiten für solche Gitterthüren schöne Vorbilder bieten, beweist die in Fig. 8 mitgetheilte, dem 15. 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 Combinationen von Blech- mit Gitterwerk ausgeführt. Hierfür ein von *v. Ferstel* erfundenes Beispiel in Fig. 9.

2) Sicherheitsverschlüsse.

Die Vorrichtungen zum Verschliefen der Thüren wurden bereits Theil III, Bd. 3 dieses »Handbuches« speciell behandelt, so dafs wir uns hier auf kurze Darstellung einiger besonderen Vorkehrungen beschränken können.

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 Vorscheiben 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.

7.
Nachriegel.

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

8.
Sicherheits-
kette.

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 eingeschobenes Werkzeug ausgelöst werden können.

Eine zweckmäßige Anordnung zeigt Fig. 10¹⁰⁾.

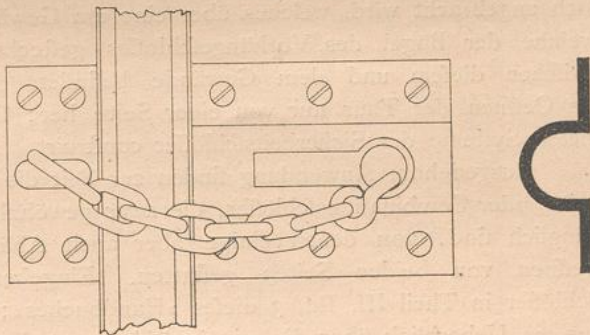
An dem für gewöhnlich fest stehenden Thürflügel ist eine Platte mit Oese angebracht, an welcher eine kurze, aber starke Kette hängt. Diese hat am anderen Ende eine gestielte Kugel, deren Stiel unmittelbar an der Kugel rechtwinkelig umgebogen ist. Wenn die Kette eingehängt werden soll, wird die

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 horizontal liegen; bei verticaler Stellung desselben würde die Kette leicht mit einem Stäbchen ausgehängt werden können.

Gleichfalls in der Regel nur von einer Seite zugängliche Sicherheitsvorrichtungen sind die Vorlegeftangen. Dieselben erhalten am besten rechteckigen Querschnitt

9.
Vorlege-
ftangen.

Fig. 10.



Sicherheitskette¹⁰⁾. — ca. 1/3 n. Gr.

¹⁰⁾ Nach: LÜDICKE, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinenchloffer. Weimar 1878. S. 261.

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 einem am zweiten Thürgewände angebrachten Haken ein oder greifen mit einem Schlitz über eine Oefse, 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 eingelegetes 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 ¹¹⁾ ein wesentlicher Fortschritt gemacht worden.

Es liegt dieselbe an der Innenseite der Thür und wird von aussen mit einem Schlüssel so bewegt, daß dieselbe sich um einen Zapfen dreht und in geschlossenem Zustand 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 aufsteckenden 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 Durchbohrung des Riegels erschwert.

10.
Vorlege-
schlöffer.

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 Oefse greift, durch welche der Bügel des Vorhängeschlosses gesteckt wird, so daß sich die Haspe 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.

11.
Sicherheits-
schlöffer.

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, Bd. 3 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 Schlüsselloch und den inneren Sicherungstheilen leicht Abdrücke nehmen und nach diesen Nachschlüssel fertigen; ein gewaltfames Erweitern des Schlüsselloches ist ohne viel Geräusch zu bewerkstelligen. Eine gewaltfame Zerstörung wird indessen auch bei den am sinnreichsten und solidesten

11) Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 422.

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, wobei sie aber selbstverständlich auch einen möglichst hohen Sicherheitsgrad gegen gewaltsames Oeffnen bieten müssen.

Die an ein Sicherheitschloß zu stellenden Anforderungen sind nach *Lüdicke*¹²⁾ 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 Sicherungsteile 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 Sicherungsteile 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 Sicherheitsgrad müssen alle diese Anforderungen erfüllt werden, oder man kann einige derselben vernachlässigen. Die unter 3 aufgestellte Bedingung enthält das Princip 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.

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 solid 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 veranlasseten Störungen zu vermeiden, zeigt das von *Carl Hermann* in Nürnberg construirte *Chubb*-Schloß¹³⁾, welches für Thüren von Geschäfts- und Niederlagsräumen empfohlen wird. — Der allgemeineren Verwendung der *Chubb*-Schlösser stand bisher entgegen, daß dieselben nicht leicht für Schluß 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 schließen lassen, daß das Schloß eine große Zahl von Zuhaltungen enthält, obgleich in Wirklichkeit nur eine solche vorhanden ist, welchem Betrug man nur durch Oeffnen des Schloßes auf die Spur kommen kann; auch ist die Genauigkeit der Ausführung oft eine mangelhafte.

¹²⁾ *Lüdicke*, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinenchlosser (Weimar 1878), dem wir in Obigem im Allgemeinen folgen. Siehe auch: Derselbe, Neuerungen an Sicherheitschlössern in: *Polyt. Journ.*, Bd. 241, S. 348.

¹³⁾ D. R.-P. Nr. 12589.

Für sehr verschiedene Zwecke anwendbar ist *Yale's* Sicherheitschloß, welches zu der Gattung von Stechschlössern gehört, von denen mancherlei Arten neuerer Zeit auch in Deutschland patentirt worden sind. Der praktische Sicherheitsgrad der *Yale's*chen Schlösser wird wesentlich durch die Schmalheit der Schlüßellocher (1 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 Fallenverschluss verbinden, so daß es sich sowohl für Zimmerthüren, als auch besonders für Vorplatz- und Hausthüren geeignet herstellen läßt.

Mancherlei Vorzüge vor dem *Yale*-Schloß besitzt in Folge geschickterer Stiftzuhaltungen ein anderes amerikanisches Schloß. Es ist dasselbe allerdings auch ziemlich dick, soll aber für Vorplatz- und Hausthüren sehr geeignet sein. Beschreibung und Abbildung desselben findet sich in den unten ¹⁴⁾ angegebenen Quellen.

Ein sehr sicheres Schloß mit korkzieherartig gewundenem Stechschlüssel ist das von *G. Fuhrmann* in Berlin erfundene ¹⁵⁾. 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 Standpunkt 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 gewaltsam öffnen. Während es früher hauptsächlich bei Geldschranken Verwendung fand, wird es jetzt mehr für Hausthüren benutzt.

Sehr große Sicherheit und solide Construction besitzt das von *Carl Ade* in Stuttgart construirte Schloß ¹⁶⁾, dessen Schlüssel die Form des *Styria*-Schlüssels zeigt und aus zwei gezahnten Platten besteht, die sich zum Schutz tafchenmesserartig zusammenlegen lassen. Die später ¹⁷⁾ daran vorgenommenen Aenderungen erschweren das Nachmachen sehr, selbst wenn der richtige Schlüssel zur Verfügung steht, da derselbe 120 Veränderungen zuläßt.

Die höchste Sicherheit gegen Aufsperrern suchen Geldschrank-Fabrikanten ihren Schlössern zuweilen dadurch zu geben, daß sie zwei Sicherheitschlößer gleicher oder verschiedener Systeme zu einem Ganzen vereinigen. Dabei ist aber zu beachten, daß in Folge des complicirteren Mechanismus leichter Störungen eintreten können. Man findet Combinationen von *Bramah*-Schloß mit *Chubb*-Schloß, *Chubb*-Schloß mit *Styria*-Schloß und *Chubb*-Schloß mit *Chubb*-Schloß.

Unter den neueren Constructions der letzteren Art zeichnet sich das Schloß von *Otto Kötter* in Barmen ¹⁸⁾ aus.

Die Sicherheit der Schlösser hat man auch durch verschiedene besondere Einrichtungen zu erhöhen gesucht. So hat *Chubb* an seinen Schlössern den sog. »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 der Verschiebung des Riegels beim Schließen in einen im Inneren des verschlossenen Raumes angebrachten Behälter fällt.

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 ¹⁹⁾.

Besondere Sicherheit sucht man sich mitunter dadurch zu verschaffen, daß man die Thüren von Geldschranken oder Tresors mit mehreren Schlössern versieht,

¹⁴⁾ Wochschr. d. niederöst. Gwbver. 1866, Nr. 13.

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

LÜDICKE, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinen Schlosser. Weimar 1878. S. 310. Polyt. Journ. Bd. 180, S. 187.

¹⁵⁾ D. R.-P. Nr. 7228.

¹⁶⁾ D. R.-P. Nr. 1585.

¹⁷⁾ D. R.-P. Nr. 1767.

¹⁸⁾ D. R.-P. Nr. 11014.

¹⁹⁾ D. R.-P. Nr. 1767.

deren Schlüssel sich in verschiedenen Händen befinden, so dafs 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 eines Schlosses nöthige Combination nach Belieben zu ändern.

Zu den Sicherungsmitteln der Thüren, welche in unmittelbarem Zusammenhang 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 Schlofsseite her. Bei Thüren, die grofse Sicherheit gewähren müssen, sollte der Riegelverschluss aber auf jeder Kante der Thür mehrfach vorhanden und überall auch der Vorsprung der Riegel gleich grofs 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 Gangkapseln, fungiren bei Bränden als Wärmeleiter und bieten, da die Schrauben auf Abschieren 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, grofse Thürdicken.

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

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

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, Bd. 3 (Abth. IV, Abschn. 1, C) wurden bereits die in Wohngebäuden, Geschäftshäusern etc. in der Regel angewandten Laden-Constructionen vorgeführt; insbesondere waren es die hölzernen Vorfetz-, Schlag- und Klappläden, deren Construction und Verschlusseinrichtungen dort beschrieben worden sind. Die Einbruchsicherheit solcher Läden ist nicht grofs; sie kann ähnlich, wie bei den Thüren (siehe Art. 2, S. 4), durch einen Eisenblechbeschlag vermehrt werden. Die Zerstörung der Blechtafeln wird erschwert, wenn dieselben auf der Innenseite der Läden angebracht sind. Verstärkungen des Blechbeschlages können in der bei den Thüren angegebenen Weise erfolgen.

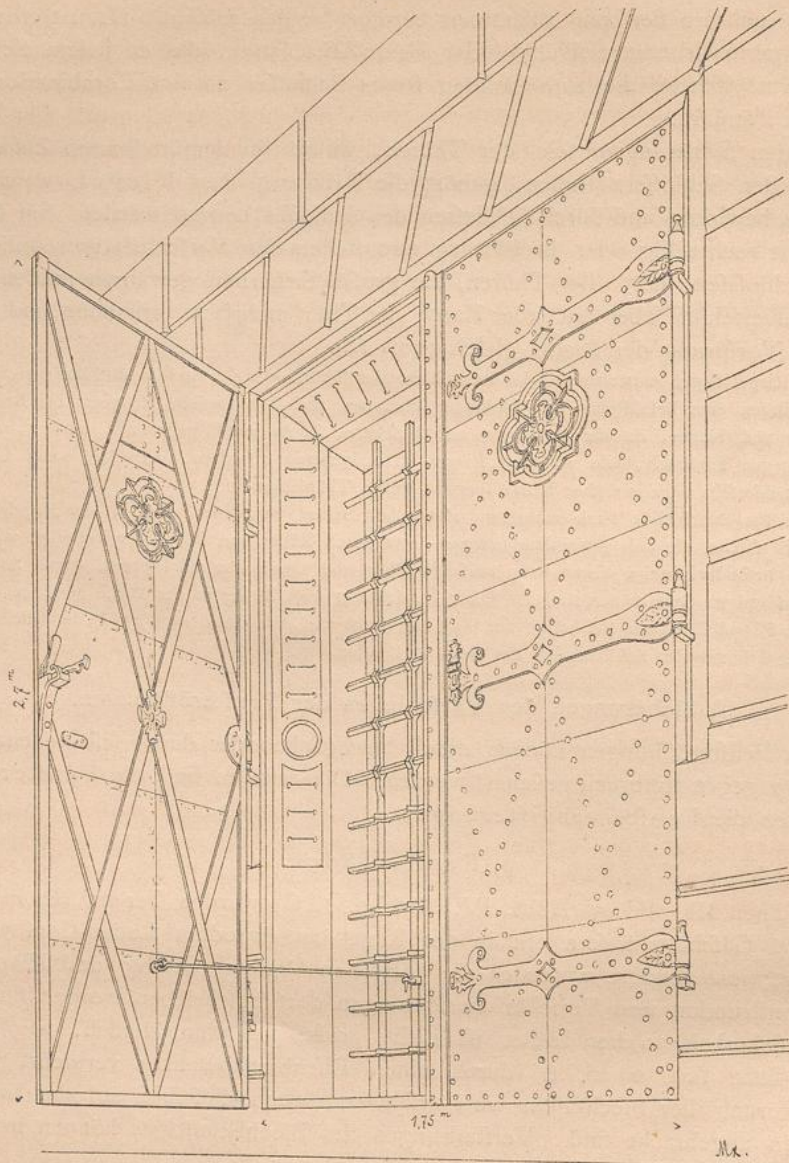
Noch sicherer construirt man, wenn man die Läden ganz aus Eisen macht und sie in gleicher Weise, wie die betreffenden Thüren herstellt (vergl. Art. 3, S. 6). Die gut gespannten Blechtafeln von 2 bis 3 mm Dicke werden an den Rändern durch Flachschienen oder Winkelleisen versteift; eben so werden gröfsere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

Dieses Gerippe mufs für den Fall, dafs dünnes Sturzblech (1 bis 2 mm dick), welches sich ohne grofse Anstrengung mit einer Scheere ausschneiden läfst, Verwendung findet, so enge Maschen bilden, dafs ein Mensch sich durch dieselben nicht hindurch zwängen kann.

12.
Riegel
der
Schlösser.

13.
Vorfetz-,
Schlag- und
Klappläden.

Fig. 11.

Eiserner Laden vom »Grünen Gewölbe« in Dresden²⁰⁾.

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. 11 einer der schönen Läden des »Grünen Gewölbes« im Königl. Residenzschloß zu Dresden mitgetheilt²⁰⁾.

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, auch in den Laibungen

²⁰⁾ Die Zeichnung ist nach einem der Läden der gekuppelten Fenster an der Nord-Façade des Schloßes gefertigt.

der Gewände unterbringen. Auch schiebt man sie manchmal in Mauerfchlitze auferhalb der Fensterverglafung.

Wo Trefor-Räume mit Fenftern zu verfehen find, erhalten diefe aufer Vergitterungen noch nach dem Princip der Caffenschrank-Thüren conftruirte Fenfterläden.

Die aus Holzleiften gefertigten Rollläden bieten gegen Einbruch fehr geringe Sicherheit; die Holzleiften können leicht ausgebrochen oder ausgefchnitten werden. Diefwegen werden für Schaufenster jetzt vielfach eiferne Rollläden in Anwendung gebracht. Man fertigt diefelben entweder aus einzelnen fchmalen in einander greifenden, gewöhnlich im Querschnitt S-förmig gefalteten Blechstreifen oder aus ganzen, horizontal gewellten Stahlbechen. Die letzteren find wegen der größeren Sicherheit bei geringerem Gewicht vorzuziehen.

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

Die Rollläden rollen fich gewöhnlich oben über dem Fenfterfturz auf; doch kann dies auch unten an der Sohlbank gefchehen. Im erfteren Falle bedarf es befonderer Sicherungsmittel, um das unbefugte Aufheben der Läden von aufsen her zu verhindern.

Die zu diefem Zweck gewöhnlich unten am Laden auf der Innenseite angebrachten Verchlufsvorrichtungen bieten wenig Sicherheit, da fie 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-Jalousien²¹⁾ oder *O. Krüger's* felbftthätiger Rollladen-Verchluf²²⁾.

Für fehr breite Oeffnungen werden viel, namentlich in Paris, die Plattenläden verwendet, die aus einzelnen etwa 30 cm hohen, über einander greifenden Blechtafeln von verhältnismäßiger Dicke zufammengesetzt find, welche fich entweder nach oben oder nach unten zufammenschieben laffen, wozu mehr oder weniger complicirte Mechanismen nothwendig werden. Zur Bewegung der Läden wird anftatt Menschenkraft zuweilen auch hydraulifcher Druck in Anwendung gebracht.

Eine Verfteifung und befondere Sicherung gegen unbefugtes Heben der Läden erhalten diefelben mitunter dadurch, dafs hinter denfelben an drehbaren Bolzen eiferne Rohre aufgehängt werden. An diefen Rohren find Knaggen angebracht, welche über in entfprechender Höhe an den Blechtafeln befestigte Winkel greifen. Diefelben haben dann noch Ausfchnitte, in welche fich eine an den Rohren befindliche gekrümmte Leifte durch Drehung des Rohres einlegen läßt, wodurch die Blechwand größere Steifigkeit erhält²³⁾.

Die einfachften und ficherften Schaufensterverchlüffe find jedenfalls diejenigen, bei welchen die ganze Oeffnung durch eine einzige verfteifte eiferne Platte verfchloffen ift, welche während des Tages in den Kellerraum hinabgelaffen wird. Das Heben der Platte wird dadurch erleichtert, dafs man fie durch Gegengewichte ausbalancirt.

Bei einer von *Gugitz*²⁴⁾ mitgetheilten Einrichtung diefer Art ift der obere Theil des Ladens durch Gitterwerk gebildet, fo dafs dadurch im herabgelassenen Zustande eine genügende Beleuchtung des Keller-raumes durch die im Trottoir angebrachten, mit Rohglas gefchloffenen Lichtöffnungen ermöglicht wurde.

21) Beschrieben in: ROMBERG's Zeifchr. f. prakt. Bauk. 1879, S. 230.

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

23) Ueber diefe Construction siehe: Deutsches Bauhandbuch. Bd. II. Berlin 1880, S. 105.

24) In: Neue und neueste Wiener Bauconffruktionen 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 bautechnifchen Abtheilung an der k. k. Staats-Gewerbeschule in Wien unter der Leitung des Directors G. GUGITZ. Wien.

14.
Rollläden.

15.
Plattenläden.

16.
Schiebeläden.

2) Fenstervergitterungen.

17.
Allgemeines.

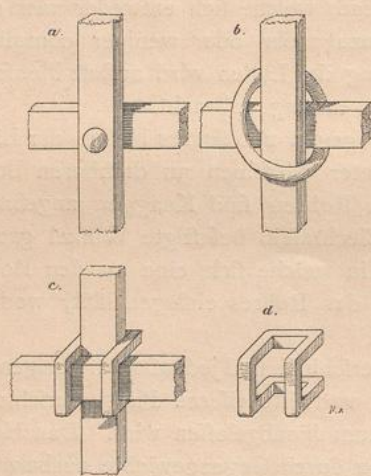
An denjenigen Fenster- oder Lichtöffnungen, welche einen beständigen Schutz ohne wesentliche Beeinträchtigung des Lichteinfalles haben müssen, werden eiserne Vergitterungen angebracht. Die Anordnung derselben kann in Beziehung auf die Fenstergewände eine verschiedene sein; sie können entweder im Lichten 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 Constructions, wie überhaupt für die Eisenarbeiten die besten Vorbilder dafür, wie unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Materials große Solidität, gepaart mit schöner und charakteristischer Form, zu erzielen ist.

Ein specielles Eingehen auf die Details der Verbindungen ist hier zwar nicht nöthig, da dieselben von denen der Einfriedigungen (siehe Theil III, Bd. 1, Abth. III, Abschn. 1, D) nicht wesentlich abweichen; doch wird immerhin eine Mittheilung der bei den Fenstergittern alter und neuer Zeit gebräuchlichen Verbindungsarten der Gitterstäbe nicht ohne Werth sein.

18.
Verbindung
der
Gitterstäbe.

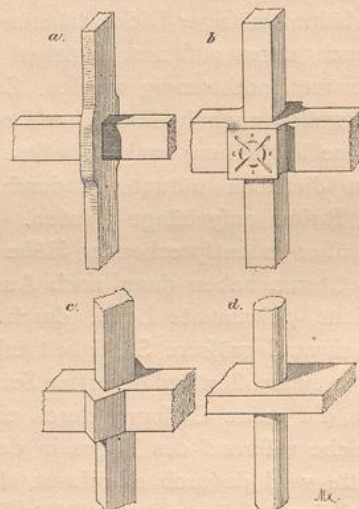
Die Gitterstäbe gehen entweder an einander vorüber, oder sie sind durch einander gesteckt, oder verdoppelte Horizontalstäbe fassen die Verticalen. Im ersten und dritten Fall sind besondere Hilfsstücke, als Niete, Ringe etc. erforderlich, wie dies Fig. 12 *a-d* u. Fig. 14 *a, b* zeigen. Nach der zweiten, jedenfalls solideren Weise

Fig. 12.



Ueber einander gelegte Gitterstäbe.

Fig. 13.



Durch einander gesteckte Gitterstäbe.

gehen entweder die Horizontalen durch Löcher der Verticalen (Fig. 13 *a*) oder, was häufiger vorkommt, die Verticalen durch Löcher der Horizontalen. Im Mittelalter und bis zum 19. Jahrhundert waren namentlich die Verbindungen in Fig. 13 *b, c* üblich, welche an den Knotenpunkten Verdickungen der Eisenstäbe erfordern, während man sich jetzt gewöhnlich der zwar bequemeren, aber auch weniger schönen An-

ordnung nach Fig. 13 *d* bedient. Das festeste, allerdings sehr schwierig herzustellende Flechtwerk von Gitterstäben erhält man, wenn man dieselben abwechselnd sich gegenseitig durchdringen läßt (Fig. 15²⁵⁾. Die Anordnung in Fig. 13 *c* ist besonders häufig angewendet worden, und mit Recht, da die über Ecke gestellten Verticalstäbe einem Auseinanderbiegen oder einer Verbiegung normal zur Gitterebene einen größeren Widerstand entgegensetzen, als Stäbe von demselben quadratischen Querschnitt, aber in der Anordnung nach Fig. 13 *b*.

Mit den Gitterstäben stellt man entweder ein regelmässiges Maschenmuster her, oder man bringt die horizontalen Stäbe in beträchtlich größeren Entfernungen an, als die verticalen. Die erstere Art war besonders bei sich durchdringenden Stäben beliebt; dieselben können dabei horizontal und vertical (Fig. 15) oder auch schräg (Fig. 19) laufen. Solche Gitter erhalten mitunter Ornament-Schmuck, der sich gleichmässig über die Fläche vertheilt (Fig. 15) oder nur an einzelnen Punkten derselben angebracht wird (Fig. 22).

Bei der zweiten Art der Gitter dürfen die verticalen Stäbe höchstens 13 cm Zwischenraum erhalten, während die horizontalen 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 horizontalen Stäbe von 5 cm Breite und 1 cm Dicke, durch welche runde Verticalstäbe von 2,5 cm Durchmesser gesteckt sind, in Entfernungen von 65 cm bis 80 cm angebracht werden.

Zu Gittern, welche einbruchsficher sein sollen, ist nur bestes Schmiedeeisen zu verwenden, Gufseisen 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 in solider Weise 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.

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 geschwächt werden.

Fig. 14.

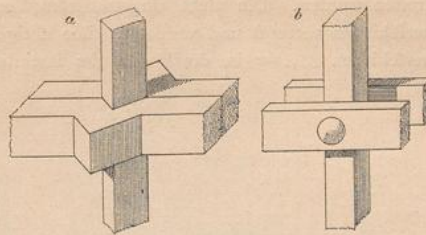
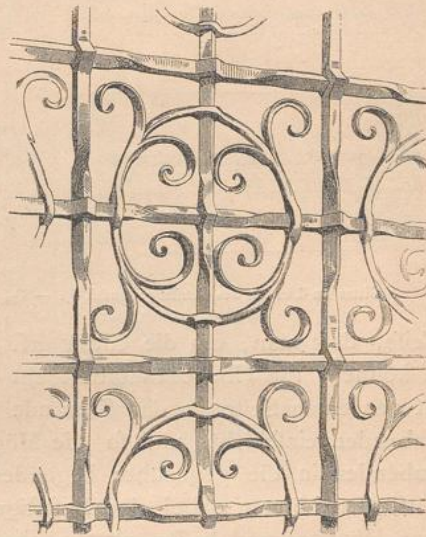
Verdoppelung der horizontalen Gitterstäbe.
1/5 n. Gr.

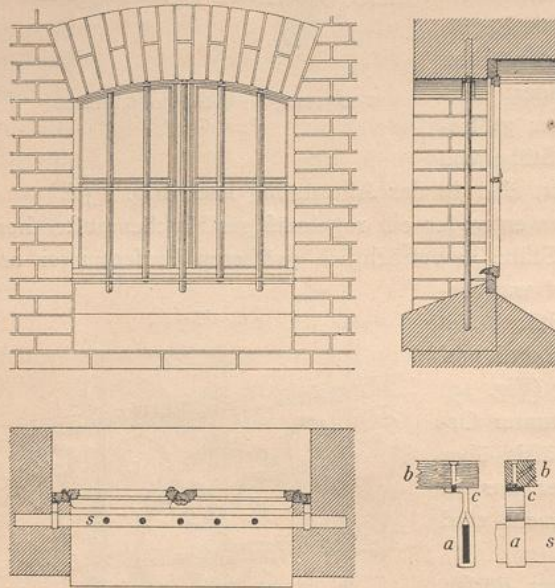
Fig. 15.

Wechsel im Durcheinanderstecken der Gitterstäbe²⁵⁾.19.
Gitter
im Lichten
d. Fenster-
gewände.

²⁵⁾ Nach: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Bd. 6. Paris 1863. S. 76: Artikel »grilles«

In dem in Fig. 16²⁶⁾ 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

Fig. 16.

Gitter im Lichten des Fenstergewändes²⁶⁾. — $\frac{1}{30}$ u. $\frac{1}{10}$ n. Gr.

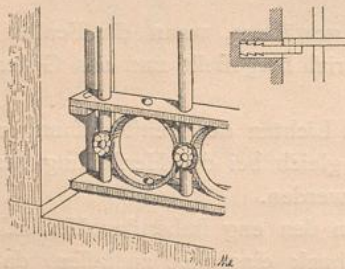
Befestigung durch aus 26×7 mm starken Schienen gebildete Halseisen *a*, welche mit einer Verkröpfung *c* versehen sind, deren Außenseite mit der inneren Fensteranschlagsfläche zusammenfällt. Die Verkröpfung erhält ein Loch mit Schraubengewinde, so dass an derselben der Fensterfutrerrahmen *b* angeschraubt werden kann. Damit die Gefangenen diese Befestigungsschrauben nicht lösen können, erhalten dieselben so hohe Köpfe, dass durch Abfeilen der Kopfeinschnitt beseitigt werden kann. Diese Befestigungsweise ist der oft angewendeten des Spaltens der Querschienenenden 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.

Häufiger und besser, als die eben erwähnte unvollkommene Befestigungsweise ist die Befestigung mit besonderen Hilfsstücken, die in den Fenstergewänden eingelassen und mit den Gitterstäben durch Schrauben oder zweckmäßiger durch Niete verbunden werden. Zwei hierher gehörige gebräuchliche Methoden sind in Fig. 17 u. 18 dargestellt.

Fig. 17.

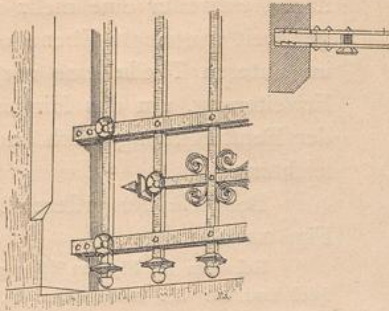


Befestigung der Gitterstäbe mittels Hilfsstücke.

Ebenfalls häufig verfährt man in der Weise, dass man die Gitter mit Rahmen verzieht und diese an den Gewänden mit Klammern befestigt, wie Fig. 19 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

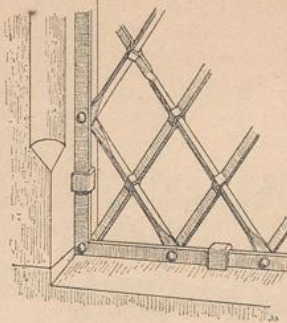
²⁶⁾ Nach: Zeitfchr. f. Bauw. 1864, S. 365 u. Bl. 46.

Fig. 18.



mittels Hilfsstücke.

Fig. 19.

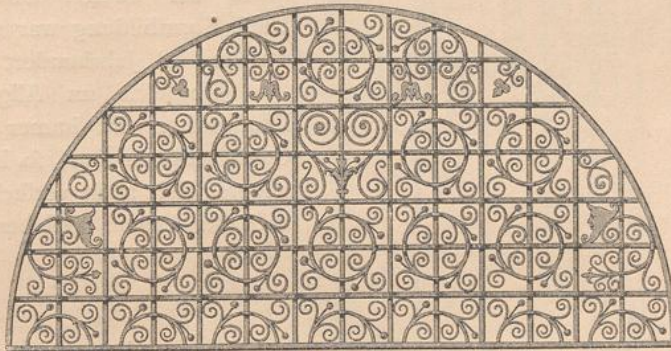


mittels Klammern.

Befestigung der Gitterstäbe

ist selbstverständlich sehr leicht lösbar. Macht man die Schraubenköpfe so hoch, daß man den Kopfeinschnitt abfeilen kann, so wird die Verbindung wesentlich besser.

Fig. 20.

Oberlicht-Gitter einer Thür in Frankfurt a. M.²⁷⁾. $\frac{1}{20}$ n. Gr.

Unter die in das Lichte der Oeffnungen eingefetzten Gitter gehören auch die Oberlichtgitter von Thüren und Thoren, für welche in Fig. 20²⁷⁾ ein Renaissance-Beispiel geboten wird.

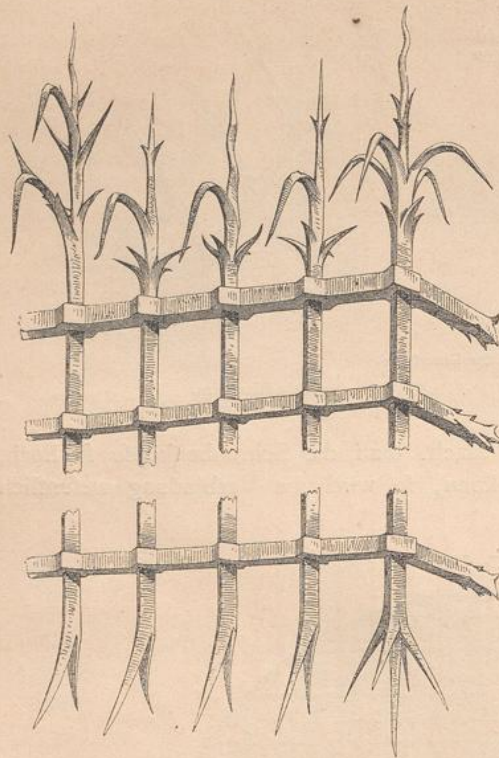
Die vor die Fenstergewände gefetzten Gitter haben aufser dem schon erwähnten Vortheil, das Hinausbeugen aus dem Fenster zu gestatten, noch den, daß man dieselben nach der Fertigstellung des Gebäudes bequem und dabei auch ziemlich sicher dadurch an den Fenstergewänden zu befestigen vermag, daß man alle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

20.
Gitter
vor den
Fenster-
gewänden.

²⁷⁾ Nach: RASCHDORFF, J. Abbildungen deutscher Schmiedewerke. Berlin 1875-78. Heft VI, Bl. 5.

Fig. 21.

21.
Bewegliche
Gitter.Ebenes Korbgiitter²⁸⁾.

werden. Sie bilden an der Vorderfläche entweder eine mehr oder weniger weit vorgelegte Ebene oder haben im unteren Theile eine vorspringende Erweiterung, um das Hinauslegen aus der Fensteröffnung noch mehr zu erleichtern.

Beispiele der ersteren Art geben Fig. 21 u. 22.

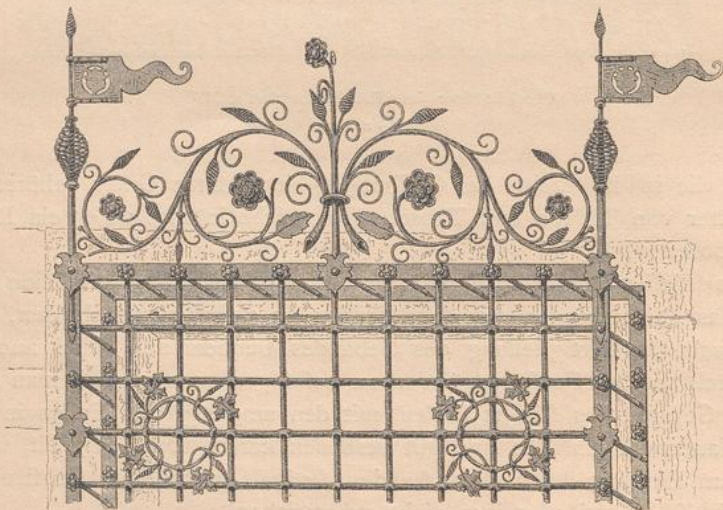
Bei dem in Fig. 21²⁸⁾ gegebenen Beispiel sind nur die horizontalen Stäbe zur Befestigung benutzt, dagegen die Enden der verticalen zur Abwehr einer Annäherung mit scharfen Spitzen versehen worden.

Die Befestigung kann keine so sichere werden, wenn, wie das schöne Renaissance-Beispiel in Fig. 22²⁹⁾ zeigt, die Seitenstäbe des Fensterkorbes auf einem Rahmen befestigt sind, der sich an das Fenstergerüst legt.

In Fig. 23 und 24 sind Beispiele der zweiten Art abgebildet. Diese Formbildung war namentlich im 17. und 18. Jahrhundert sehr beliebt.

Obgleich im Allgemeinen die Fenstergitter fast immer fest stehende Constructions sind, so hat man doch neuerer Zeit auch versucht, den Vortheil der Läden, dieselben beim Nicht-

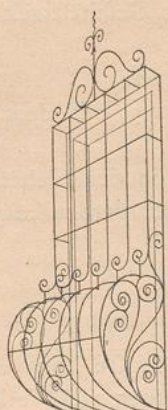
Fig. 22.

Ebenes Korbgiitter aus Herborn im Dill-Thal²⁹⁾.

²⁸⁾ Nach: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture* etc. Bd. 6. Paris 1863. S. 75: Artikel »grilles».

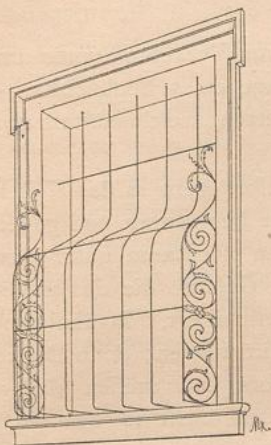
²⁹⁾ Nach: RASCHDORFF, J. *Abbildungen deutscher Schmiedewerke*. Berlin 1875-78. Heft IV, Bl. 7.

Fig. 23.



Korbgitter in Erfurt.

Fig. 24.



Korbgitter in Worms.

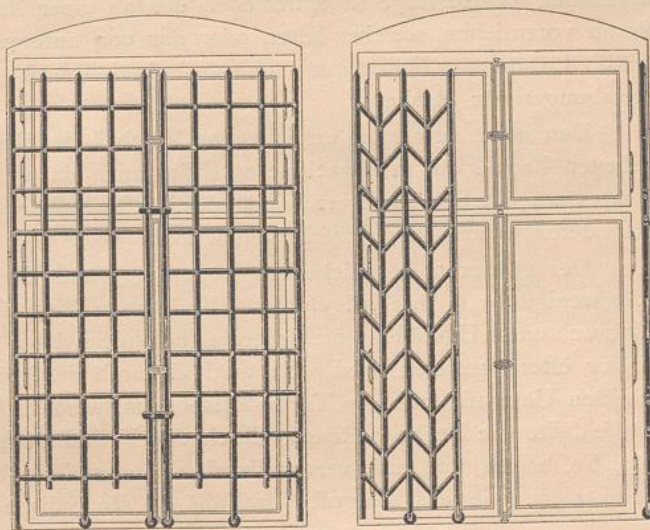
gebrauch von den Oeffnungen entfernen zu können, mit dem Vorzug beständigen Lichtzutrittes durch die Gitter in der Construction zusammenschiebbarer Gitter zu verbinden.

Ein solches ist das *Born'sche* Patentgitter (Fig. 25³⁰⁾.

Es besteht dasselbe aus zwei Flügeln, die nach Bedürfnis zusammengehoben und durch zwei Verschraubungen und ein Schnepferchloß verbunden werden. Es wird auf der Innenseite der Fenster angebracht, und ein lothrechter Stab um den anderen (5 bis 7 mm stark, 20 mm breit) läuft mit einer Rolle von Holz oder Hartgummi auf dem Fensterbrett. Zusammengehoben nimmt das Gitter auf jeder Seite der Fensterlaibung einen Raum von ca. 8 cm Breite in Anspruch.

Wo nicht sehr große Sicherheit verlangt wird, mag diese Vorrichtung ihrer Bequemlichkeit wegen ganz empfehlenswerth sein.

Fig. 25.

*Born's* Patent-Gitter³⁰⁾.

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 Größe³¹⁾, was aber auf die Principien der Construction von keinem Einfluß ist. Diese Principien sind: möglichste Erschwerung des Durchbrechens der Raumschließungen bei Rücksichtnahme auf Feuericherheit und Ermöglichung einer Aufsicht über diese Raumschließungen.

³⁰⁾ D. R.-P. Nr. 5570.

³¹⁾ So hat der Trefor der deutschen Reichsbank in Berlin eine Grundfläche von 1000 qm, wozu noch ein sehr geräumiger Vortrefor tritt.

Wegen Mangel dieser letzteren Vorrichtung sind wohl die früher mitunter von Banken angewendeten Sicherheitsfächer, in welche außer der Geschäftszeit die Schätze verfenkt wurden³²⁾, nicht mehr gebräuchlich.

Man verwendet jetzt folgende zwei Arten von Tresor-Anlagen:

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

2) nach Art von Geldschranken construirte Locale, welche in den Gebäuden an geeigneten Plätzen aufgestellt und unter Umständen so eingerichtet werden können, daß sie zerlegbar und transportabel sind.

1) Gemauerte Tresors.

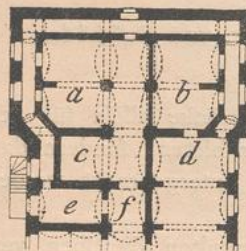
23.
Lage
der
Tresors.

In Bezug auf die Controle der Wandungen ist die zweckmäßigste Lage eines Tresors 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 Raum vorzuziehen, welcher selten oder nur von untergeordnetem Personal betreten wird. In letzteren Fällen muß man an besonders weit gehende Vorichtsmaßregeln, 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 Tresor-Raumes ersetzen, welcher öfters von besonderen Wächtern durchschritten wird.

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

Fig. 26.



Caffen-Räume
mit Beobachtungsgang
im Verwaltungsgebäude der
Kgl. Bergwerksdirection
zu St. Johann a. S.³³⁾
1/500 n. Gr.

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

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

Liegen die Tresors nicht im Keller, so hat man auf

³²⁾ Eine solche Vorkehrung findet sich beschrieben in: Polyt. Journ., Bd. 68, S. 405.

³³⁾ Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1882, S. 439 u. Bl. 56.

die sorgfältigste Fundamentirung Bedacht zu nehmen und die Mauergründungen immer bis auf den gewachsenen Boden hinabzuführen.

Fig. 26³³⁾ 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 Erdgeschosse des betreffenden Gebäudes. Die unter demselben befindlichen Theile des Kellergeschosses sind mit Erde und Schutt ausgefüllt; darüber liegen Büreaulocale. *a* ist die Hauptcasse, *b* der Documenten-Raum, *c* die Handcasse, *d* die Buchhalterei, *e* die Packkammer und das Wächterlocal, *f* das Zimmer des Rendanten. Eiserne Thüren, welche durch Tapenthiüren 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. Aeusere und innere Fenster sind stark vergittert. Die letzteren haben ausserdem noch eiserne Läden, und ihre Sohlbänke sind 2^m über dem Fußboden gelegen. Die Caffee-Räume sind stark überwölbt.

Als Mauermaterial empfehlen sich für die Trefors, der Festigkeit und Feuer-sicherheit 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 1½ Stein, bei grösseren 2 und mehr Stein stark gemacht und in Cementmörtel hergestellt. Die Thüröffnungen sind in der früher angegebenen Weise zu verwarren (siehe Art. 5, S. 6).

Gewöhnlich wird die Oeffnung mit zwei hinter einander liegenden Thüren verfahren, 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. 27).

Hat der Trefor Fenster, was häufig nicht der Fall ist³⁴⁾, so müssen diese in der früher schon angegebenen Weise durch starke Gitter und durch Läden, welche den Cassenschrankthüren ähnlich construirt sind, verwahrt werden. Die Verglasung derselben ist in eiserne Fensterrahmen einzusetzen. —

Trefors für bedeutende Werthe erhalten in oder an den Mauern noch besondere Armirungen. Diese bestehen entweder im Einlegen von Eisen- oder Stahlstäben in die Fugen des Mauerwerkes oder in einer Panzerung mit Gitterwerk oder Platten.

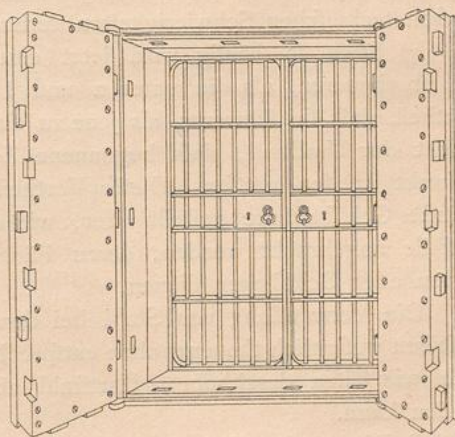
a) Die einfachste und billigste, vielfach auch für praktisch und ausreichend gehaltene Armirung besteht im Einlegen von Eisen- oder Stahlstäben in die Lagerfugen oder in die der Länge nach durchlaufenden Stoszfugen des Mauerwerkes.

Die letztere Methode (Fig. 29) ist die bessere, weil die flach liegenden Schienen (Fig. 28) sich leichter mit der Feile angreifen und auch eher aus einander biegen lassen, als die hochkantig gestellten.

³⁴⁾ Die Trefors von grösseren Bankinstituten haben mitunter Fenster, so u. a. der Trefor der deutschen Reichsbank in Berlin und der 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.

24.
Trefor-Wände.

Fig. 27.



Trefor-Thür von Chubb.

Bei einer sparfamen Ausführung dieser Methode kann wohl auch ein Stab um den anderen weggelassen werden (Fig. 30). Es sind dann aber die Schienen jedenfalls so hoch zu machen, wie Steindicke plus Fugendicke (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.

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

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

Fig. 28.

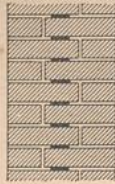


Fig. 29.

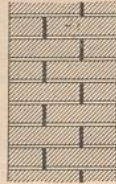


Fig. 30.



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

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 festgemacht. 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 Zerstörungsarbeiten des Mauerwerkes bald bemerkt werden müssen. Dieser Vortheil geht aber auch 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) Die größte Sicherheit wird durch Panzerung mit Patent-Panzerplatten erzielt, welche aus zusammengeschweißten 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 die Kosten dieser sehr theueren 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 Quelle³⁵⁾. Das betreffende Gemach ist 3,8 m lang, 2,22 m breit und 2,55 m hoch und besteht aus einem aus drei Theilen zusammengenieteten 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 Oest. W. gekostet hat (1865).

Nach Angaben von S. J. Arnheim in Berlin, welcher schon sehr viele Trefor-Einrichtungen geliefert hat, kostete (1882) eine Gitterpanzerung aus Eisenstäben von 39 × 10 mm Stärke und 100 mm Maschen-

³⁵⁾ Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1866, S. 248.

weite (incl. Befestigungseisen und Dübel) pro 1 qm 24 Mark; eine Eisenblechpanzerung (incl. Befestigung) von 5, 6 und 7 mm Stärke bezw. 40, 47 und 54 Mark; eine Panzerung mit Patent-Panzerplatten (incl. Befestigungsschienen und Verbindung) von 5, 6 und 7 mm Stärke bezw. 75, 87,5 und 100 Mark.

Die Trefor-Räume sind mit starken Gewölben oder mit Rollschichten über starken eisernen Trägern zu überdecken. Bei kleinen Trefors genügt eine Gewölbendicke 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.

25.
Trefor-Decken.

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

Auf die Gefahr der Unterminirung der Trefors und auf einige Abwehrmittel gegen dieselbe wurde schon in Art. 23 (S. 24) aufmerksam gemacht. Zu diesen hat nun noch sehr solide und feste Herstellung zu treten. Eine starke Cementbetonschicht und Belag mit mehreren Klinkerschichten oder mit Granitplatten wird bei im Kellergeschoß gelegenen Trefors in der Regel genügen.

26.
Trefor-
Fußböden.

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.

Liegt der Trefor im Erdgeschoß oder einem oberen Stockwerk, so müssen, wenn eine Ausfüllung der unter ihm befindlichen Räume nicht beliebt wird, unter demselben starke Gewölbe angeordnet werden, welche der größeren Feuerficherheit wegen ohne Anwendung von Eisenträgern auszuführen wären.

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

2) Geldschrankartige Trefors.

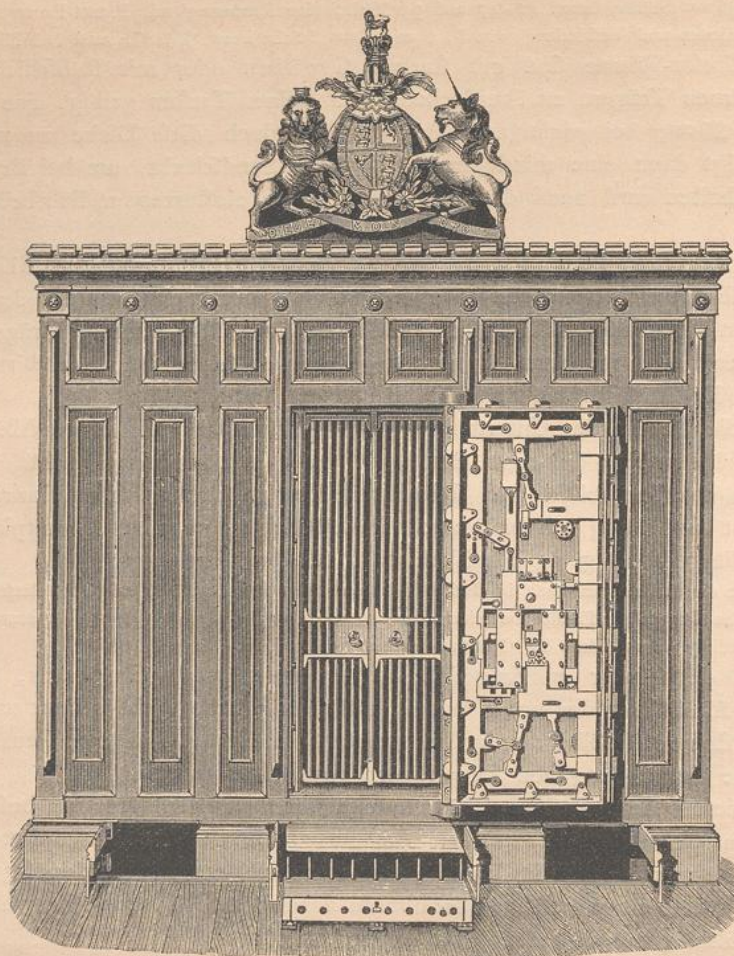
In England sind mehrfach an Stelle der gemauerten Trefors solche zur Anwendung gekommen, welche sich von den Geldschränken nur durch die Größe unterscheiden. Sie werden in schon an und für sich sicheren Räumen aufgebaut und können bei geschickter Aufstellung leicht ringsum controlirt werden. Stehen sie über dem Kellergeschoß, so sind wegen des großen Gewichtes derselben sehr starke Substructionen nothwendig. Auch bei ihnen hält man 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.

27.
Beschreibung.

Ein in London von *Chubb and Son*³²⁾ für ein Bankgeschäft construirter Trefor (engl. *strongroom*) ist 6,1 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 Eisencassen 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.

³²⁾ Siehe: *Engineer*, Bd. 42, S. 343 und: *Polyt. Journ.*, Bd. 223, S. 103.

Fig. 31.

Geldschrankartiger Tresor³⁷⁾.

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 Ventilation 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 dafs weder Schrauben, noch Niete an der äusseren Wandfläche hervortreten, und alle Platten übergreifen sich dergestalt, dafs keine einzige Fuge durch die ganze Wanddicke geht. Eine Kostenangabe ist in der Quelle nicht enthalten.

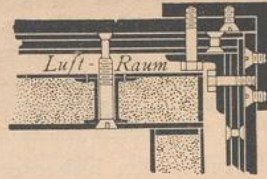
Ein anderes feuerfestes und einbruchficheres Cassen-Zimmer ist von *Hobbs, Hart & Co.* in London construirt worden; dasselbe ist 4,27 m breit, 2,20 m tief und 3,66 m hoch. Fig. 31³⁷⁾ zeigt eine äussere Ansicht dieses Cassen-Zimmers, welches nahezu 35^t wiegt und 2500 £ gekostet hat. Es ist aus 62 einzelnen Theilen mit der grössten Genauigkeit zusammengesetzt und hat doppelte Wände (Fig. 32), von denen die innere die feuerfichere, die äussere die einbruchfichere Wand genannt werden kann. Zwischen diesen beiden Wänden ist ein Luftraum zur Erhöhung der Feuerficherheit frei gelassen. Unter dem Tresor ist ein gut zusammengefügtter Boden von 16 mm starken Eisenplatten, auf welchem die Träger für das

³⁷⁾ Nach: *Stummer's Ing.*, Bd. 4, S. 247.

eigentliche Cassen-Zimmer aufrufen, so das zwischen ihnen ein Hohlraum entsteht, der das Untermirren verhindern soll. Dieser Hohlraum ist nach vorn mit Thüren versehen. — Die Hauptthür hat verschiedene Schlösser, deren Schlüssel permutirbare Bärte haben. Die 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 vorherige Erhitzung nicht anbohren lassen.

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

Fig. 32.



d) Sicherung durch Alarm-Apparate.

Es wurde schon in Art. I, S. I darauf hingewiesen, das vollständige Sicherheit gegen unbefugte Angriffe auf das Eigenthum auch bei sinnreichster und solidester 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 Zweck sind die Alarm-Apparate.

In der Regel sollen dieselben durch Geräusch den Bewachenden darauf aufmerksam machen, sobald ein bestimmter Verschluss 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, so das, da die elektrischen Haustelegraphen an anderer Stelle dieses »Handbuches« (Theil III, Bd. 3, Abth. IV, Abschn. 2, C) behandelt werden, wir uns hier auf einige Bemerkungen über die verschiedenen Arten der Alarm-Apparate beschränken können.

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 Geschäftslocalitäten, 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 Anbringung von Uhrwerken erfordern.

Von den hierher gehörigen mechanischen Apparaten mag ein in unten angegebener Quelle ³⁵⁾ beschriebener erwähnt werden, welcher durch Vorkehrungen im Thürschloss den Eintritt oder Austritt einer Person durch verschiedene Glockensignale kenntlich macht und sich durch Anbringung von zwei Doppelglocken dahin erweitern lässt, das die Erkennung des Oeffnens und Schliessens von aussen oder innen durch vier verschiedene Signale möglich wird.

³⁵⁾ Deutsche Bauz. 1875, S. 113.

28.
Allgemeines.

29.
Arten
der
Alarm-
Apparate.

Ebendafelbst³⁹⁾ 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 Zustand gelassen wird.

An den Fenstern können ähnliche Vorkehrungen getroffen werden.

Außer den bisher erwähnten Einrichtungen, die fortwährend fungiren 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 verschrecken, oder um diesen unbewußt den Eigenthümer oder den Wächter zu benachrichtigen, bezw. im Schlafzimmer zu wecken.

Die Einrichtungen ersterer Art bestanden früher darin, daß beim Oeffnen von Thüren und Fenstern Explosionen von Knallpulver unmittelbar herbeigeführt wurden (sog. Diebschrecker⁴⁰⁾, oder daß man dieselben oder ein Geläute mittelbar durch Berührung von ausgespannten Drähten herbeiführte (Schloß von *Wilkinson*⁴¹⁾ oder Vorrichtung von *Fickell*⁴²⁾.

Ein transportabler Apparat mit Lätewerk ist der von *H. Völz* in Berlin⁴³⁾. Derselbe wird gegen die Innenseite der Thür gelehnt und stemmt sich gegen den Fußboden. Er dient theils als directes Sperrmittel, theils wirkt er dadurch, daß beim Versuch des Eintrittes ein intensives Geräusch vermittelst eines Uhrwerkes hervorgebracht wird, so lange der Druck auf dasselbe dauert.

Ein transportabler Klingelapparat, welchen Reisende an den Drehknöpfen der Hôtelthüren befestigen können, ist der von *Patterson*⁴⁴⁾.

Jetzt werden solche Einrichtungen auch mit Hilfe der Electricität getroffen.

Hierher gehört die Sicherheitsvorrichtung für Geldschränke von *Louis Rentzsch*⁴⁵⁾, 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.

Alarm-Apparate mit Glocke oder mit Schuß und Glocke, mit und ohne Hilfe der Electricität, sind neuerer Zeit mehrfach patentirt worden. Es mögen hier als solche noch aufgeführt werden: *Welter's* Schieß- und Läteapparat zur Sicherung gegen Diebe⁴⁶⁾, *Bauer's* elektrische Sicherheitsvorrichtung für Hausthüren und Fenster⁴⁷⁾, *Penckert's* Sicherheits-Thürverfchluß mit Schuß und Glocke⁴⁸⁾ und *Adolf Römheld's* selbstthätiger Signal- und Alarm-Apparat⁴⁹⁾.

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 Cassette in einem Tresor, oder durch Berührung (z. B. durch Treten auf Bretter, welche um die freien Seiten eines Geldschrankes gelegt sind und unter denen sich eine Anzahl leicht

³⁹⁾ Deutsche Bauz. 1875, S. 411.

⁴⁰⁾ Polyt. Journ., Bd. 10, S. 511.

⁴¹⁾ Ebendaf. Bd. 65, S. 288.

⁴²⁾ Ebendaf. Bd. 8, S. 48.

⁴³⁾ Deutsche Bauz. 1875, S. 114.

⁴⁴⁾ *Scient. Americ.*, Bd. 37, S. 262. Ueber hierher gehörige Apparate siehe auch: *Builder*, Bd. 44, S. 487.

⁴⁵⁾ Polyt. Journ., Bd. 221, S. 483.

⁴⁶⁾ D. R.-P. Nr. 1356.

⁴⁷⁾ D. R.-P. Nr. 546.

⁴⁸⁾ D. R.-P. Nr. 3845.

⁴⁹⁾ Schweiz. Gwbl., 1881, S. 6.

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 Function zu setzen.

Ein hierher gehöriger Apparat ist der verbesserte Feuer- und Einbruch-Aviseur von *Peter Baumbach* in Wien⁵⁰⁾.

Das hörbare Signal kann durch ein optisches ersetzt werden. Es ist dies besonders dann zweckmäßig, wenn das Wachtlocal im Inneren sich befindet, in welchem Falle Diebe durch das Geräusch eines Alarm-Signals verscheucht werden können.

Beim Apparat von *Henry Diggins & Adolph Glück* in London⁵¹⁾ erfolgt das Signal durch eine gefärbte Glascheibe, welche vor das Licht von im Wachtlocal 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 Schlusse des vorliegenden Kapitels angefügten Literaturverzeichnisses ist nur ein Theil dessen aufgenommen, was in Betreff der Akustik der Räume veröffentlicht worden ist. Die älteren Publicationen (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 1860⁵²⁾ mitgetheilten fünfzigjährigen Erfahrungen das Gefagte.

30.
Vor-
bemerkung.

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 *Haeghe* über die im Auftrage des Präsidenten der Vereinigten Staaten von *Captain Meigs*, Professor *Bache* und *J. Henry* angestellten Versuche anführt, thun überall die Gesetzmäßigkeit der Schallbewegung dar, weisen nach, wie die schädlichen und nützlichen Schallwirkungen durchweg auf den rein physikalischen Gesetzen beruhen und nur danach zu beurtheilen sind; Interferenz-Erscheinungen sind für die Akustik praktisch von keiner Bedeutung⁵³⁾.

31.
Haupt-
gesetze.

Hauptgesetze für die Beurtheilung der einschlägigen Verhältnisse sind:

1) Das über die Reflexion des Schalles, wornach Schallwellen unter gleichem Winkel, womit sie eine Fläche treffen, von derselben zurückgeworfen werden.

⁵⁰⁾ Siehe: Zeitschr. f. ang. Electricität, 1881, S. 214.

⁵¹⁾ D. R.-P. Nr. 22202.

⁵²⁾ LANGHANS. Principien der Akustik und ihre Anwendung bei Theaterbauten. Zeitschr. f. Bauw. 1860, S. 330.

⁵³⁾ Siehe: ORTH. Die Akustik großer Räume mit speciellm Bezug auf Kirchen. Zeitschr. f. Bauw. 1872, S. 192 u. 193.

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 Versuche zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit ergaben $340,88^m$ pro 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 unabhängig vom Barometerstand, aber veränderlich mit der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Für trockene Luft und eine Temperatur von Null Grad ergibt sich aus den gedachten Versuchen eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von $331,05^m$ pro 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*⁵⁴⁾ 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 unbertührt 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 jenes Architekten *C. F. Langhans* dahin, diese Grenzen ins Auge zu fassen. Der Bogen über dem Proscenium (Fig. 33⁵⁵⁾) concentrirte den Schall in 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.

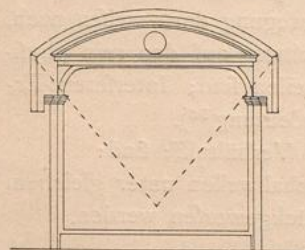


Fig. 33⁵⁵⁾.

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 Zeitraum 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.

⁵⁴⁾ HELMHOLTZ, H. Die Lehre von den Tonempfindungen etc. 3. Aufl. Braunschweig 1870. S. 41 bis 47.

⁵⁵⁾ Nach: LANGHANS, C. F. Ueber Theater oder Bemerkungen über Katakustik. Berlin 1810. Nr. 45.

Es entspricht $\frac{1}{18}$, bezw. $\frac{1}{9}$ Secunde einem Wege der Schallwellen von bezw. ca. 19 und 38m. 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 unterschieden hat gegenüber dem stärkeren indirecten und nahe damit zusammentreffenden Schall. —

Die von dem Amerikaner *J. Henry* mitgetheilten und von *Haege*⁵⁶⁾ 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. $\frac{1}{16}$ Secunde Zeitdifferenz bei 21,34m (= 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 Hauptklang eines Consonanten zusammentrifft, die Schallwirkung unklar macht, das Ohr unangenehm berührt.

Verfasser wurde durch eigene Beobachtungen auf engere Grenzen geführt.

Auf der früheren Unterbaumbrücke zu Berlin hörte derselbe bei *O* (Fig. 34) den von einer ganzen Reihe von Pfählen *a, b, c, d* . . . einer hölzernen, jetzt verschwundenen Ufererschälung zurückgeworfenen Schall deutlich unterscheidbar, wie wenn man mit einer Säge rasch über einen Gegenstand

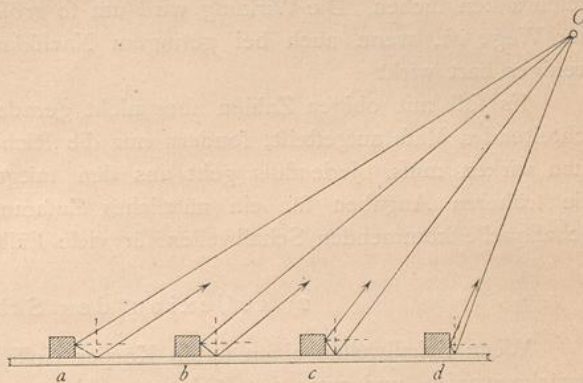
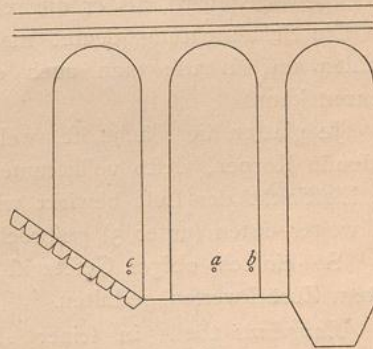


Fig. 34.

hinfährt. Es war dieses die einzige Stelle, wo der Lage nach ein derartiges Echo zurückkommen konnte. Die Pfähle der Ufererschälung mochten ungefähr 1,5 bis 2,0m von einander entfernt sein, so daß im Maximum ca. 3 bis 4m 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 Kreifen, dessen Längenschnitt in Fig. 35 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 6m (ca. 20 Fufs) von einander entfernt, und bei der Stellung in *a* war die Differenz der Wege zweier auf einander folgenden Schallreflexe eben so groß. Bei der Stärke der Schallwirkung wurden sie trotz der geringen Zeitdifferenz von etwa $\frac{1}{60}$ Secunde wesentlich durch die Wiederholung und das Eigenthümliche des Tones bemerkbar.

Fig. 35⁵⁷⁾.

Bei nicht zu starkem Schall und nicht zu übermäßig raschem Sprechen wird man annehmen können, daß innerhalb der Grenze von etwa 5m Differenz der Wege an

⁵⁶⁾ In: Zeitschr. f. Bauw. 1859, S. 585.

⁵⁷⁾ Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1872, S. 196.

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 Gefange wird man diese Grenze weiter ziehen können, wie schon die vielfach gröfsere 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 sein.

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 gröfser 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 Mafs aufgestellt, sondern nur die Richtung angedeutet werden, wohin man wirken mufs. Jedenfalls geht aus den mitgetheilten Versuchen hervor, dafs die früheren Angaben für ein nützliches Zusammenwirken zweier aus derselben Schallquelle kommenden Schallwellen für viele Fälle zu weit gegriffen war.

2) Reflexion des Schalles.

33-
Gesetz
der
Reflexion.

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, dafs, 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 Gesetz, dafs 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 Auschnitt aus der Schallwelle damit begrenzen kann.

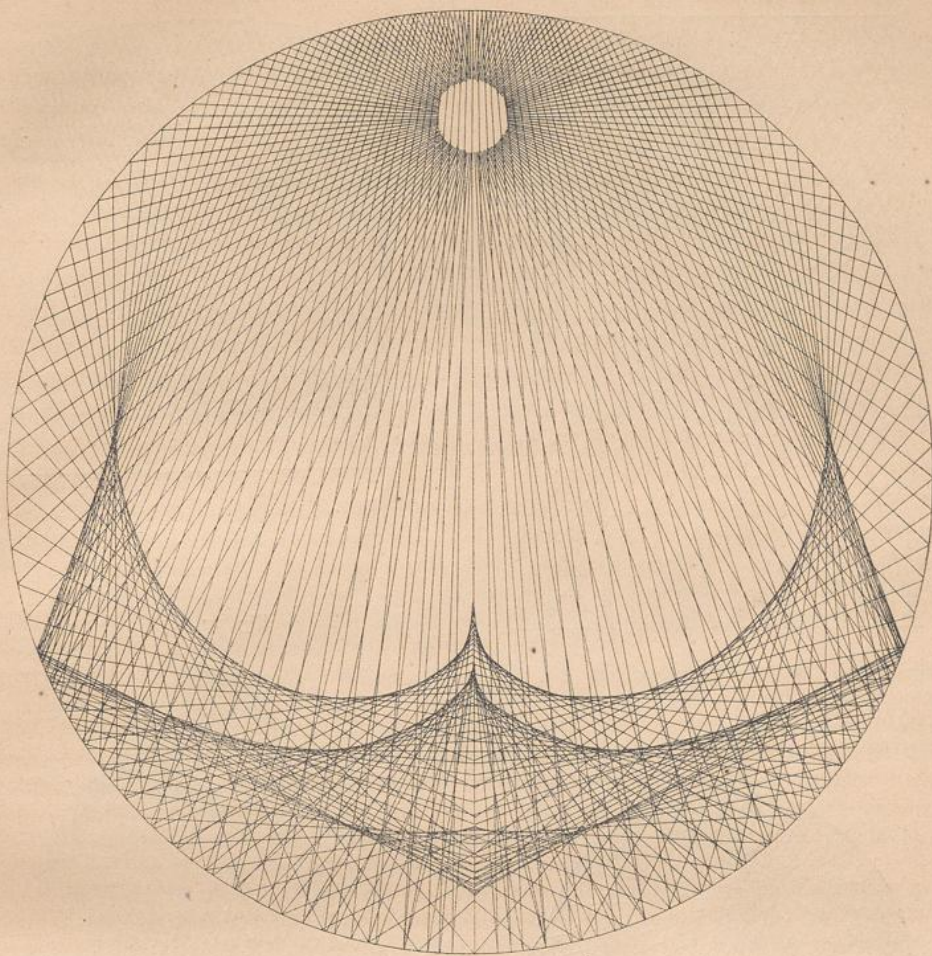
34-
Beschaffenheit
der
reflectirenden
Flächen.

Je glatter die Fläche ist, welche reflectirt, und je fester und dichter der betreffende Körper, desto vollkommener ist die Reflexion, welche dann allein durch die Elasticität der Luft bewirkt wird. Ueber das elastische Mittönen der Wände soll weiter unten (unter 3) gesprochen werden.

35-
Grundriffsform.

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

Langhans theilt in seiner »Katakustik« (in Fig. 46 u. 47) zwei Beispiele mit, worunter besonders das durch Fig. 36 wiedergegebene interessante Schall-Concentrationen zeigt. Diese können in doppelter Weise ungünstig wirken, entweder wenn sie wesentlich verschiedene Weglängen haben, oder durch die übermäfsige Stärke des Schalles, welcher für das Ohr erdrückend, ja betäubend wirken kann, wie in dem eben mitgetheilten Falle (früheres Theater auf dem Schiller-Platz in Berlin).

Fig. 36⁵⁸⁾.

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

Aber nicht bloß die Brennpunkte solcher Schallstrahlen sind gefährlich; sondern es liegen auch starke Schall-Concentrationsen nahe am Umfang, was für höhere Ränge von Theatern etc. von übler Wirkung sein kann. Aus diesem Grunde schlägt *Langhans* für die Brüstungen der Theater-Logen Querschnittsformen vor, welche den Schall stärker zerstreuen, als die Grundriffsform denselben sammelt. Brüstungen, wie die neben (Fig. 37) stehende, oder solche mit Balustern oder mit starkem Relief werden dies bewirken und sind in solchem Falle sehr zu empfehlen.

Es kann jedoch der Schall-Reflex auch ohne Concentration der Schallwellen sehr schädlich sein, wie dieses bei glatten geraden

Fig. 37.



58) Nach: LANGHANS, C. Ueber Theater oder Bemerkungen über Katakustik in Beziehung auf Theater. Berlin 1810.

Fig. 38.

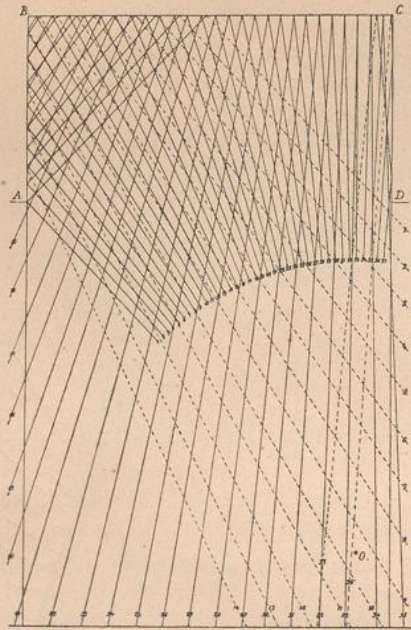


Fig. 39.

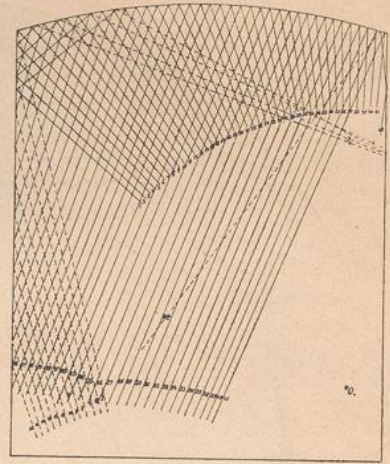


Fig. 41.

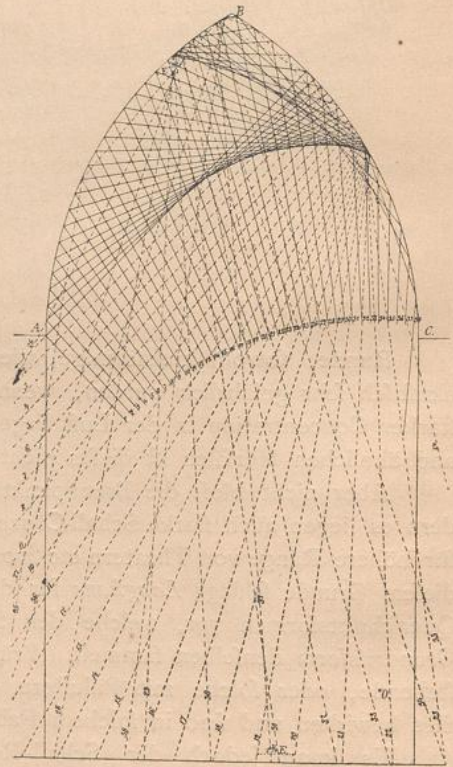
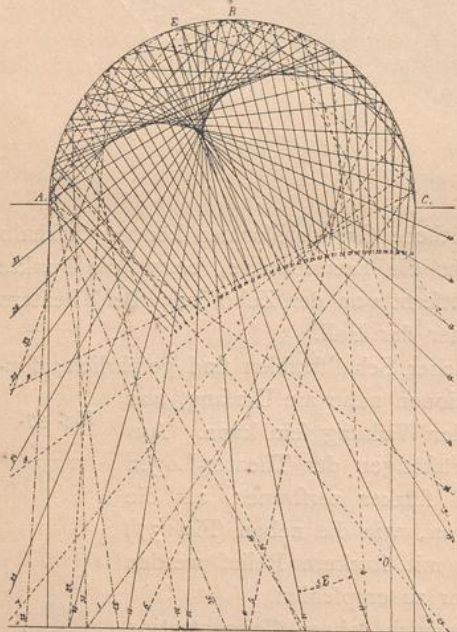


Fig. 40.



Nach: Zeitchr. f. Bauw. 1872, Bl. E.

Wänden sehr häufig und viel öfter der Fall ist, als von den Meisten angenommen wird.

So liegt ein wesentlicher Theil der sehr ungünstigen Schallwirkung in der *Schinkel'schen Nicolai-Kirche zu Potsdam*⁵⁹⁾ an den mit großen glatten Flächen versehenen Pfeilern und an den großen Wandflächen. Aehnlich ist es bei der *Thomas-Kirche in Berlin* und bei der *Synagoge in der Oranienburger Straße* daselbst; in letzterer wirken die spiegelglatten Marmorwände außerordentlich nachtheilig.

Die schädliche Wirkung glatter Wände tritt nach dem Entfernen von Holz-Emporen in mittelalterlichen Kirchen außerordentlich häufig ein. Diese Erscheinung ist sehr bekannt, weniger aber der Grund derselben; die Gewölbe der Kirchen sind in diesen Fällen meist ganz ohne Einfluss auf die Veränderung der Schallwirkung.

Verfasser hat an anderer Stelle⁶⁰⁾ eine Parallele verschiedener Deckenformen in ihrer Beziehung zur Schallwirkung mitgetheilt; dieselbe würde für die entsprechenden Grundriffsformen ganz eben so fein. Die Wirkung dieser Deckenformen auf den Schall-Reflex soll unter Bezugnahme auf Fig. 38 bis 41 hier besprochen werden.

Es zeigt sich, dass unter den betrachteten Formen die Stichbogenform (Fig. 39) die ungünstigste ist. Dieselbe würde es noch mehr sein, wenn, wie in dem früheren Theater auf dem Schiller-Platz in Berlin, das Gewölbe-Centrum etwa in der Ohrhöhe liegen würde. In diesem Falle würde an dieser Stelle ein Brennpunkt der Schallstrahlen sich bilden, während in Fig. 39 die Schallstrahlen das Gewölbe fast parallel verlassen. Abgesehen vom Reflexionsverlust wird demnach bei der Deckenform nach Fig. 39 der reflectirte Schall unten etwa gleiche Stärke, wie am Gewölbe haben.

In Fig. 38, 40 und 41 ist oberhalb in gleicher Höhe *AD*, *AC* und *AC* feste Wand, bezw. Gewölbe angenommen, während, wie im vorhergehenden Falle, die Schallquelle in *O* ist; unterhalb der festen Wand, bezw. Decke können Pfeiler, Säulen etc. vorausgesetzt werden. Es zeigt sich hier an dem Grade der Zerstreung auf den ersten Blick, dass unter den gewählten Beispielen die gerade Decke am ungünstigsten ist, dass dann das Spitzbogengewölbe folgt und zuletzt das Kreisbogen-Tonnengewölbe. Es wird dies vielleicht überraschend erscheinen, da gerade Decken vielfach sehr günstig sind; allein hierbei ist das Constructions-material wesentlich von Einfluss. Würde man horizontale Steindecken ohne wesentliche Vorsprünge etc. haben, so müsste der Nachhall außerordentlich stark sein.

Das an und für sich verhältnismässig ungünstig erscheinende Spitzbogengewölbe tritt selten in der einfachen Form der Fig. 41 auf, sondern meistens in der Form des Kreuzgewölbes, wo der untere schädlichste Theil fast ganz von den Rippen in Anspruch genommen wird. Bei der *Werder'schen Kirche in Berlin* sind jedoch über den schmalen Seitenschiffen derartige schmale Gewölbe, wie in Fig. 41, und es wirken dieselben überaus ungünstig.

Im Allgemeinen kann man unter sonst gleichen Verhältnissen das Kreisbogengewölbe als günstiger, wie das Spitzbogengewölbe ansehen; unter den Spitzbogengewölben sind diejenigen mit großem Radius im Allgemeinen ungünstiger, als diejenigen mit kleinerem Radius der Wölbung. Zweckmässig wird man bei Anwendung beider Gewölbeformen speciell beim Kreuzgewölbe die Kappen stechen, um dadurch eine stärkere Zerstreung des Schalles zu bewirken.

Es ist dieselbe in Fig. 42 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 zerstreuend wirkt, da die Concentration in der Nähe der Decke erfolgt.

Das Theater von *Runge* in Philadelphia⁶¹⁾ zeigt, wie sehr eine schwach trichterförmige Decke den Schall sammeln kann. Wie *Runge*⁶²⁾ von der oberen Galerie sagt, »hörte man daselbst auf dem allerletzten Sitze mit Bestimmtheit das Plätschern und Riefeln des etwa 32 mm (= 1/8 Zoll) starken Strahles

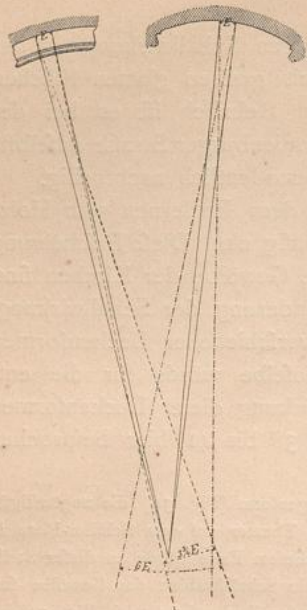
36.
Deckenform.

59) Siehe: Zeitchr. f. Bauw. 1872, S. 220 u. ff.

60) Ebendaf., Bl. F.

61) Siehe: Zeitchr. f. Bauw. 1860, S. 146 u. ff.

62) Ebendaf., S. 150.

Fig. 42⁶³⁾.

37.
Säulen
u. dergl.

»einer kleinen Fontaine am allerentlegten 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* weist⁶⁴⁾ den richtigen Grund in der Schall-Concentration der Decke nach; ein zweiter Grund möchte noch in der doppelten Reflexion der den oberen Theil der Galleriewände treffenden Schallwellen beruhen, wo die stark geneigte Decke (Fig. 44) den Schall nach den Sitzreihen herunter wirft.

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

Runde Säulen (Fig. 43) zerstreuen bei der Reflexion den Schall, eben so Cannelirungen (Fig. 45) nach dem Durchgang der Schallstrahlen durch den Brennpunkt. Dieser liegt im Allgemeinen um die halbe Länge des Radius von dem 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.

Fig. 43.

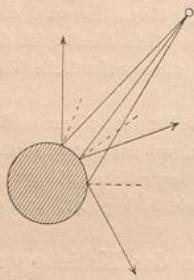


Fig. 44.

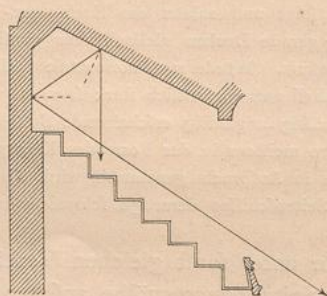
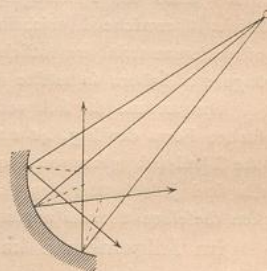


Fig. 45.



3) Mittönen von Wänden und Decken.

38.
Wirkung
mittönender
Flächen.

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 *Haage*⁶⁵⁾ 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

⁶³⁾ Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1872, Bl. F.

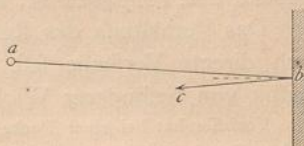
⁶⁴⁾ In: Zeitschr. f. Bauw. 1860, S. 336.

⁶⁵⁾ In: Zeitschr. f. Bauw. 1859, S. 587.

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 Aufsetzen 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 Aufsetzen 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 bei dem reflectirten Schallstrahl (Fig. 46) das Quadrat $(a b + b c)^2$ maßgebend, bei der neuen durch Mittönen entstehenden Schallquelle jedoch das Quadrat $b c^2$. 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 Hörfälen mit hölzernen Paneelen, wenn man in deren Nähe sitzt, beobachten.

Fig. 46.



Ein elastisches Mittönen, wie bei der Stimmgabel, weist Tyndall⁶⁶⁾ 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 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 Gefchoße, welche dieselbe mit zu genießen 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 dünnen elastischen Körper, welche eine nicht zu geringe Flächenentwicklung haben.

Wenn die mittönenden Flächen nahe der Schallerzeugungstelle liegen, so wirken sie auch auf größere Entfernungen, wie dies die Resonanzböden der musikalischen Instrumente beweisen. Es fällt hier die Entfernung des Resonanzbodens von der Schallquelle gegen die Entfernung der Zuhörer nicht mehr ins 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 Schaldeckel (über den noch unter 5 gesprochen werden wird) wirkt zum Theil durch Mittönen der Fläche, zum Theil durch Reflexion des Schalles, aber wegen der Nähe der Schallquelle auch bezüglich des Mittönens auf größere Entfernungen.

⁶⁶⁾ In: TYNDALL, J. *Sound*. 4th edit. London 1883. Deutsch von H. HELMHOLTZ u. G. WIEDEMANN. Braunschweig 1874. S. 95 bis 97.

39.
Mittönen
verschiedener
Materialien.

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

Wichtig würde es sein, wenn durch directe 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 ist. So wird Holz in Putz eingebettet einen geringeren Theil seiner Resonanz 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 Theil ersetzen können.

40.
Reflexions-
verlust durch
Mittönen.

Das Verhältniß des Reflexionsverlustes zum Mittönen der reflectirenden Wand durch directe 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 4cm Stärke diesen Reflexionsverlust auf über 75 Procent geschätzt⁶⁷⁾, während bei vergleichenden Versuchen, welche der Architect der Synagoge in der Oranienburger Straße zu Berlin mit einer geputzten Fläche und einer Marmorplatte anstellte, hervorging, daß gefchliffene und polirte Marmorplatten sehr wenig Reflexionsverlust ergeben⁶⁸⁾, wie dies auch andererseits aus dem starken Schallreflex der glatten Marmorwände dieses Bauwerkes hervorgeht.

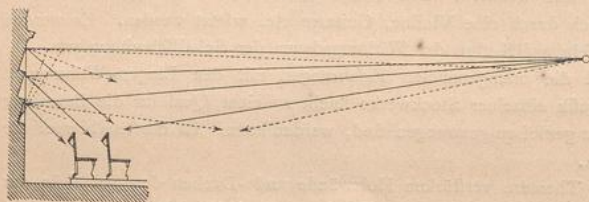
4) Deflexion des Schalles.

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 machen⁶⁹⁾.

Wie man durch Bekleiden mit Holz die Umfassungswände durch Mittönen

Fig. 47⁷⁰⁾.



für die Schallwirkung nützlich machen kann, so kann man dies auch durch Aenderung der Flächenneigung in den Wänden.

In Fig. 47 ist eine verticale Wand im Schnitt dargestellt. Ist dieselbe glatt, so werden die Schallwellen einer bestimmten Schallquelle zum

Theile weit in den Raum hinein zurückgeworfen und werden hier Collisionen mit den directen Schallwellen bewirken, während die in Fig. 47 dargestellte, partiell

Fig. 48.



Fig. 49.



Fig. 50.

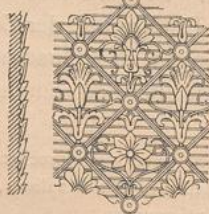
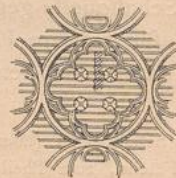


Fig. 51.



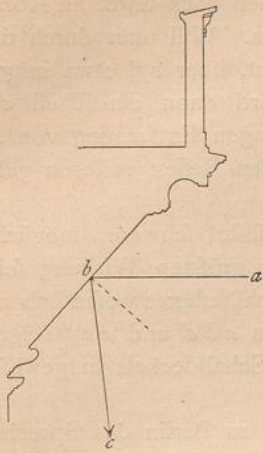
⁶⁷⁾ Siehe: Zeitschr. f. Bauw. 1872, S. 209 u. 210.

⁶⁸⁾ Siehe: Ebendaf., S. 209.

⁶⁹⁾ D. R.-P. Nr. 12135.

⁷⁰⁾ Nach: Deutsche Bauz. 1881, S. 9.

Fig. 52.



geänderte Wandneigung den Schall nach den Fig. 53. nahe gelegenen Sitzplätzen reflectirt. Die Fig. 48 bis 51 geben die Anwendung, wie dieses Princip, ohne den Flächeneindruck zu beeinträchtigen, durchführbar ist.

Dieselbe Wirkung tritt ein bei schrägen Unteransichten von Gesimfen, bei vorspringenden schrägen Unterflächen von Emporen etc. In Fig. 51 wird dies durch den dem Schallstrahl entsprechenden Linienzug *abc* ohne Weiteres klar.

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

In einer Kirche zu Pymont hat Verfasser bei den großen Wandflächen unterhalb der Emporen die in Fig. 53 skizzirte Quaderung angewendet und dadurch sehr günstige Resultate bezüglich der Schallerstreuung erreicht; die Wände zeigen keinen schädlichen Schallreflex. Eben so wirken die mit einem sorgfältigen, in der äußeren Erscheinung nicht hervortretenden Steppputz versehenen Gewölbe der Kirche; jedoch wirkt Beides nur zerstreud, 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 durch einfache Mittel wirkungslos sich zerstreudenden Schall nützlich, so wie schädlichen Schallreflex wirkungslos machen können. Für das Erstere sei noch bei ansteigenden Emporen oder Sitzreihen in Fig. 54 ein Beispiel angeführt. Schwach gebogene Flächen der Rückwände unterhalb der oberen Abschlussgesimfe werden hier den Schall nahe dem Ohr des Hörenden concentriren, besonders wenn die reflectirende Fläche aus festem, glattem Material gebildet ist.

Fig. 54.



42.
Anordnung
der
geneigten
Flächen.

5) Schalldeckel.

Es ist schon in Art. 38 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.

Was zunächst die Größe 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 abzusperren, so wird man von der Schallquelle die geeigneten Richtungslinien *ab* (Fig. 55) 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 Schall-

Fig. 55.



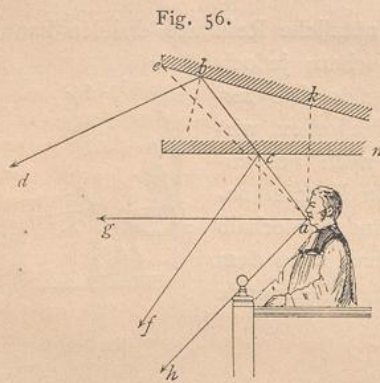
43.
Größe.

decke ef elastisch mitfchwingt und mittönt. 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 Stofs sich in Wärme umsetzt.

44.
Neigung
und
Material.

Für die Wirkung auf grössere Entfernung wird eine feste, schwere, möglichst glatt polirte, etwas geneigte Platte ek (Fig. 56) von der grössten Wirkung sein, während ein horizontaler 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.

Wie in der Synagoge in der Oranienburger Strasse zu Berlin das Sprechen des nach der Altarnische sich wendenden Predigers gegen eine polirte Marmorplatte zeigt, ist 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 gesammte dieselbe treffende Theil des Schalles mit sehr geringem Verlust für den Hörsaal, bezw. die Kirche nutzbar.



Vergleicht man den durch gah bezeichneten Theil der Schallwelle, welcher direct nutzbar wird, mit dem Theil 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 in Betreff 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.

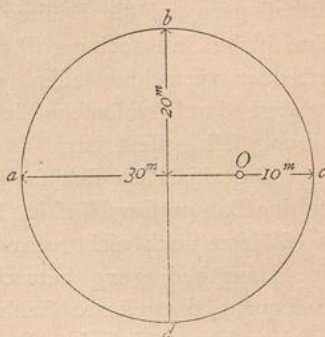
45.
Wesen
der
Diffusion.

Beim Schall, wie beim Licht tritt die Schall-, bezw. Lichtwirkung nicht blofs 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 blofs durch Schallreflex. Man hört auch 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.

Nimmt man den Redner in O (Fig. 57) an, so wird man nach vorn etwa dreimal fo 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 fo fern man nicht durch künstliche Mittel die Wirkung der Stimme unterstützt. Ohne solche Mittel, wie sie z. B. ein Schaldeckel 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 Schaldeckel kann man die Grenze guten Hörens wesentlich weiter ziehen ⁷¹⁾.

Fig. 57.



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

Beispiele einer solchen Untersuchung sind in der unten ⁷²⁾ genannten Quelle mitgetheilt. Es empfiehlt sich, eine solche Untersuchung bei allen gröÙeren Hörfällen bereits im Entwurf vorzunehmen, wenn man nicht schon vorher durch vielfache Untersuchungen ein genügendes Urtheil für den einzelnen Fall gewonnen hat.

⁷¹⁾ Siehe auch Theil IV, Halbbd. 1 (Art. 241 bis 245, S. 245 bis 247) dieses »Handbuches«.

⁷²⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1872, S. 213 bis 222.

46.
Maßstab.

47.
Raum-
untersuchung.

48.
Prüfung
in den
Entwürfen.

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 Untersuchung ist allerdings immer sehr schwierig; dieselbe wird sich aber erst dann vermeiden lassen, wenn sich für gewisse Raumformen das akustisch Nothwendige durch wissenschaftliche Untersuchungen und die daran sich knüpfende Erfahrung fest gestellt hat.

Die alljährlich sich fortsetzenden ungünstigen Erfahrungen über unzweckmäßig für den Bau großer Hörsäle, Kirchen, Theater etc. verwendete große Summen haben es bis jetzt noch nicht vermocht, dahin zu führen, daß für Hörsäle 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.
Erkenntniß
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 ein Erkenntniß der Fehlerursachen wichtig. Dieses 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 directen Beurtheilung entzieht. Es wird hierbei die Untersuchung des Raumes auf Grund von Zeichnungen häufig die Beurtheilung wesentlich erleichtern.

Man würde auch bald zu einem rascheren Resultat 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 Untersuchungen und Arbeiten, mehr als bisher geschehen ist, zuwenden müssen.

50.
Mittel.

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 ein Mitschwingen versetzt 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 verticale Wandflächen horizontal ausgespannte Netze meistens unwirksam sein.

Die ersten Angaben über dieses etwa seit 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 rationeller 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. Favaro⁷³⁾ theilt hierüber folgende Einzelheiten mit.

Nach J. M. Allen wurden 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 Dolbear⁷⁴⁾ sollen es Drähte von der Dicke der Clavierfasen 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 Resultate erzielt worden. Im Sitzungsraume 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 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 dieses 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 mit-schwingenden Flächen entziehen dem Schall seine Kraft und werden an richtiger Stelle angewandt vielfach nützlich wirken.

Ein Raummachen der Wandflächen, eine Stuck-Ornamentation etc. können die gleiche Wirkung haben. So wirken beispielsweise in der 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 dieses nicht an den größeren Dimensionen; vielmehr müßte daselbst ein concentrirter Schallreflex ein noch deutlicheres Echo bewirken.

Die Erkenntniß der Fehlerursachen ist jedoch überall das wichtigste und wird dafür in vielen Fällen die vom Verfasser angewandte und in der unten⁷⁵⁾ stehenden Quelle dargestellte Methode ausreichend Licht geben. Jedoch müssen präzise 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.

⁷³⁾ In: FAVARO, A. *L'acustica applicata alla costruzione della salle per spettacoli e pubbliche adunanze.* Turin 1882.

⁷⁴⁾ DOLBEAR, A. E. *The telephone etc.* Boston 1877.

⁷⁵⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1872, S. 190.

- 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 Grundätze*. 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 Profceniums, 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.
- 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.
- The acoustic properties of rooms. Builder*, Bd. 19, S. 469, 578.
- ORTH. *Verhältniß der Akustik in baulicher Beziehung*. *Zeitschr. f. Bauw.* 1864, S. 296.
- 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 u. G. WIEDEMANN. Braunschweig 1874.
- Acoustics and buildings. Builder*, Bd. 27, S. 402.
- HELMHOLTZ, H. *Die Lehre von den Tonempfindungen etc.* 3. Aufl. Braunschweig 1870.
- 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 Separat-Abdruck 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 acoustical improvement of large halls. Engng.* Bd. 28, S. 399.
- The acoustical 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.

Oakey, 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.

TYNDALL, J. *Sound.* 4th edit. London 1883.

3. Kapitel.

Glockentühle.

Von KÖPCKE.

Schon seit dem frühen Mittelalter finden wir die Thürme der christlichen Kirchen, später auch die Festungs- und Rathhaustürme (Belfriede) für die Zwecke der bürgerlichen Gemeinden mit Glockengeläuten versehen; jedoch kommen erst seit der Mitte des 13. Jahrhunderts grössere gegoffene Glocken vor, deren Anbringung und Bewegung uns hier zu beschäftigen hat.

51.
Allgemeines.

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 Achse 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 Verhältnisse 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 Achsenschnitt 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 ist.

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 Gusstahl 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-Modul und umgekehrt mit dem specifischen Gewichte zunimmt. Da nun Gusstahl einen grösseren Elasticitäts-Modul und ein kleineres specifisches Gewicht, als Bronze hat, so müssen Gusstahlglocken höhere Töne geben, als gleich dimensionirte Bronze-Glocken; sie müssen daher behuf Ergänzung 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 Junck'schen Tabelle⁷⁶⁾ mit ca. 72 bis 75 Procent des Gewichtes der Bronze-Glocken hergestellt.

Es ist indessen selbst bei Verwendung gleichen Materials wegen der mechanischen Einwirkungen

⁷⁶⁾ In: JUNCK, D. V. Wiener Baurathgeber etc. Wien 1880. S. 249.

der flüssigen Glockenmasse auf die Gufsform 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 aufser dem Haupttone noch mehrere andere Töne, insbesondere die nächst höhere Octave und dazwischen die kleine oder grofse Terz oder Quarte unterscheiden lassen. Da nun beispielsweise drei Glocken, wovon die größte den Grundton *C*, die mittlere die grofse Terz *E* und die kleinste die Quinte *G* liefert, während alle drei daneben die ihrem Haupttone zugehörige grofse Terz als Zwischenton geben, die Töne

C *E* *C*
 E *Gis* *E*
 G *H* *G*

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 Abänderung 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 Dimensionen und oft das Bestreben der Glockengießer hinzu, möglichst an Material zu sparen, und es ist daher erklärlich, daß die vorhandenen Tabellen über Glockengewichte grofse 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 grof und schwer, eine Annahme, die wir der Einfachheit halber und weil es sich bei der Berechnung der Glockenstuhl-Constructionen nur um die Kraftwirkungen beim Läuten handelt, gleichwohl behuf Berechnung von Zahlenbeispielen zu Grunde legen werden.

a) Theoretische Untersuchungen.

52.
Elemente
der
Berechnung.

Eine schwingende Glocke ist als ein physisches Pendel anzusehen. Man bedarf daher behuf 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 gesuchten Größen sind auf den größten Glockendurchmesser am unteren Rande als Einheit zu beziehen. Es ist im Folgenden die deutsche Rippe ⁷⁷⁾, als die in Deutschland gebräuchlichste, den Ermittlungen zu Grunde gelegt und 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 Hohlraum gefundenen Größen von der Summe der für die Oberfläche berechneten subtrahirte ⁷⁸⁾.

Die gefundenen Größen sind 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 Schwerpunktsachse	$\mathcal{I} = 0,005437 D^5 \frac{\gamma}{g},$
oder	$\mathcal{I} = 0,10397 Q D^2 \frac{\gamma}{g} \text{ 79)}.$

⁷⁷⁾ Dieselbe ist beschrieben und gezeichnet zu finden in:

ORTE. Glockenkunde. Leipzig 1858. S. 63.

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

⁷⁸⁾ Bei dieser recht mühsamen Arbeit hat mir Herr Ingenieur *Otto Klette* vortreffliche Hilfe geleistet, wofür ich an dieser Stelle bestens danke.

⁷⁹⁾ Durch Zerlegen in 12 Ringe und unter Annahme der Mittellinien derselben als Schwerlinien hat Verf. früher

Für Glocken, die nach der französischen Rippe geformt sind, hat *Schinz*⁸⁰⁾ durch Zerlegung des Glockenprofils der Höhe nach in 20 Ringe, »welche ohne erheblichen Fehler so angenommen werden konnten, als ob die ganze Masse im Umfange des Kreises 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

$$Q = 0,019373 D^3.$$

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 unseren obigen Werth entsprechend um, so folgt (nach Gleichung 42. in Theil I, Bd. 1, S. 266 dieses »Handbuches«)

$$\mathcal{I}_1 = \mathcal{I} + 0,23462^2 Q \frac{\gamma}{g} = D^5 \frac{\gamma}{g} (0,005437 + 0,2346^2 \cdot 0,032292) = 0,008315 D^5 \frac{\gamma}{g},$$

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

Die Differenz wird geringer, wenn man das Trägheitsmoment in Q und D^2 ausdrückt, mithin das Volum, welches 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 unserer Glocke findet:

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

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

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

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 läfzt.

Die Angaben *Veltmann's*⁸¹⁾ über die Kölner Kaiferglocke sind folgende.

Die Glocke misst $3,42^m$ im unteren Durchmesser und $2,73^m$ in der Höhe; sie hat demnach ein Verhältniß der Höhe zum Durchmesser wie 12 : 15, entsprechend der französischen Rippe, wie sie auch bei der von *Schinz* gemessenen sich vorfindet. Die Zahlenangaben sind in Metern und Kilogrammen gemacht, müssen daher, um auf den unteren Durchmesser zurückgeführt werden zu können, mit der entsprechenden Potenz von $3,42$ und dem specifischen Gewicht der Bronze = $8,810$ dividirt werden. *Veltmann* beziffert nun die Masse zu $26\ 883\text{ kg} = 0,082968 D^3 \gamma$. Das Trägheitsmoment in Bezug auf die Schwerpunktsachse

$$= \frac{1}{g} 40\ 096\text{ kg qm} = 0,01058 D^5 \frac{\gamma}{g}.$$

Während also das Trägheitsmoment nahezu den doppelten Werth gegenüber jenem bei der deutschen Rippe hat, ist auch das Gewicht mehr als $1\frac{1}{2}$ -fach so grofs, was durch die (sehr starke) Krone, welche wir nicht mitgerechnet haben und die auch von *Schinz* in die obigen Zahlen nicht mit eingerechnet ist, zum Theile sich erklärt.

Das Gewicht einer Glocke von 1^m Durchmesser nach der deutschen Rippe ergibt sich nach unserer obigen Ziffer beim specifischen Gewicht von $8,81$ zu $0,052792 \cdot 8810 = 460,7\text{ kg}$, ausschliesslich der zur Befestigung an die Drehachse dienenden Theile, der sog. Krone; dagegen wiegen die nach dieser Rippe vom Glockengiefser *Grofse* in Dresden ausgeführten Glocken der Johannis-Kirche⁸²⁾ einschliesslich der Krone die C-Glocke von $1,57^m$ Durchmesser $1853,8\text{ kg}$ oder durch Division mit $1,57^3$ auf 1^m Durchmesser reducirt

diesen Werth zu $0,0081 Q D^2 \frac{\gamma}{g}$ gefunden (vergl. Protokoll der 75. Hauptversammlung des Sächf. Ingenieur-Vereins).

⁸⁰⁾ Siehe dessen am 26. Dec. 1863 in Bern gehaltenen und veröffentlichten Vortrag.

⁸¹⁾ In dessen Schrift: Die Kölner Kaiferglocke etc. Bonn 1880.

⁸²⁾ Nach gefälliger Angabe ihres Verfertigers.

478,3 kg; die E-Glocke von 1,22 m Durchmesser 912 kg oder auf 1 m Durchmesser reducirt 502,3 kg; die G-Glocke von 1,05 m Durchmesser 503 kg oder auf 1 m Durchmesser reducirt 434 kg.

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

$$\frac{1853,5 + 912 + 503}{1,57^3 + 1,22^3 + 1,05^3} = 477,6 \text{ kg,}$$

während die nach französischer Rippe gegossene, von Schinz unterfuchte Des-Glocke (in der Heiligengeist-Kirche zu Bern) bei 1,575 m Durchmesser ein Gewicht incl. Krone, »auf welche 125,5 kg gerechnet worden sind,« von 2376 kg besitzt; demnach auf 1 m Durchmesser reducirt das Gewicht von $\frac{2366}{1,575^3} = 608,1 \text{ kg}$, und wenn man, um mit unserem 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 factische 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 $0,009373 \cdot 1,575^3 \cdot 8810 = 2043,5 \text{ kg}$ oder für 1 m Durchmesser berechnet zu 523,8 kg, ausschließlich 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 Tabellen⁸³⁾ zwar als 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 würde.

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

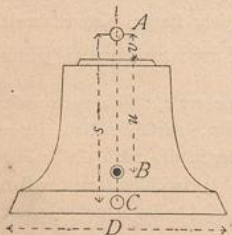
$$\mathcal{F} = 0,10397 Q \frac{\gamma}{g} D^2$$

gerechnet werden.

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

Bei der gewöhnlichen Aufhängungsart liegt die Drehachse stets erheblich höher, als die Krone der Glocke, und zwar fand sich bei mehreren deshalb angestellten Messungen der Abstand v (Fig. 58) zu $1\frac{2}{3}$ Schlag oder, da 14 Schlag auf den Durchmesser gehen, $v = 0,119 D$.

Fig. 58.



Wird nun vom Eigengewichte der Achse, wie vom statischen und Trägheitsmomente derselben, welche augenscheinlich auf Verkleinerung der Centrifugalkraft und somit der Beanspruchung hinwirken, im Interesse der Sicherheit abgesehen, so ergibt sich für die Glocke allein der Abstand s des Schwingungspunktes C von der Drehachse A

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

oder in Zahlen

⁸³⁾ Eine solche ist in der »Deutschen Bauzeitung« 1870, S. 238 enthalten und in Klaffen's »Handbuch der Hochbau-constructionen in Eisen« (Leipzig 1876), S. 230 auszugsweise wieder gegeben. Darin ist eine Glocke von 1 m Durchmesser zu 537 kg Gewicht veranschlagt.

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

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 Drehachse Gebrauch zu machen.

Es sei nun (Fig. 59) 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 ω ist und $v + u = r$ gesetzt wird, die Gleichung

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

oder, da

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

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

woraus

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

Nehmen wir nun an, daß der Schwerpunkt bei der höchsten Lage der Glocke sich um die Größe a über die Drehachse erhebt, dann ist die Fallhöhe beim Neigungswinkel α gegen die Verticale

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

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 Drehachse mit ρ , 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

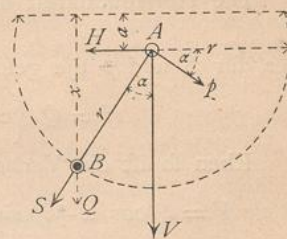
$$\frac{Q}{g} r \omega^2.$$

In derselben Richtung wirkt die nicht zur Hervorbringung von Beschleunigung thätige Componente des Glockengewichtes $= Q \cos \alpha$; es ist somit die Spannung in der Pendellinie der Glocke

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

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

Fig. 59.



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

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 Drehachse 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 Horizontalkraft der schwingenden Glocke ist nun

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

oder, für S und p die gefundenen Werthe eingesetzt,

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

Eben so ist die Verticalkraft

$$V = S \cos \alpha + p \sin \alpha = Q \left(\cos \alpha + \frac{2x}{s} \right) \cos \alpha + \frac{\mathcal{F}g}{rs} \sin \alpha^2 \text{⁸⁴⁾,$$

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

Beispiel. Es ist der größte Werth der Horizontalkraft 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

$$x = r (\sin 20^\circ + \cos \alpha) \quad \text{und} \quad r = (0,560045 + 0,119) D = 0,619045 D,$$

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

$$0,787 \frac{H}{Q} = 1,837138 \sin \alpha \cos \alpha + 0,423452 \sin \alpha.$$

Die Bedingung des Maximums für H ist somit

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

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

woraus

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

Der größte Werth der Horizontalkraft aber ist

$$\frac{H}{Q} = \frac{1,837138}{2} \sin 98^\circ 33' 16'' + 0,423452 \sin 49^\circ 16' 38'' = 1,562.$$

Die größte Horizontalkraft 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 horizontal beansprucht.

⁸⁴⁾ Siehe *Keck's* abgekürzte Herleitung in: *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1872, S. 635.

Die größte Verticalkraft entsteht bei Durchschreitung der Verticalen für $\alpha = 0$, und es beträgt 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 Verticaldruck 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.

Die bedeutende Centrifugalkraft, welche bei dem 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. bei dem Geläute im Katharinen-Thurme zu Osnabrück zur Anwendung gekommen ist, zeigt Fig. 60.

Der Zapfen von 28mm Halbmesser ist an der Auflagerstelle nach einem Halbmesser von nur 6mm abgerundet und 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, bei welcher nicht Gleit-, sondern Rollbewegung des Zapfens stattfindet.

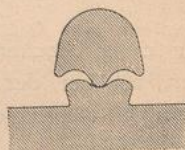
Der (mittels Haken eingefetzte) Zapfen ruht auf einer ebenen Gufsplatte, die in der Mitte ihres äufseren Randes einen Zahn trägt, über den eine Nuth im Zapfenende faßt, wodurch die wälzende Bewegung begrenzt und ein Ausgleiten des Zapfens verhindert wird.

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. 61 eine Abbildung derselben.

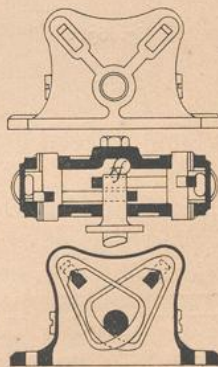
54.
Verminderung
der Zapfen-
reibung.

Fig. 60.



Offenes Zapfenlager.
1/5 n. Gr.

Fig. 61.



Bochumer Glockenlager⁸⁵⁾.

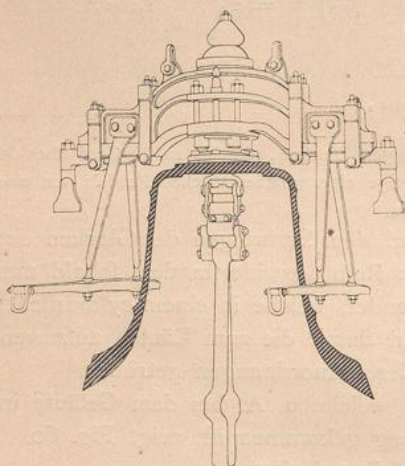
⁸⁵⁾ Nach: Deutsche Bauz. 1871, S. 125 und: Prospect des Bochumer Vereins für Bergbau und Gufstahlfabrikation.

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

55.
Pozdech's
Glocken-
Armierung.

Selbstverständlich kann die Verminderung der Zapfenreibung der Glocken nur dazu dienen, die beim Läuten aufzuwendende mechanische Arbeit herabzumindern. Die neueren Aufhängungsmethoden von *Pozdech* und von *Ritter* haben nun außer

Fig. 62.



Pozdech'sche Glocken-Armierung.

der Verminderung der Arbeit des Läutens noch den Zweck, die Kräftewirkungen auf den Glockenstuhl und damit auf den Thurm möglichst herabzumindern, so wie ferner den Raum, welchen die Glocke zum Schwingen braucht, zu verkleinern, fomit die Unterbringung der Glocken zu erleichtern.

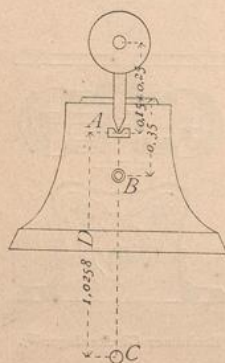
Von einer Glocke mit der *Pozdech'schen* Einrichtung geben wir in Fig. 62 eine perspectivische Abbildung, in welcher zugleich der Achsenschnitt (Rippe), Form und Aufhängung des Klöppels und die beiden zur Anbringung der Zugseile bestimmten Hebel zu erkennen sind.

Wie aus dieser Abbildung zu entnehmen, liegen die Stützpunkte der im Kirchturme 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 angestellten Messungen — genaue Angaben waren nicht zu erhalten — ist in Fig. 63 schematisch wiedergegeben.

Man kann die Schwere des Helmes, einschliesslich des Gegengewichtes, zu $\frac{1}{4}$ des Glockengewichtes und dessen Schwerpunktsabstand über dem Glockenscheitel zu $\frac{1}{4}$ des unteren Durchmessers annehmen, während die Drehachse um $0,15$ des unteren Durchmessers unter dem Glockenscheitel liegt. Wird nun auf das (verhältnismässig 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. 63.



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

Das Trägheitsmoment des Ganzen um die Schwerpunktsachse 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 Schwingungsachse liegt $0,15 D$ unter dem Glockenscheitel, mithin in einem Abstände von $AB = 0,35 - 0,15 = 0,2 D$ über dem Schwerpunkte.

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

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

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 Achse

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

Der Ausschlagwinkel der Glocken ist meist 50 Grad und äußersten Falles 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 Horizontalkraft bei einem Neigungswinkel α gegen die Verticale, wenn Q das Gewicht der eigentlichen Glocke darstellt, zu

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

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

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

Die größte Vertikalkraft ergibt sich für $\alpha = 0$ zu

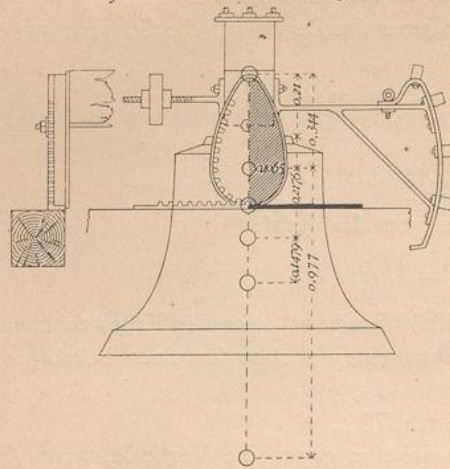
$$V = \frac{5}{4} Q \left(1 + \frac{2x}{s} \right),$$

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

Da das Gesamtgewicht der Glocke incl. 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 horizontalen Ebene rollt und zur Verhütung allfälligen Gleitens seitlich mit Zähnen versehen ist, zur Anwendung kommt.

Wie Fig. 64 u. 65 zeigen, 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

Fig. 64.
Ansicht.Fig. 65.
Schnitt.

Ritter's Glocken-Aufhängung.

beträgt. Es beschreibt mithin jeder Punkt des ganzen Systemes beim Schwingen eine Cycloide, und diese Cycloiden sind für alle Punkte, welche über den Umfang der Scheibe hinausliegen, verschlungene.

Die Schwingungsdauer eines Pendels dieser Zusammenfassung ist von Euler für kleine Auschlagwinkel berechnet und in Fullien'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 mäsig große Auschlagwinkel, einen verhältnismäßig kleinen Scheiben-Radius und ein großes Trägheitsmoment der Masse um ihren eigenen Schwerpunkt, kann man einfach die Scheibenmittelpunkte als feste Endpunkte der

Drehachse betrachten, und es stimmen mindestens die über die Schwingungsdauer bei dem 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. 61 vorzuführenden Beschreibung des Werdauer Geläutes noch weiter verfolgt werden.

b) Beschreibung einiger Glockenstuhl-Constructionen.

57.
Katharinen-
Kirche zu
Osnabrück.

Im Thurme der Katharinen-Kirche zu Osnabrück war statt eines alten, durch Brand zerstörten ein neues Geläute von 4 Glocken, deren größte (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 durch einen hohen Stuhl zu stützen, so war bloß ein Gebälk herzustellen, welches in dem Thurmmauerwerk in der angegebenen Höhe seine Auflagerung erhielt. Auch von der Anwendung der Pozdeck'schen oder Ritter'schen Aufhängungsweise wurde abgesehen, weil der Thurm, der das alte Geläute Jahrhunderte lang ohne Schädigung getragen, mehr als genügende Stabilität besitzt, um den beim Läuten entstehenden Kräften widerstehen zu können, und weil man bei der gewöhnlichen Aufhängung stärkere Tonwirkungen erwartete.

Das Mauerwerk zeigt (Fig. 66) an zwei einander gegenüber liegenden Seiten einen Abfatz, auf den die Hauptträger gestützt sind, während eine Auflagerung der Enden der Querträger bei der Stärkenberechnung 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 Fachwerksträger von 1,75 m Höhe; die Querträger sind mit 1,50 m 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, woraus für den Mittelträger sich die in Fig. 68 dargestellte Anordnung ergab. Die Querträger haben nur eine einfache Dreiecksverbindung erhalten, da solche für ihren Zweck genügt. Es ist außer den Knotenblechen ausschließlich Winkelisen zur Anwendung gekommen und bei der Berechnung der Eisenstärken eine Beanspruchung von 600 bis 700 kg pro 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 pro 1 qcm berechnet, und es ist in dieser Weise mit dem bloßen Reibungswiderstand derselben, den man bekanntlich auf 750 kg pro 1 qcm schätzt, mit Sicherheit auszukommen. Um dies zu erreichen, sind die Enden der Diagonalen gabelförmig hergerichtet, so daß sie die Knotenbleche umfassen, wobei verkröpfte Flacheisen zur Anwendung gekommen sind, wie dies Fig. 67 erkennen läßt. Das Gewicht des ganzen Gebälkes ist bei einer Grundfläche von 132 qm gleich 12719,6 kg an Schmiedeeisen, also pro 1 qm gleich 96,4 kg; die gesammten Kosten, mit 450 Mark Einheitspreis pro Tonne, haben 6386 Mark incl. Anfricht etc. betragen.

Das Gebälk ist unter Freilassung des Raumes für die Glocken mit einem hölzernen Fußboden abgedeckt. Das Project zu der Restauration der Kirche und des Thurmes ist von Baurath *Stüve* in Berlin, zum Glockenstuhl vom Verfasser dieses aufgestellt; die Bauleitung hatte Architekt *Dreyer* in Osnabrück; das Glockengebälk ist von der Firma *Ruetz & Co.* in Rothe Erde bei Aachen geliefert und seit 1871 in Gebrauch⁸⁶⁾.

Fig. 67.

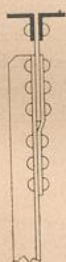
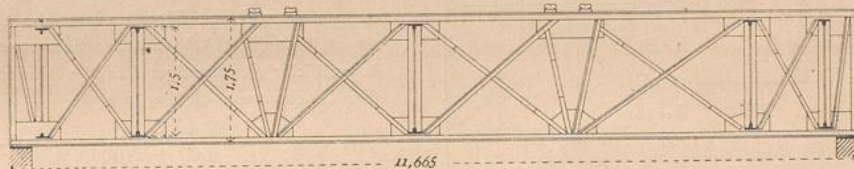


Fig. 68.

Mittelträger. — 1/100 n. Gr.



Glocken-Gebälk der Katharinen-Kirche zu Osnabrück.

Der auf dem Kirchthurm zu Neuenkirchen bei Osnabrück 1876 ausgeführte Glockenstuhl (Fig. 69 bis 72) hat gleichfalls für ein in gewöhnlicher Weise aufgehängtes, somit den Stuhl stark beanspruchendes Geläute zu dienen, ist aber im Uebrigen ein Bockgerüst, welches in 3 m Höhe über dem Fusse die Lager der Glocken trägt.

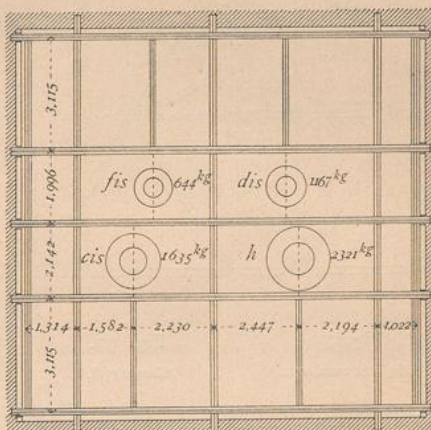
Die Glocken geben die ersten drei Töne der *D-dur*-Scala (*D*, *E* und *Fis*) und wiegen 1350 kg = *D*, 950 kg = *E* und 638 kg = *Fis*. Unter Bezugnahme auf die Berechnung in Art. 53 (S. 52) erfolgt die größte Horizontalwirkung unter der Annahme eines Ausschlags von 110 Grad zu jeder Seite der Verticalen oder um 20 Grad über den Horizont hinaus bei der Stellung von 49° 16' 38" gegen die Verticale und hat den Werth $H = 1,502 Q$, und da $Q = 1350 + 950 + 638 = 2938$ kg, so ist

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

⁸⁶⁾ Vergl. *Stüve*. Wiederaufbau der St. Katharinen-Kirche zu Osnabrück im Jahre 1880. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1882, S. 21.

Fig. 66.

Grundrißs. — 1/200 n. Gr.



58.
Kirche
zu
Neuenkirchen.

Der gleichzeitig stattfindende Verticaldruck auf das Glockenlager ist

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

oder in Zahlen

$$\frac{V}{Q} = \left(0,6624 + 2 \frac{0,211726 + 0,619045 \cdot 0,6524}{0,787} \right) 0,6524 + \frac{0,310297}{0,619045 \cdot 0,787} : 0,57434,$$

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

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

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

$$\text{tg } \beta = \frac{4589}{4609} = 0,99562, \text{ woraus } \beta = 44^\circ 52' 4''^{87)}$$

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 Horizontalzuges die Kräfte resultante unter 45 Grad gerichtet und die Grösse derselben zu $2\frac{1}{2}$ des Gewichtes der schwingenden Maffen annehmen.

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

Bei dem Verticaldruck der schwingenden Glocken von 4609 kg und dem Eigengewichte des Glockenstuhles von 2400 kg (2392 kg) fällt der Schwerpunkt in dem Augenblicke gleichzeitiger stärkster Horizontalwirkung aller Glocken von 4589 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 Verticalen ist

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

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

Was nun die Festigkeit des Gerüstes 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 Horizontalwirkung der gleichzeitig schwingenden Glocken ist daher *in maximo*

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

⁸⁷⁾ Die Abweichung dieses Resultantenwinkels β von α rührt, wie leicht ersichtlich, von der Seitenkraft F (siehe Art. 53 und Fig. 59) her.

Fig. 69.
Längsansicht.

Fig. 70.
Seitenansicht.

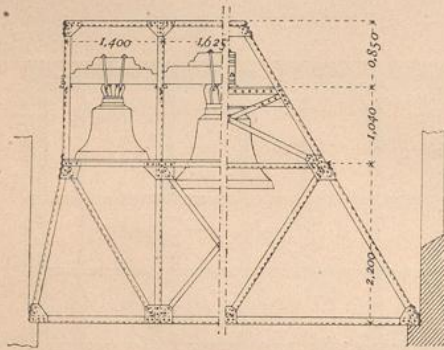
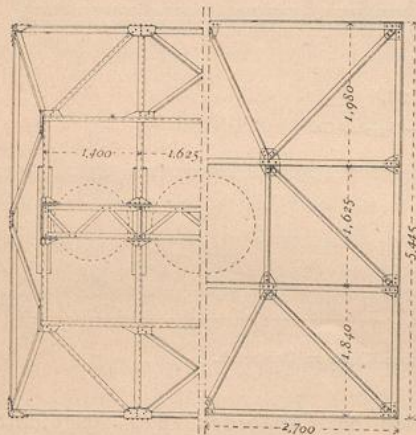


Fig. 71.
Ansicht von oben.

Fig. 72.
Grundriss.



Glockenstuhl zu Neuenkirchen.
 $\frac{1}{100}$ n. Gr.

Als Vertikalkräfte haben wir zunächst die Componente des Glockendruckes

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

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 von dem Gesamtdruck $= \sqrt{1795^2 + 2404^2} = 3000 \text{ kg}$, welcher Druck nahezu parallel dem Sparren wirkt, auf letzteren

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

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

Die Knickfestigkeit wurde nach der Formel (Gleichung 148. in Theil I, Bd. 1, S. 312)

$$P = \frac{K F \mathcal{F}}{\mathcal{F} + \alpha F l^2}$$

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

$$P = \frac{2,8 \cdot 16}{1 + 0,000044 \frac{220^2 \cdot 16}{130,43}} = 35,5 \text{ Tonnen;}$$

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

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 2,2 m Höhe und 5,43 m Länge, genügend steif, um jede Deformation des Stuhles auch dann zu verhüten, wenn etwa bloß die 4 Ecken des Mauerwerk berühren sollten, für welchen Fall sich eine Gurtungsspannung, bezw. Pressung (wie aus der Zeichnung leicht zu entnehmen) von $\frac{4200 \cdot 2 - 1200 \cdot 0,4}{2,2} = 3600 \text{ kg}$ oder bei 12 qcm Querschnitt von 300 kg pro 1 qcm einstellt.

Zur Uebertragung der horizontalen Kräfte auf die 4 Ecken oder auch auf die Mittelpunkte der parallel zur Schwingungsrichtung liegenden Endrahmen ist auch noch eine Horizontalverstrebung angebracht, mit deren Hilfe das Fachwerksystem Fig. 72 gebildet wird. Da es sich bei diesen Theilen lediglich um die Horizontalkräfte handelt, so ist deren Beanspruchung noch geringer, als bei den Sparren und den Mittulgurtungen. Zur Minderung der Schwingungsbewegungen ist auf dem Glockenstuhl noch die aus Fig. 71 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 Anfrich 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 $\frac{2400}{29,48} = 81,4 \text{ kg}$.

Der verhältnismäßig hohe Einheitspreis pro Tonne der hier bis jetzt beschriebenen beiden Glockenstühle ist darin begründet, das dieselben für die vorliegenden besonderen Fälle projectirt 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 Aus-

führung, 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 Kirchtürme so wünschenswerthe Steifigkeit der Glockenfüße 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.

59.
Johannis-
Kirche
in Dresden.

Eine für eiserne Glockenfüße vielfach gewählte Anordnung geben wir in Fig. 73 bis 76, welche den vom Glockengießer *Große* 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

Fig. 73.
Seitenansicht.

Fig. 74.
Längsansicht.

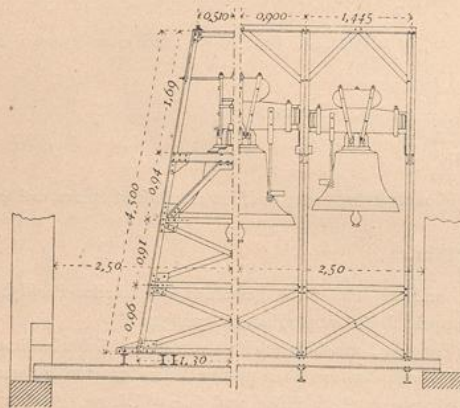
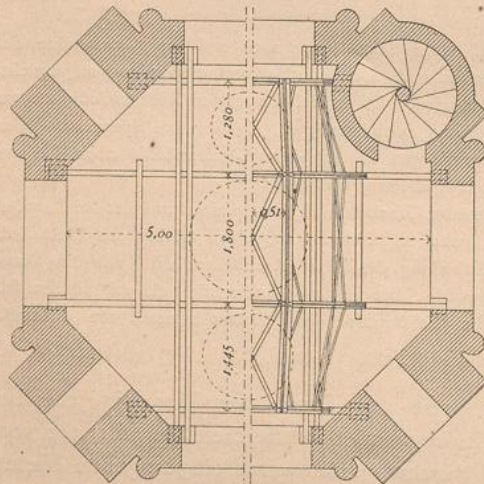


Fig. 75.
Grundriss.

Fig. 76.
Ansicht von oben.



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

Unterstützung der 4 Böcke oder Gefpärre zur Anwendung gekommen. Die U-förmig gewalzten Lagerbalken werden durch Streben aus Winkeleisen gestützt; eben so sind die Rahmen selbst aus doppelten Winkeleisen hergestellt und oben durch eine horizontale Einrahmung mit Winkeleisen, 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 den Fig. 73 u. 74 zu entnehmen ist, sind die Glocken nach dem *Pozdech'schen* Systeme, jedoch unter Beibehaltung der gewöhnlichen Anordnung der Armatur (Holz mit Eifenbeschlag) aufgehängt. Die größte dieser Glocken *B* ist 1853 kg schwer, während die Armatur 600 kg wiegt. Der Glockendurchmesser ist 1,57 m. Die Drehachse (Schneiden der stützenden Meßsel) liegt 56 mm oder 0,036 *D* unter dem Glockenscheitel, also bedeutend weniger, als bei der in Fig. 62 dargestellten *Pozdech'schen* Anordnung. Der Glocken-Schwerpunkt liegt unter dem Scheitel 0,500045 *D*, mithin unter der Drehachse 0,464 *D*, während der Schwerpunkt der Armatur 0,82 *D* über der Drehachse sich befindet.

Unter Benutzung der mehrfach aufgeführten Ziffer des Trägheitsmomentes der Glocke berechnet sich aus diesen Angaben der Schwingungshalbmesser $s = 0,008 D$; derselbe ist also um etwa 3 Procent kleiner, als der bei der originalen *Pozdech'schen* Construction.

Für ganz kleine Schwingungen resultirt hieraus eine Schwingungsdauer von

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g}} = 3,14 \sqrt{\frac{0,008 \cdot 1,57}{9,81}},$$

$$t = 1,24658 \text{ Sekunden}$$

oder 48,1 Schläge in der Minute.

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

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

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 pro 1 qm ergibt.

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

60.
Kirche
zu Friedrich-
stadt-Dresden.

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

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

61.
Kirche
zu
Werdau.

Es wiegt die größte der Glocken im Werdauer Kirchthurm 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 Masse 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 Masse 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 Achse

$$\mathcal{J}_a = Q_1 D^2 (0,1654 + 0,2176^2) = 0,2127 Q_1 D^2;$$

das statische Moment ist in Bezug auf dieselbe Achse

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

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,

$$s = 1,60228 m.$$

Die zur Berechnung der Schwingungsdauer zu ermittelnde Höhe des Schwingungsbogens h 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 pro 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 Anschlagen der Glocken an die Klöppel und geringen Winkelabstand von der

Verticalen, wofelbst die Geschwindigkeit am größten ist. Dafs das Anschlagen 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 14-jährigen 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 blofs vom Stofs der zurückkehrenden Glocke herrühren, woraus der grofse 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, dafs die Scheiben ihre Unterlagen nur wenig angegriffen haben und auch die Zähne der Scheiben und der Lagerplatten nur schwach abgenutzt erscheinen, so dafs die Bewegung der Scheiben im Wesentlichen als eine rollende und somit wenig passive Widerstände verursachende angesehen werden mufs. Dafs die einseitige Wirkung der Zugfeile auf das eine Ende der Achse die Anbringung einer Verzahnung am meisten erfordert, zeigt die gröfsere Abnutzung der Zähne an der Seite, an welcher das Zugfeil 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 seinem Fusse bis auf einen um ein Geschofs tiefer als der Fußboden der Glockentube 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*: 1,99^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 Etagen 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 ist⁸⁸⁾.

62.
Vergleich
der drei
Aufhänge-
methoden.

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

Bei der gewöhnlichen Aufhängung bildet die Klöppelspitze während der horizontalen 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 Achse 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 Drehachse ab; sobald nun die Verbindungslinie zwischen Klöppelspitze und Drehachse horizontal steht, ist der größte Horizontalabstand erreicht, und es ist daher die ganze benötigte Länge 2 · 0,8 *D* = 1,60 *D*.

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

⁸⁸⁾ Bei den in Werdau angestellten Beobachtungen und eingezogenen Erkundigungen ist mir Herr Stadtbauinspector *Neumann* daselbst in freundlicher Weise förderlich gewesen, was ich hier dankend anzuerkennen habe.

Verwendet man aber den von *Ritter* gewöhnlich benutzten Klöppel mit leichtem Stiel unter Weglassung des Knopfes, so wird die äußerste Linie von dem Glockenrande beschrieben, und es ist dann der größte Horizontalabstand von der Achsenlinie der vertical 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	<i>Pozdeck'sche</i> Aufhängung	<i>Ritter's</i> Aufhängung	
			mit gewöhnlichem Klöppel	mit kurzem Klöppel
Erforderliche Länge	2,2072 <i>D</i>	1,60 <i>D</i>	1,48 <i>D</i>	1,36 <i>D</i>
Größter Horizontal Schub	1,5620 <i>Q</i>	0,2713 <i>Q</i>	—	—
Größter Verticaldruck	3,1087 <i>Q</i>	1,5573 <i>Q</i>	—	—
Abstand des Schwingungspunktes	0,787 <i>D</i>	1,0259 <i>D</i>	0,977 <i>D</i>	—

c) Außergewöhnliche Constructions.

Haben wir bisher bloß 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 in der Thomas-Kirche zu Leipzig von 20^m Höhe⁸⁹⁾, sodann an den von *Viollet-le-Duc* 1852 neu erbauten 24^m hohen Glockenstuhl (*beffroi*) 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 Glockenachsen angebracht, was dem ganzen Verbandschaden muß. Es ist daher, um die ganze Stabilität 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.

Für Eisenconstructions dürfte sich eine der bei eisernen Viaduct-Pfeilern gebräuchlichen Anordnungen am meisten empfehlen.

Von den Erscheinungen, welche auf den Nutzen der Anwendung hoher Stühle besonders hinweisen, ist hier die pendelartige Bewegung des Stephans-Thurmes beim Läuten zu erwähnen, über welche Dombaumeister *Schmidt* in einer Versammlung des Ingenieur- und Architekten-Vereines in Wien folgende Mittheilung gemacht hat⁹⁰⁾.

Die große, 3,48^m im Durchmesser haltende, 22,4^t schwere Glocke wurde nach der letzten Restauration des Thurmes 1869 zum ersten Male wieder in Bewegung gesetzt. Durch den ca. 19^m hohen Glockenstuhl werden die Kraftwirkungen fast vollkommen auf die unteren Lagerblöcke übertragen. Die

⁸⁹⁾ Siehe: BREYMANN. G. A. Allgemeine Bau-Constructions-Lehre. II. Theil: Constructions in Holz. 4. Aufl. Von H. LANG. Stuttgart 1870.

⁹⁰⁾ Nach: Deutsche Bauz. 1871, S. 86.

63.
Glockenstühle
von großer
Höhe.

beim Läuten beobachteten Schwingungen wurden am heftigsten in Höhe der Glockenstube selbst gefühlt, während die Erschütterung der oberen noch zugänglichen Theile kaum merklich war. Diese Erscheinung wurde einer Untersuchung unterzogen, indem in Höhen von 57, 68, 83 und 113,8^m über dem Pflaster Pendel von 2,5^m Länge aufgehängt wurden, welche je 4,4, 8,8, 17,6 und 8,8^{mm} Ausschlag lieferten, während die Schwankung der Kreuzrose zu 20^{mm} gemessen wurde. Die durch das Läuten der großen Glocke hervorgebrachten Bewegungen des Stephans-Thurmes stellen sich also in Form einer Knotenschwingung dar, wobei noch die eigenthümliche Erscheinung beobachtet wurde, daß die Pendel gleichzeitig in eine rotirende Bewegung geriethen.

Eine gleichfalls sehr interessante Mittheilung über beobachtete Schwingungen eines mit massivem Helm versehenen Thurmes — der Johannis-Kirche in Altona — giebt *Otzen*, der Architekt des Baues⁹¹⁾.

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 große 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 betrug, 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 unten⁹¹⁾ bezeichneten Quelle angegeben, wohl aber durch Anbringung der *Ritter'schen* Aufhängung bei der kleinen Glocke, deren Schwingungen fast ausschließlich die Schwankungen des Thurmes veranlaßten, herbeigeführt wurde, indem nach dieser veränderten Aufhängung und damit bedeutenden Verringerung der am größten Hebelsarm wirkenden Seitenkraft die Schwankungen beim Läuten beseitigt wurden.

Für fest hängende Glocken handelt es sich nur um verticale Unterstützung; 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 Berlin⁹²⁾ und im Thurm des Parlamentsgebäudes zu London⁹³⁾.

64.
Stühle
für fest
hängende
Glocken.

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 u. 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 Thurm 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.

⁹¹⁾ In: *Zeitschr. f. Bauw.* 1877, S. 13.

⁹²⁾ Siehe: *Zeitschr. f. Bauw.* 1861, S. 479.

⁹³⁾ Siehe: DENISON, E. B. *Treatise on clocks, watches and bells.* 4th edit. London 1862.

- Die Glockenstühle von POZDECH in Pefth. HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw. 1863, S. 219.
- Glockengufs und Aufhängevorrichtung, nach MAILLARD. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1864, S. 370.
- Église de Mafny. Belfroi. Gaz. des arch. et du bât.* 1864, S. 53.
- Glockenläutevorrichtung, von RITTER in Trier. Zeitschr. f. Bauw. 1865, S. 373.
- SPEHLING, 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.
- Antifrikationslager für Glocken. Deutsche Bauz. 1871, S. 215.
- KÖPCKE. Ueber eiserne Glockenstühle. Prot. d. Sächf. Ing.- u. Arch.-Ver. 1871, S. 58.
- RAU, E. Glockengiefserkunst. Allg. Bauz. 1872, S. 330.
- KECK. Berechnung schmiedeeiserner Glockenstühle. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1872, S. 638.
- 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, Pl. 52.
- Achsendrücke schwingender Glocken. Deutsche Bauz. 1875, S. 238.
- Something about church bell-hanging, and the vibration of bell-towers. Builder*, Bd. 33, S. 33.
- VISSER. Einiges über das Aufhängen von Thurm Glocken. Baugwksztg. 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.
- VELTMANN, V. Die Kölner Kaiferglocke 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 Thurmspitze der St. Katharinen-Kirche zu Osnabrück im Jahre 1880. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1882, S. 21.

DIE HOCHBAU-CONSTRUCTIONEN.

FÜNFTE ABTHEILUNG.

VERSCHIEDENE
BAULICHE ANLAGEN.

VERSCHIEDENE BAULICHE ANLAGEN.

I. Abschnitt.

Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderstürterungen.

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. Kaum eine Woche vergeht, in der nicht ein oder mehrere größere Brände durch die Zeitungen gemeldet werden; selten wird aber untersucht und noch seltener berichtet, wie sich die Baustoffe und Bauconstruktionen hierbei bewährt haben. Meistens begnügt man sich damit, die Brandursache zu entdecken und die Schuldigen zu bestrafen. So dürfen wir uns nicht wundern, daß über die Bewahrung der natürlichen Steine, des Holzes und des Eisens im Feuer vielfach ganz irrige Ansichten herrschen. Eben so wenig können wir die Frage, wie ein ausbrechendes Feuer zu löschen sei, als gelöst erachten. Wird doch neuerdings behauptet, das seit uralten Zeiten angewendete Hauptlöschmittel, das Wasser, sei für diesen Zweck nicht geeignet. Es lohnt sich daher wohl, die Sicherungen gegen Feuer, welche einerseits in geeigneter Wahl der Materialien und Construktionen, andererseits in Löscheinrichtungen für den Fall eines ausgebrochenen Brandes bestehen, im Zusammenhange zu betrachten⁹⁴).

a) Feuerficherheit der wichtigeren Baustoffe und Bauconstruktionen.

Bisher nahm man vielfach an, daß der Maffivbau, gleich viel ob natürliches oder künstliches Steinmaterial⁹⁵) 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 immer mehr Eingang findet, gänzlich ungeeignet gezeigt, dem Feuer Widerstand zu leisten. Französische Architekten schreiben dies der »Nässe« desselben zu⁹⁶), indem sie an-

65.
Natürlicher
Stein.

⁹⁴) Siehe auch die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 18 u. 19 (S. 30—32).

⁹⁵) Siehe Theil I, Bd. 1 dieses »Handbuches«, Abth. I, Abschn. 1, Kap. 1: Stein.

⁹⁶) Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 134.

nehmen, daß bei der Erhitzung des Steines eine schnelle Ausdehnung des eingeschlossenen Wassers erfolgt, welches sich schließlich in Dampf verwandelt und so den Stein zersprengt. 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 Dampf genügend schnellen Ausgang gestatten. Wir werden daher die Hauptzerstörungsfactoren 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 Kohlenäure enthalten, die sie bei der Erhitzung 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 zur Sprengung von Granitblöcken noch heute das sog. Feuersetzen 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, Thonchiefer, am meisten Trachyt und Bimsstein.

66.
Backsteine.

Viel besser, als der natürliche Stein bewährt sich der Backstein⁹⁷⁾, 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 war⁹⁸⁾.

Eben so waren nach dem Brande des Rathhauses zu Aachen (1883) die aus dem thonhaltigen Uedelfanger Sandstein erbauten Zinnen von Kreuz- und Querrissen durchzogen, Stufen von sog. Blaufeinstein (Kalkstein) in Aetzkalk verwandelt; hingegen hatten die nur 1 Stein starken Backsteingewölbe des historischen Krönungsaltares 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 unverbrennlich sind die sog. feuerfesten Steine⁹⁹⁾, 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.

67.
Asphalt,
Gyps, Thon,
Lehm
u. Cement.

Natürlicher Asphalt (*Seyffel* oder *Val de Travers*¹⁰⁰⁾ ist trotz seines Bitumengehaltes als feuerfester zu erachten. Holzfussböden, mit 2 cm starker Asphaltlage überdeckt, haben von herabfallendem Feuer nicht gelitten. Künstlicher Asphalt hat diese Eigenschaft in geringerem Grade.

Gyps¹⁰¹⁾ ist eines der besten Feuerschutzmittel. Beim Brande von Paris haben

97) Siehe Theil I, Bd. 1, Abth. I, Abschn. 1, Kap. 1: Stein, so wie Kap. 2: Keramische Erzeugnisse.

98) Siehe: Deutsche Bauz. 1883, S. 226.

99) Siehe Theil I, Bd. 1, Art. 21, S. 78.

100) Siehe ebendaf. Abth. I, Abschn. 2, Kap. 3: Asphalt; ferner: Deutsche Bauz. 1870, S. 83.

101) Siehe ebendaf. Abth. I, Abschn. 1, Kap. 3, g: Gyps-Mörtel.

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^{cm} starke Gypsplatten, welche an die untere Fläche hölzerner Balkendecken angeschraubt waren, diese gegen den Brand darunter gestellter Theertonnen vollkommen geschützt.

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 Feuerchutzmauern angewendet wird. Cement leistet dem Feuer bedeutenden Widerstand.

Holz¹⁰²⁾, welches längere Zeit einer Hitze von 230 bis 240 Grad C. ausgesetzt ist, entzündet sich sofort, wenn man mit einer glühenden Eisenplatte darüber fährt. 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*¹⁰³⁾ 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 horizontal 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 gezeigt¹⁰⁴⁾. 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.

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 blieb¹⁰⁵⁾.

Ueber die Feuerficherheit des Eisens¹⁰⁶⁾ 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.

¹⁰²⁾ Siehe Theil I, Bd. 1, Abth. I, Abschn. 1, Kap. 5: Holz.

¹⁰³⁾ Commandeur der Londoner Feuerwehr.

¹⁰⁴⁾ *Engineer*, März 1874.

¹⁰⁵⁾ Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 135.

¹⁰⁶⁾ Siehe Theil I, Bd. 1, Abth. I, Abschn. 1, Kap. 6: Eisen und Stahl.

68.
Holz.

69.
Eisen.

Verfuche hierüber wurden von *Kollmann* in Oberhausen durchgeführt. Es wurde fehniges, feinkörniges Eifen und Bessmer-Stahl bei fortwährend steigender Temperatur von 0 bis 1000 Grad C. Festigkeitsproben unterworfen, wobei sich ergab, dafs 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, dafs überhitztes Eifen nicht mehr im Stande ist, der gewöhnlichen Beanspruchung zu widerstehen¹⁰⁷⁾. Besonders auffallend ist die rapide Abnahme der Festigkeit zwischen 315 und 538 Grad C.

Will man also in Eifen construiren, so darf das vorhandene brennbare Material nicht so bedeutend sein, dafs bei einem Brande eine Temperatur von mehr als 700 Grad C. erreicht wird, vorausgesetzt, dafs man mit fünffacher Sicherheit construirt, obwohl der Schmelzpunkt für Schmiedeeifen sich erst bei 2000, jener für Stahl bei 1850 und jener für Gufseifen bei 1500 Grad C. befindet.

Noch schlimmer, als die Abnahme der Tragfähigkeit wirkt aber die Eigenschaft des Eisens, sich bei gleichmäfsiger Erhitzung stark auszudehnen, bei ungleichmäfsiger Erhitzung sich zu verdrehen. Eine Wärmezunahme von 50 Grad, wie sie bei unserer gewöhnlichen Temperatur-Differenz 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 mm¹⁰⁸⁾. 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 dieses »Handbuches« bei Besprechung solcher Decken-Construotionen, bei denen Eifen zur Anwendung kommt, mehrfach auf diesen Umstand hingewiesen worden, und es wurden daselbst 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 Ankerschrauben — oder bei Rundeifen für das durchgesteckte Anker-Ende — 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 mufs der zu erwartenden Ausdehnung entsprechen. Selbstredend wirkt ein verankerter Träger, sobald er sich verlängert, nicht mehr als Anker.

Vor allen Dingen mufs man darauf sehen, eiserne Construotionstheile gegen zu starke Erhitzung zu sichern. In Backsteinen, oder noch besser in Schwemmsteinen, bezw. in Béton ausgemauertes Eifen-Fachwerk hat sich gut bewährt (z. B. beim Brande von Strafsburg 1870), da hier das Eifen zum gröfsten Theile von einem schlechten Leiter eingeschlossen ist. Viehfälle, über denen sich Heu- und Strohmazine befinden, können unbedenklich auf I-Trägern überwölbt werden, wenn man nur die Gewölbe bis zum Scheitel ausmauert und abpflastert, so dafs die Träger von mehreren Backsteinschichten überdeckt sind. So blieben bei dem *v. Maffei'schen* Brande in Stalltach¹⁰⁹⁾, wobei mit dem Dachstuhl etwa 8000 Centner Futtermagazine verbrannten, die darunter befindlichen, auf I-Trägern ruhenden und bis zum Scheitel ausgemauerten Gewölbe des Viehfalles vollständig intact, so dafs nach Abkühlung des Raumes das Vieh wieder eingestellt 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 horizontalen Decken-Construotionen 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. Gröfsere Sicherheit wird voraussichtlich das System *Murat* bieten, welches statt der Wölbung zwischen den Trägern gegoffenen Gromörtel anwendet, der auch von unten her die Träger dick überzieht.

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 dafs

¹⁰⁷⁾ Vergl. auch Theil I, Bd. 1, Art. 174, S. 188.

¹⁰⁸⁾ Siehe ebendaf. Art. 163, S. 184.

¹⁰⁹⁾ Siehe: Deutsche Bauz. 1881, S. 359.

er ganz vom Feuer umspült werden kann. *Wichcord* 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.

Gusseisen dehnt sich zwar bei der Erhitzung weniger aus, als Schmiedeeisen¹¹⁰⁾, kommt dafür aber eher zum Schmelzen.

*Braidwood*¹¹¹⁾ behauptete, gusseiserne Säulen seien weniger feuersicher, als hölzerne. Glühend gewordene brächen zusammen, sobald man den Strahl der Feuerspritze auf sie richte. Sein College *Shaw* verlangt daher in seinem Werke¹¹²⁾, daß bei größeren Räumen zum Schutze der Feuerwehr jede vierte Säule durch einen Ulmen- oder Eichenpfosten ersetzt und die übrigen gusseisernen Säulen mit Verputz 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. 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 permanent durch die Säule circuliren läßt.

Selbstverständlich ist die Anwendung hohler gusseiserner Säulen für Läden und Arbeitsräume, bei denen die Menge der feuergefährlichen Stoffe keine bedeutende ist, ganz unbedenklich.

In Bezug auf die feuersichere 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 Fachwerks-Constructionen besonders feuergefährlich zu nennen, welche nicht ausgemauert, sondern beiderseitig mit Brettern bekleidet sind, namentlich dann, wenn der so gebildete Hohlraum durch mehrere Gefchoffe reicht¹¹³⁾. Sind in jeder Etage eine oder zwei durchgehende Verriegelungen angebracht, so ist das schnelle Herabfallen des Feuers und Entstehung von Zugluft gehindert¹¹⁴⁾. Wo es darauf ankommt, frei tragende Zwischenwände über größeren Spannweiten feuersicher auszuführen, empfiehlt sich in erster Linie Träger-Wellblech, welches die Functionen des Wandabchlusses und des Trägers in sich vereinigt; der Wandputz, welcher einen nicht unwesentlichen Schutz gegen Erglühen bildet, wird am besten auf Rohrgewebe angebracht.

Die Wände von Personen-Aufzügen, Fahrstühlen und Ventilationschächten soll man möglichst feuersicher herstellen. Lassen sie sich nicht massiv 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 können¹¹⁵⁾.

Durch den Massivbau von Umfassungswänden soll theils die Entzündung von aufsen, theils ein rascher Zusammensturz des brennenden Gebäudes verhindert werden; deshalb wird in manchen Städten gefordert, daß auch vorpringende Bautheile, wie Balcons, Erker, Vordächer, Hauptgesimse etc. feuersicher herzustellen

110) Siehe Theil I, Bd. I, Art. 163, S. 184.

111) Commandant der Londoner Feuerwehr.

112) *Fire surveys*. London 1872. S. 43.

113) Vergl. über den Brand des Hôtels »Kaiferhof« in Berlin: *Zeitschr. f. Bauw.* 1877, S. 167.

114) Siehe auch die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 28 (S. 44); Schächte; §. 20 (S. 32) Umfassungswände, so wie §. 23 (S. 37): Vorpringende Bautheile.

115) Siehe ebendaf.

sind; in einem solchen Falle müssen Stein oder Metall verwendet, etwaige Holzconstruktionen 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 feuerficher bekleiden ¹¹⁵⁾.

71.
Decken.

Hölzerne Decken sind um so feuergefährlicher, je leichter sie dem Feuer Durchzug von unten nach oben gewähren. Decken ohne Verputz 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 ungespundeten Fußböden sich vorfinden, stehen den vollen Balken nach, da sie in kurzer Zeit von der Flamme zerstört werden. Ueberfüllung der Staken mit Strohhalm 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 die Ueberfüllung mit Schutt oder Schlacke.

Einen wesentlichen Schutz bietet der Deckenputz, namentlich dann, wenn der Mörtel viel Gyps enthält, wobei wiederum der Putz auf Latten (Spalirputz) sich besser hält, als Rohrputz auf Schalung.

Bei angestellter Probe hat sich der *Rabitz'sche* Deckenputz auf Drahtgewebe vorzüglich bewährt. Nach halbstündigem lebhaften Brande war derselbe unverfehrt; über der Decke gelagerte Hobelspäne zeigten sich unverändert.

Als höchst feuergefährlich sind hölzerne Imitationen gewölbter Decken zu bezeichnen, da das Feuer im Hohlraum zwischen den Holzwölbungen und der darüber befindlichen Balkenlage in Folge des entstehenden Luftzuges sich schnell ausbreitet. Ein Beispiel hierfür bot der Brand des *Buffe'schen* Restaurations-Locales in Berlin.

Gewölbte Decken sind feuerficher, wenn das Material derselben feuerbeständig ist. Gute Backsteine werden hierbei meistens genügen; will man absolute Sicherheit haben, so muß man zu Chamotte-Steinen greifen ¹¹⁶⁾.

72.
Fußböden.

Bei den Fußböden auf Lagerhölzern hat man darauf zu achten, daß sie mit unverbrennlichem Material gut unterstopft werden. Sind Gründe vorhanden, eine solche Ausfüllung nicht vorzunehmen, so dürfen Hobelspäne in den Hohlräumen durchaus nicht liegen bleiben, wie es z. B. beim abgebrannten Hauptgebäude der Hygiene-Ausstellung in Berlin 1882 constatirt worden ist.

Parquet-Fußböden bewähren sich, wenn die Flamme nicht von unten kommt, recht gut. *Viollet-le-Duc* hat beobachtet, daß Parquets in gänzlich ausgebrannten Zimmern kaum etwas verkohlt waren ¹¹⁷⁾. Die Feuerficherheit von Asphalt-Fußböden haben wir bereits erwähnt; eben so ist der in manchen Gegenden übliche Gyps-Estrich auf der Dachbalkenlage empfehlenswerth.

73.
Dächer.

Unter den Dachdeckungen ist das Stroh- und Rohrdach am gefährlichsten. Sicherer sind Lehmshindel- oder Lehmstrohdächer, wobei wiederum die fog. pommerfchen Lehmstrohdächer wegen ihrer größeren Lehmimasse 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

¹¹⁶⁾ Siehe auch die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 27 (S. 43): Innere Wände und Decken.

¹¹⁷⁾ Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 136.

zugelassen. *Wingé'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, daß reines Wasserglas an der Luft sich bald zerfetzt.

Von den Ziegeldächern sind die Splißdächer wenig feuerficher, eben so wenig die mit Strohdocken untersteckten Pfannen; Splisse 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; schließ-lich springen die Nasen ab, und Dach und Gebälk werden offen gelegt.

Auch Schiefer springen bei starker Erhitzung. Cementplattendächer werden als feuerficher empfohlen. Gufseiserne 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 Erhitzung 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.

Die größte Feuerficherheit bieten die Holzcement-Dächer; nach diesen würde das Kronen- und Doppeldach von Ziegeln, das Schiefer- und Cementplattendach, so wie das Lederpappdach und das Steinpappdach rangiren; dann würden die Metaldächer und schließ-lich Schindel- und Strohdächer folgen — eine Reihenfolge, welche jedoch wegen der vielfachen Variationen in den einzelnen Arten keinen Anspruch auf Genauigkeit macht.

Eine feuerfichere Construction erfordert nicht nur eine feuerfichere Dachdeckung, sondern auch, daß zur Herstellung von Dachaufbauten, Aussteigeöffnungen, Oberlichtern, Dachrinnen etc. Stein oder Metall verwendet, etwaige Holzconstruktionen mit Blech, Schiefer oder Putz verkleidet werden ¹¹⁸⁾.

Eine besondere Feuersgefahr für Dächer entsteht bei Löthungen. Löthöfen sollten weder ohne Aufsicht gelassen werden, wie es in den Arbeitspausen vielfach geschieht, noch bei starkem Winde überhaupt angewendet werden ¹¹⁹⁾; immer aber müssen beim Löthen auf Dächern gefüllte Wassereimer zur Hand sein. Dasselbe gilt von den Oefen zur Erwärmung des Holzcementes, welche auf eine etwa 10^{cm} starke Sandschüttung zu stellen sind.

Manfarde-Dächer, gleich viel wie sie abgedeckt sind, erscheinen wegen ihrer Holzmassen zur Verbreitung des Feuers besonders geeignet ¹²⁰⁾.

Unter den Treppen galten alle massiv aus Backsteinen oder Haufsteinen con-struirten als unverbrennlich; doch hat sich beim Brande von Paris gezeigt, daß alle frei tragenden Haufstein-Treppen, gleich viel aus welchem Materiale bestehend, zerbrochen sind. Allerdings wurden hier besondere Mittel, namentlich Petroleum angewendet, während sonst ein massives Treppenhaus wohl kaum so viel Brennstoffe enthalten könnte, um einigermassen festen Naturstein in Gefahr zu bringen.

74.
Treppen.

¹¹⁸⁾ Siehe auch die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 21 (S. 35): Dächer, so wie §. 23 (S. 37): Vorfpringende Bautheile.

¹¹⁹⁾ Ursache des Brandes der Nicolai-Kirche in Potsdam, desgl. des National-Theaters in Prag u. a.

¹²⁰⁾ Beobachtung beim Brande von Boston (siehe: Deutsche Bauz. 1872, S. 407).

Immerhin wird man aber den in Backsteinen unterwölbten Haufein-Treppen größere Sicherheit vindiciren müssen, wie z. B. sich diejenigen in den Tuilerien trotz aller Anstrengungen der Petroleure gut gehalten haben.

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 anschließen¹²¹⁾. Hölzerne Treppen sind weniger leicht entzündlich, wenn ihre Unterseite mit Rohr- oder Spalirputz 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 Hauptsache bei allen Treppen-Anlagen, welche feuersicher sein sollen, ist, sie massiv zu umschließen und sie durch Ueberwölbung gegen herabfallendes Feuer zu sichern¹²²⁾.

75.
Feuerstellen
und
Schornsteine.

Die größte Zahl der Feuersbrünste entsteht durch fehlerhaft disponirte Feuerungen und Schornsteine.

Feuerstellen¹²³⁾ 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 Eisenconstructions anzulegen. Feuerstellen gewöhnlicher Art können auf Balkenlagen gestellt werden, sobald das Holzwerk der letzteren durch eine mindestens 5 cm hohe Steinschicht (Steinplatte, Backstein-Flachsicht, Cement etc.) bedeckt ist und wenn zwischen dieser Isolirschicht und der Sohle des Feuerraumes, bezw. des Aschenfalles ein mindestens 5 cm hoher Hohlraum verbleibt; der letztere kann zwar durch Tragwände oder Tragfüße versperrt sein, muß aber der Luftcirculation zugänglich gemacht werden. Die Isolirschicht mit darüber befindlichem Hohlraum kann auch durch einen massiven Mauerkörper über der Balkenlage ersetzt werden, welcher unter dem Aschenfall mindestens 15 cm, unter dem Feuerraum mindestens 25 cm Höhe haben muß.

Ueber die feuersichere Construction der Schornsteine ist bereits im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« (Art. 180 bis 186, S. 148 bis 153 und Art. 194 bis 196, S. 160 u. 161) 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 Auseinandersetzungen verzichten können und nur empfehlen, sich stricte danach zu richten¹²⁴⁾.

76.
Beleuchtungs-
Einrichtungen.

Ueber die Verhütung der Feuersgefahr bei Einrichtungen, welche zur künstlichen Beleuchtung der Räume dienen und im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« (Abth. IV, Abschn. 4, A) 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 cm, von feillichem Holzwerk 60 cm, mit

¹²¹⁾ Preufs. Ministerial-Erlaß vom 20. December 1869.

¹²²⁾ Siehe auch die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 30 (S. 45): Treppen.

¹²³⁾ Siehe Theil III, Bd. 4, Art. 244, S. 203.

¹²⁴⁾ Siehe auch die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 33 u. 34 (S. 48—51): Schornsteine.

eisernem Schutzdeckel 15^{cm} von der Decke entfernt bleiben. Wandarme müssen fest, nicht beweglich sein. Bei größeren Beleuchtungs-Anlagen sind mehrere Haupt-hähne anzulegen; namentlich sind bei Theatern die Gasleitungen a) für Vestibule, Treppen und Corridore, b) für den Zuschauerraum und c) für die Bühne vollständig zu fordern.

Im Wiener Opernhause ist die Einrichtung getroffen, daß die Cylinder der unter der Brüstung der Ränge angebrachten Lampen sich in ein Kupferrohr fortsetzen, das nach einem gemeinsamen Abzugscanal führt. Das *Subra'sche* Beleuchtungssystem 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 Rohrleitungen, durch welche sich bei Vermischung des Gases mit der atmosphärischen Luft Knallgas bildet. Durch Erhitzung, bezw. theilweises Abschmelzen der Rohrleitungen werden Explosionen nicht herbeigeführt¹²⁵⁾, 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 Abführungscanal 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 wird die Feuersgefahr wesentlich herabmindern, allerdings nicht ganz beseitigen; 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 Straßens-Ausgänge und für je weitere 100 Personen eine Verbreiterung von 0,6^m — Zahlen, welche man jedoch als Minimum anzusehen hat. Die Thüren müssen zur Vermeidung von Auftauungen die volle Breite des Corridors oder der Treppen besitzen und nach außen aufschlagen¹²⁶⁾.

77.
Ausgänge
bei öffentlichen
Gebäuden.

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 müssen¹²⁷⁾. 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 Schornsteinrohre eingelegt, so müssen sie außerhalb dieser Theile noch eine Minimal-dicke von 12, besser 25^{cm}¹²⁸⁾ haben. Auch hölzerne Umfassungswände und Dach-gesimse, so wie Dachrinnen müssen durch die Brandmauern gedeckt, bezw. unterbrochen werden. Die Brandmauern zwischen städtischen Gebäuden sind häufig gemeinschaftliche; es kann dies bei solchen Mauern zu Bedenken Anlaß geben, welche als Auflager des Gebälkes in einem mehrgeschossigen Gebäude dienen.

78.
Brandmauern.

¹²⁵⁾ Für Gasleitungen sollen auch deshalb nur Eisenrohre, nicht aber Bleirohre angewendet werden.

¹²⁶⁾ Siehe auch die „normale Bauordnung“ von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 25 (S. 40): Zugänglichkeit von der Straße.

¹²⁷⁾ Siehe ebendaf. §. 26 (S. 41): Brandmauern.

¹²⁸⁾ 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 ausgedehnten Gebäuden sind aber auch in Entfernungen von höchstens 40 m unverbrennbare Trennungswände zu errichten, welche mindestens 30 cm über das Dach hervorragen müssen.

Solche innere Brandmauern werden selbst bei kleineren Gebäuden nothwendig, 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 feuerficher herzustellen und mit unverbrennbaren, von selbst zufallenden Thüren zu versehen.

79.
Thüren.

Als feuerfichere Thüren gelten in der Regel die in Art. 3 u. 4 (S. 5 u. 6) als einbruchficher vorgeführten Constructionen aus Eisenblech und solche in Eisen und Stahl. Es wurde in Art. 5 (S. 6) bereits bemerkt, daß die Anforderungen für Sicherheit gegen Einbruch mit jenen gegen Feuer häufig sich decken. Indes 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.

Am feuerfichersten 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, solide befestigter Langbänder auf den im Mauerwerk auf das Sorgfältigste befestigten Haken und Fallen aufgehängt. Derartig 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, daß 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 aufchlagen.

Größere Oeffnungen werden durch eiserne Roll-Jalousien, Schiebethore oder Vorhänge feuerficher geschlossen.

80.
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. 17) 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 Föjs'schen Schiebeläden der Fall ist.

Derfelbe besteht aus zwei Lagen von Blech, zwischen denen ein schlechter Wärmeleiter eingefüllt werden kann. Er läuft mit Rollen auf einer horizontalen Führungsschiene, welche in halber Fensterhöhe angebracht ist. Diese Schiene, aus Stahl hergestellt, sitzt mit ihren Enden auf eingemauerten Gußstücken, wobei Spielraum gelassen ist, daß sich die Schiene den Temperaturänderungen entsprechend unbeschadet

für die Einmauerung zusammenziehen und ausdehnen kann. Ein solcher Laden kann innen oder außen angebracht werden¹²⁹⁾.

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.

81.
Eiserne
Vorhänge.

Die ersten Vorhänge, und zwar aus Blechplatten construiert, 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. Neuerdings haben die Draht-Courtinen eine große Verbreitung gefunden. Sie bestehen meistens aus einem Gerüst von Eisenstäben, welches mit Draht so durchflochten ist, daß 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 tödtlichen 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 Träger-Wellblech construirten bewähren. Unter diesen haben wir zwei Hauptarten zu unterscheiden: solche mit horizontal und solche mit vertical gestellten Wellen. Erstere dürften den Nachtheil haben, daß 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 horizontalen Hängeschienen getragen werden. Letztere sind dem Zuschauerraum 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 vertical zu stellen. Hier kann ein Zusammen sinken nicht vorkommen; überdies wird sich innerhalb der tiefen Wellen ein starker 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. 77 bis 80).

Die freie Bühnenöffnung ist im Posener Stadttheater 11,7 m hoch und 8,73 m breit. Der Vorhang setzt sich aus einem oberen festen Theil 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-Verschlusses versehen ist, und dem beweglichen Untertheil, dessen obere \sqcap -Eisen-Befestigung in die erwähnte Sanddichtung einfällt, zusammen (Fig. 79). Die seitlichen Führungen des Vorsprungs (Fig. 77 u. 80) bestehen ebenfalls aus \sqcup -Eisen, in welchen für gewöhnlich (durch eine Flachschiene geschützt) ein Hanfschlauch 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 aufziehbare 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 ausbalancirt, um leicht durch 2 Männer an der Winde im Zeitraum von 1 Minute aufgezogen werden zu können. Die zugehörige Winde ist so eingerichtet, daß beim Niedergang des Vorhanges die Kurbel stehen bleibt und daß ein Zug an einem Auslöfungshebel genügt, um den Vorhang zum gleichmäßigen Niedergehen zu bringen. Dieser wird in etwa 10 Secunden vollführt, wobei der Vorhang auf das Bühnen-Podium sich sanft aufsetzt. Für den nicht unmöglichen Fall, daß bei einem Brande das Bühnen-Perfonal zu sehr in Anspruch genommen sein sollte, oder auch in der Verwirrung das Herablassen des Vorhanges von der Bühne aus überhaupt unterbliebe, kann die Auslöfung von einer durch Glasfenster geschützten Stelle im Zuschauerraum mittels eines elektrischen Stromes oder durch leichten Zug an einem Knopf geschehen. Etwa dann auf der Bühne abgesperrte Personen können durch

¹²⁹⁾ Siche: Techniker, Jahrg. V., S. 181.

Fig. 77.

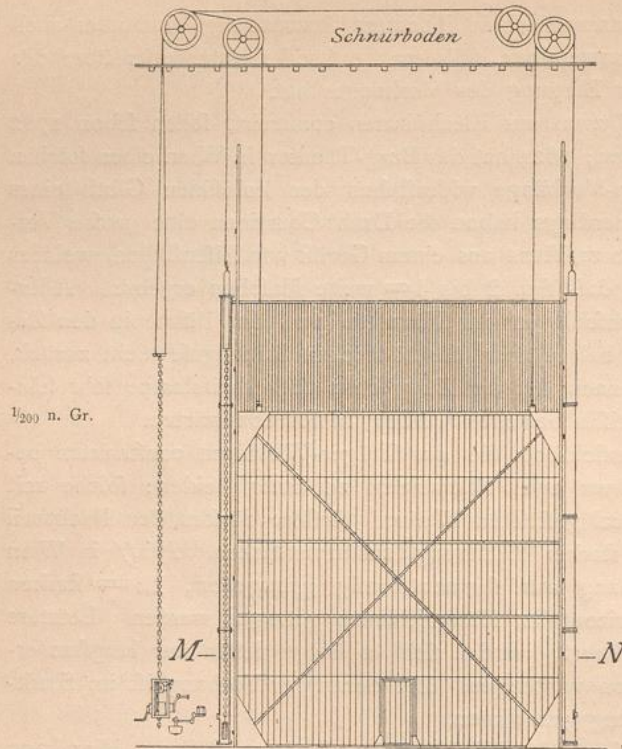


Fig. 78.

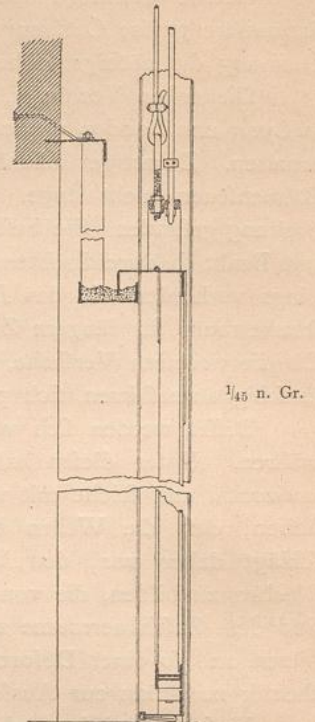
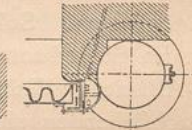


Fig. 79.



Fig. 80.



Eiserner Schutzvorhang im Stadttheater zu Pofen.

eine im Vorhang angebrachte und nach beiden Seiten aufschlagende Thür sich retten. Immer setzen sich beim Niedergehen selbstthätig grofse Glockensignale in Bewegung, welche davor warnen sollen, unter dem Vorhang stehen zu bleiben. Die Gegengewichte bewegen sich an Drathfeilen aufgehängt in 25 cm weiten Gufsrohren (Fig. 77, 78 u. 80); dieselben haben am Umfang eine Filz- und Bürstendichtung, 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 schliesft. Bei regelmäfsigem Gang bleibt das Ventil jedoch etwas geöffnet und läfst die Luft frei ein- und ausströmen. Das Moment beim raschen Niederlassen wird ausserdem dadurch aufgenommen, dafs die Gegengewichte zweitheilig hergestellt und die Theile durch eine Kette so mit einander verbunden sind, dafs der untere Theil im Führungsrohr liegen bleibt, bis kurz vor dem Aufsetzen des Vorhanges auf das Bühnen-Podium. Die Ketten dienen nebenbei noch zur Ausgleichung des Gewichtes der Drahtfeile, und es wird durch die Combination mit der Centrifugal-Bremse an der Winde das sanfte Aufsetzen beim raschesten Niedergang unbedingt erzielt.

Zur Ausgleichung der möglicher Weise ungleichen Streckung der zur Winde führenden Zugfeile, welche im Uebrigen das Gewicht des Vorhanges auch dann noch tragen, wenn ein oder beide Gegengewichts-Seile zugleich reifsen sollten, dient ein kurzer Wagebalken als Verbindung mit dem Zugketten-Ende der Winde (Fig. 77).

Fig. 81.

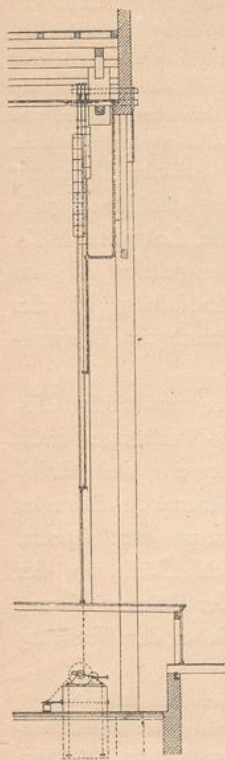


Fig. 82.

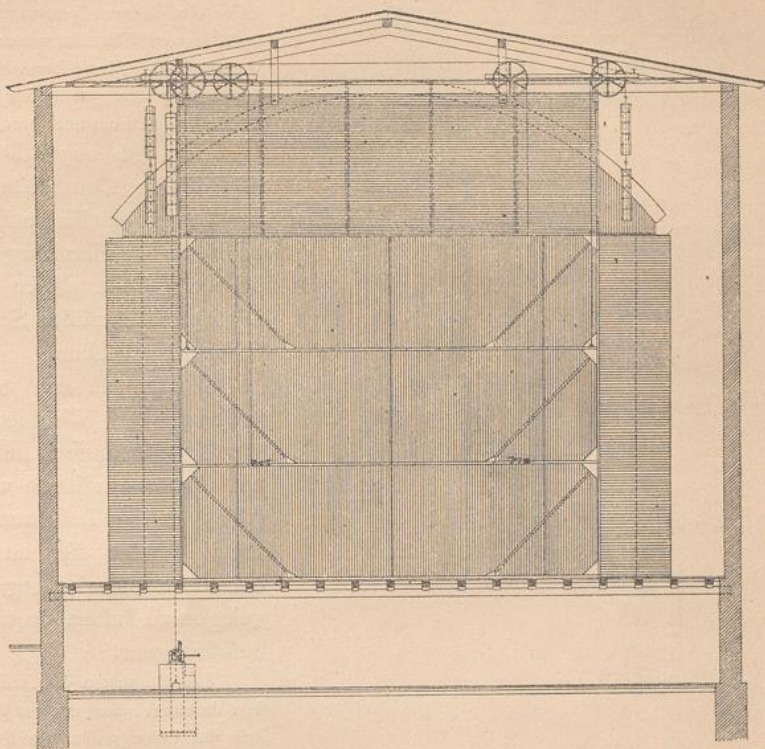
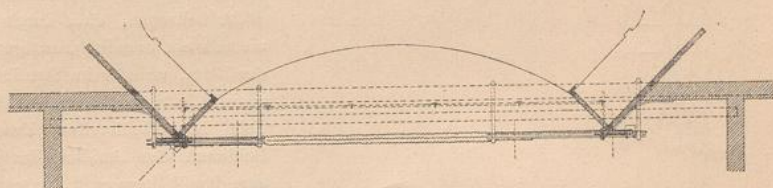


Fig. 83.



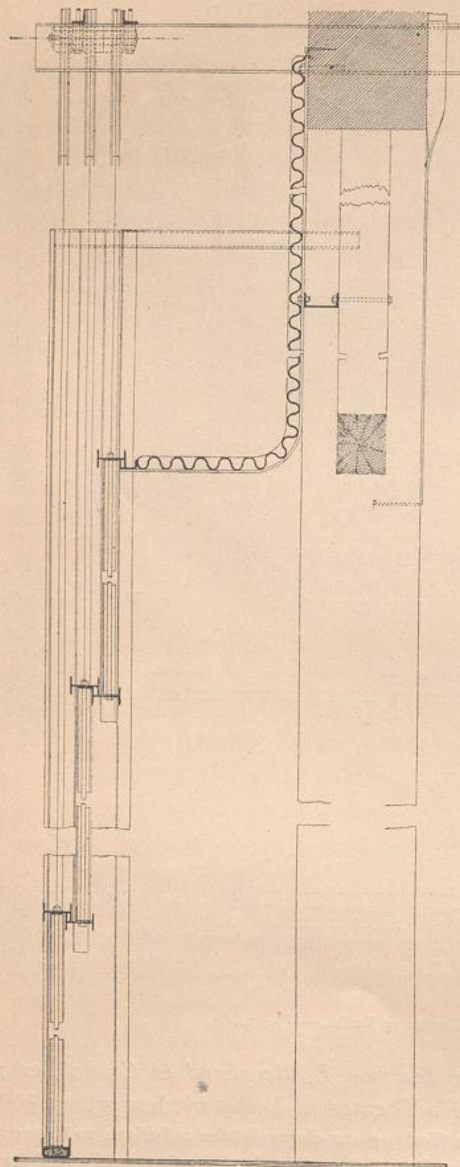
Eiserner Schutzvorhang im Walhalla-Theater zu Berlin. — 1/200 n. Gr.

In Fig. 81 bis 85 ist die Construction des von *L. Bernhard & Co.* in Berlin ausgeführten Schutzvorhanges für das Walhalla-Theater in Berlin wiedergegeben ¹³⁰⁾.

Hier war nicht Höhe genug vorhanden, um den Vorhang aus einem Stücke anfertigen zu können; derselbe ist vielmehr in 3 einzelnen Theilen hergestellt (Fig. 81 u. 84), 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 diese Differenz durch eine Wellblech-Decke feuerficher ausgefüllt. Das Gewicht der beiden unteren Abtheilungen des Vorhanges ist durch Contregewichte 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 Winkelseifen 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 Vorder-

¹³⁰⁾ Nach: Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 25.
Handbuch der Architektur. III. 6.

Fig. 84.



Querschnitt-Detail vom Schutzhohang des Walhalla-Theaters zu Berlin. — 1/30 n. Gr.

82.
Eiserne
Schiebethore.

Ein in Träger-Wellblech von der Firma *Hein, Lehmann & Co.* in Berlin construirtes Schiebethore zum feuerficheren Verschluss einer Oeffnung von 1,68 m Weite und 2,5 m Höhe giebt Fig. 87.

Beide Theile des Thores hängen an Rollen, welche auf einer Schiene laufen. An der Unterseite dient ein \sqcup -Eisen als Führung.

seite 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.

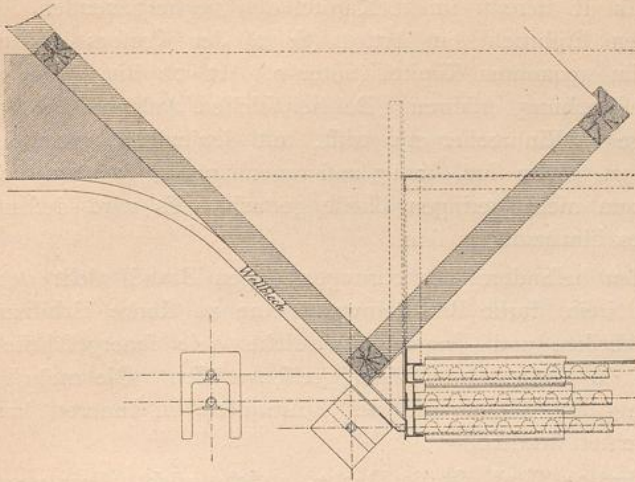
Fig. 86 zeigt die feittiche Dichtung gegen das Durchdringen der Rauchgase, wie sie von der Firma *Hein, Lehmann & Co.* zu Berlin in Hamburg ausgeführt ist; im oberen Theile dieser Abbildung ist der mit Wasser gefüllte Schlauch im Horizontalschnitt zu sehen.

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 ausschliesslich an der hölzernen Umrahmung der Bühnenöffnung gelegen zu haben, an welcher der Vorhang befestigt war.

Das Gutachten der Academie des Bauwesens¹³¹⁾ sagt darüber: »Der eiserne Vorhang hat augenscheinlich das Uebergreifen des Feuers in den Zuschauerraum so lange verhindert, bis er glühend wurde... 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 Zuschauerraum 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.«

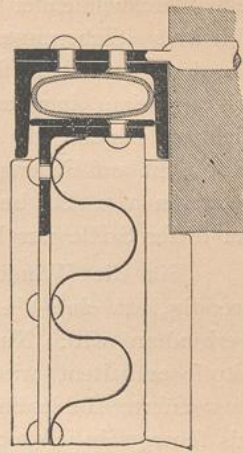
131) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 360.

Fig. 85.



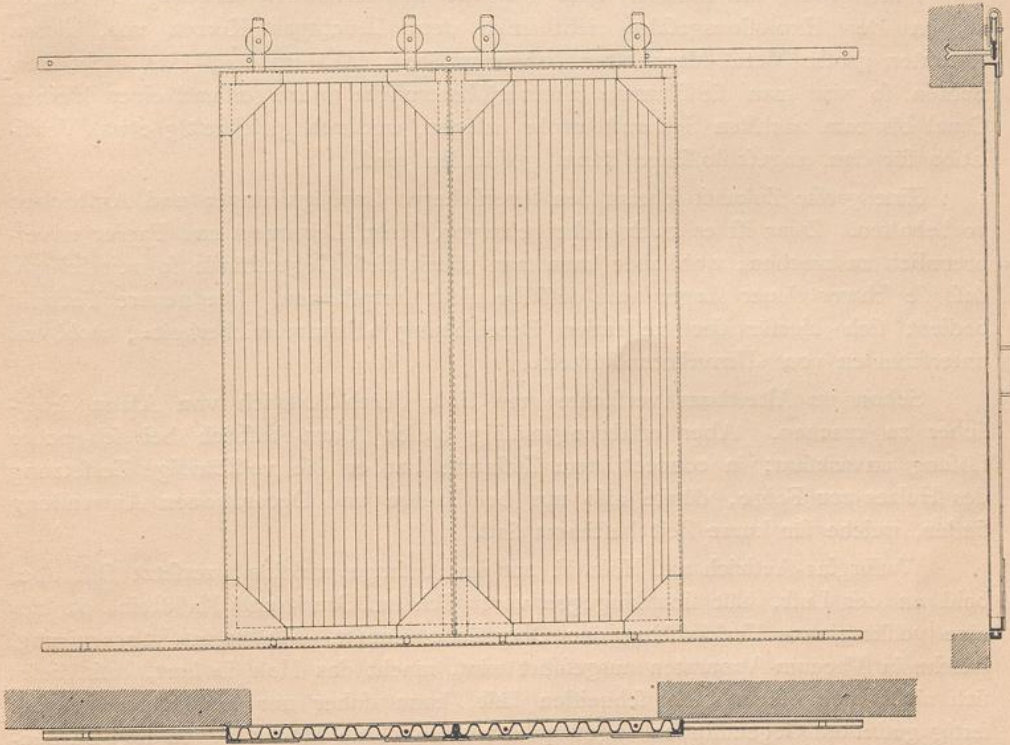
Grundriss-Detail vom Schutzvorhang des Walhalla-Theaters zu Berlin.
1/30 n. Gr.

Fig. 86.



Hydraulische Dichtung
am Schutzvorhang im Stadttheater
zu Hamburg. — 1/8 n. Gr.

Fig. 87.



Eisernes Schiebethor von Hein, Lehmann & Co. in Berlin.
1/30 n. Gr.

83.
Trefor-
Anlagen.

Von größter Wichtigkeit ist die Feuersicherheit 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. 22 bis 26, S. 23 bis 27) eine eingehende Besprechung erfahren. Da bei solchen Anlagen die Vorkehrungsregeln, die man gegen Einbrecher etc. trifft, mit denjenigen, welche in Rücksicht auf Feuersgefahr 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.

Für die Wände werden besondere Vorkehrungen gegen Brand nicht notwendig, da eine $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stein starke Backsteinwand eine zu starke Erhitzung verhindern wird. Nur in Fabriken und Magazinen, welche viele feuergefährliche Stoffe enthalten, wird man zu doppelten Wänden 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. Will man auf Gas nicht verzichten, so wird man die Flamme in einer Mauernische anbringen und einen kleinen Canal bis zum nächsten Schornsteinrohr anlegen, wodurch gleichzeitig etwas Ventilation für den eingeschlossenen Raum geschaffen wird.

84.
Anstriche
und Im-
prägnirungen.

Eine große Zukunft scheint den feuer sichereren Imprägnirungen und Anstrichen vorbehalten. Zwar 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 »Flammenicherheit«, wohl zu unterscheiden von »Unverbrennlichkeit«.

Schon im Alterthum versuchte man Holz durch Anstrich von Alaun feuer sicher 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 sog. 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).

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 *Judlin* in Charlottenburg, und dem Antipyrogen von *Kühlewein* eingehende Versuche angestellt worden, die bis jetzt gute Resultate ergeben 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 pro 1^{qm} imprägnirter Fläche, z. B. bei Coullissen, auf 2 bis 2½ Pfennige. Auch für die Imprägnirung von Holz wird dieses Mittel empfohlen¹³²⁾.

In neuester Zeit machen die Asbest-Fabrikate viel von sich reden. Die *United Asbestos Company* in England fertigt 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 *Frobeen* in Berlin gefertigt und würde sich zur Anfertigung feuerficherer Vorhänge wohl eignen. Ein definitives Urtheil läßt sich wegen der Neuheit der Erfindung noch nicht geben.

b) Feuerlösch-Einrichtungen.

Nachdem wir nunmehr die Präventiv-Maßregeln gegen Feuersgefahr besprochen haben, gehen wir zu denjenigen Einrichtungen über, welche eine ausgebrochene Feuersbrunst bekämpfen sollen¹³³⁾.

Das älteste Löschmittel ist das Wasser. Es wirkt mechanisch durch Absperrung der Luft, physikalisch durch Bindung einer Menge von Wärmeeinheiten. Doch ist zu beachten, daß es nur bei reichlicher Anwendung den gewünschten Effect ausübt, bei zu geringer Menge aber zur Vermehrung der Flamme beiträgt. Der Schmied begießt die Kohlen mäßig 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 zur Bespritzung der brennenden Gegenstände selbst, so wie derjenigen, welche in Gefahr sind, anzubrennen.

Bei werthvolleren Gebäuden wird man Feuerlösch-Einrichtungen im Hause haben, ohne dadurch die Mitwirkung der sofort zu benachrichtigenden Feuerwehr auszuschließen.

Ist das Gebäude mit Wasserleitung versehen, so bieten Feuerhähne ein treffliches Schutzmittel. Die Einrichtung derselben ist im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« (Art. 340 u. 346, S. 299 u. 302) speciell angegeben. Zu disponiren

85.
Löschmittel
mittels
Wassers.

86.
Feuerhähne.

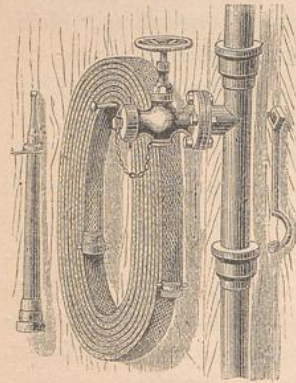
¹³²⁾ Siehe: FLECK, H. Ueber Flammensicherheit und Darstellung flammensicherer Gegenstände. Dresden 1882. S. 20.

¹³³⁾ Sehr eingehend behandelt in: DÖHRING, W. Handbuch des Feuerlösch- und Rettungswesens etc. Berlin 1881.

sind dieselben an möglichst feuerficherer Stelle und in der Mitte des Gebäudes, um mit den Schläuchen recht weit reichen zu können. Gewöhnlich werden sie am Austritt der massiven Treppen in die Corridore jeden Geschosses angebracht; Schlauch und Mundstück müssen nahe dabei sein und bleiben am besten stets am Feuerhahn angeschraubt.

Sämmtliche Theile werden entweder frei an der Corridor-Wand aufgehängt (Fig. 88), oder es wird zur Bergung derselben eine Nische im Mauerwerk ausge-

Fig. 88.



Feuerhahn mit Schlauch, Strahlrohr,
Mundstück.

spart, so groß, daß Hahn und Schlauch bequem zugänglich sind; eine verschließbare Thür liegt bündig mit dem Wandputze. 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.

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 Ein-

frieren möglichst zu schützen ist. Beim Aachener Brande (1883) hat sich die Einrichtung, die zum Abspritzen der Trottoirs und der Façaden vorhandenen Gummischläuche 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.

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 Straßen 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 Straßenfronten vorhandenen öffentlichen Feuerwechsel können hauptsächlich nur zum Schutze der nach außen gelegenen Gebäudetheile dienen.

Solche Hydranten bestehen bekanntlich aus einem 5 bis 7^{cm} weiten Rohranfatz zum Anschrauben des Schlauches; im Boden wird am besten ein kleiner Kasten angebracht, der die ganze Vorrichtung umschließt; darüber kommt ein gußeiserner Deckel, der mittels Schlüssel abhebbar ist.

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

87.
Hydranten,
Balcons
und Leitern.

ruhiger operiren, als innerhalb des brennenden Gebäudes; auch wird die Zeit für die Herbeischaffung der Leitern gespart.

Ist keine Wasserleitung vorhanden, so sind in jedem Geschoss ein oder mehrere Wasserbehälter von ca. 1 cbm Inhalt zur schnellen Versorgung der Handspritze aufzustellen. Häufig wird zur Füllung Alaun-Wasser benutzt, das aber das Holz des Kübels bald zerfrisst.

Die Schläuche, erfunden 1672 durch *Jan van der Heide*, zerfallen in Saugeschläuche und Druckschläuche. Erstere werden aus Hanf, Guttapercha und Leder gefertigt. 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 inwendig 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 Saugeschlauch endigt in einem Saugkopf aus Metall, Blech oder Gußeisen, der in feinem Inneren ein Ventil und unter demselben ein durchlochstes Kupferblech hat, um Unreinigkeiten zurückzuhalten. Ist das Wasser sehr unrein, so ist der Saugkopf noch mit einem aus Weiden geflochtenen Korbe zu umgeben.

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 eventuell zur Verlängerung zu gebrauchen. Bestrebungen zur Einführung allgemein gültiger Dimensionen für Schlauchverschraubungen sind zur Zeit im Gange.

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 1½-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 Mobilien mehr geschont.

Bei der Aufbewahrung der Hanfschläuche hat man darauf zu sehen, daß sie vollkommen ausgetrocknet sind, da sie sonst stockig werden. Rollt man die

88.
Wassereimer.

89.
Saugeschläuche.

90.
Druckschläuche.

91.
Strahlrohre
und
Mundstücke.

92.
Aufbewahrung
der Schläuche.

Schläuche um sich selbst, so müssen sie recht fest gewickelt und mit Lederriemen zusammengefnallt werden. Gummirte Hanffschläuche sind an dunklen, kühlen, nicht feuchten Orten aufzubewahren; Sonnenhitze und grelle Ofenwärme wirken nachtheilig auf die Gummi-Einlage, während Feuchtigkeit das Gewebe schädigt. Sehr lange Schläuche wickelt man am besten um hölzerne Schlauchtrommeln, welche um eine Achse drehbar sind.

93.
Zusatz
zum
Löschwasser.

Durch Zusatz von gewissen Chemikalien zum Wasser kann die Löschwirkung wesentlich erhöht werden. So wird die Wirkung der patentirten »Assicuranz-Spritze« (Patent *Ludin & Co.* in Stockholm, zu beziehen von *Siegfried Bauer* in Bonn und *Ph. Hentschel* in Berlin), 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; die Nachfüllung der Chemikalien bedarf keiner Sachkenntniß¹³⁴⁾.

94.
Besondere
Wasser-
Reservoirs.

Bei Errichtung ausgedehnter Gebäude hat man sich die Frage vorzulegen, ob im Falle eines Brandes das zur Disposition stehende Wasser auch ausreichen wird. Hierbei darf man sich namentlich über die Leistungsfähigkeit der ausgiebigsten städtischen Wasserleitungen nicht täuschen, da die gewöhnliche Zufließgeschwindigkeit von 1,0 m pro Secunde für die Speisung einer größeren Zahl von Brandspritzen nicht genügt. Eine Dampfspritze braucht pro Stunde 80 cbm, eine Handspritze 10 cbm Wasser. Es wird daher nöthig sein, neben der Wasserleitung noch größere Reservoirs anzulegen, von denen einige zur sofortigen Bekämpfung der Gefahr innerhalb, einige andere zur Verforgung der Brandspritzen außerhalb, am besten unter der Erde, liegen müssen.

95.
Selbstthätige
Lösch-
einrichtungen.

Selbstthätige Löscheinrichtungen sind hauptsächlich in Baumwollen-Spinnereien und in Theatern in Anwendung. Sie bestehen dem Principe nach aus einem in größerer Höhe über dem Fußboden angebrachten Rohrsystem, welches derartig 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. Regenapparate ist ein radicaler. Allerdings sind hiermit folgende Nachteile verbunden: 1) Es ist schwer, sich jederzeit von dem richtigen Functioniren des Regenapparates zu überzeugen; 2) es ist mit der Benutzung ein bedeutender Wasserverbrauch verbunden; 3) die Befürchtung liegt nahe, daß in der Bestürzung der Apparat 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 Concentrirung 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* angelegt¹³⁵⁾; 8 Reservoirs mit 66 000 l Inhalt besorgen die Speisung. Der Regenapparat 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 Kupferrohre von ca. 9 cm Durchmesser und 1 1/2 mm Wandstärke sind an der unteren Hälfte mit 9 Reihen veretzter

¹³⁴⁾ Siehe: Centralbl. der Bauverw. 1881, S. 358.

¹³⁵⁾ Siehe: Journal f. Gasb. u. Waff. 1876, S. 115.

Löcher von 1 mm Weite versehen, und zwar kommen auf das laufende Meter 180 Löcher. Durch Handgriffe, welche sowohl auf der Haupt-Maschinengalerie, 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 müßte. Vom Apparat soll erst dann Gebrauch gemacht werden, wenn die vorhandenen Spritzen das Feuer nicht mehr beherrschen können.

Im Hoftheater zu Gotha ist eine ähnliche Einrichtung, jedoch mit Benutzung der städtischen Wasserleitung getroffen, ferner neuerdings in Frankfurt a. M. Die Apparate 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 enorme Umdrehungsgeschwindigkeit der rotirenden Theile, theils durch Selbstentzündungen einer so rapiden Feuersgefahr ausgesetzt, daß Hydranten zur Löschung nicht ausgereicht haben. Die Sprenger, horizontale Rohre 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 des Rohres 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 Regenapparate bei ausbrechendem Feuer sofort selbstthätig wirken zu lassen. Zwei interessante Projecte hierfür hat *Hiram Maxim* in Paris aufgestellt¹³⁶⁾. In beiden ist versucht worden, einer Vergeudung von Wasser und Beschädigung vorläufig nicht gefährdeter Theile dadurch vorzubeugen, daß vom Rohrnetz 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 Rohre geschlossen halten; in dem anderen vermitteln Pyrometer auf elektrischem Wege das Oeffnen derselben. Die Construction der Hahnverschlüsse 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.

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 Löschen vermittels Dampf vorgeschlagen, hat aber selbst gefunden, daß derselbe ein Glimmen nicht hindert, welches sich bei stärkerem Luftzutritt sofort wieder in helle Flamme verwandelt. Gewiß erscheint es irrationell, 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 Fenster Scheiben ganz bleiben, also nur wenig atmosphärische

96.
Löschmittel
mittels
Wasserdampf.

136) Siehe: *Revue industr.* 1882, S. 143.

Luft zutreten kann. Das Athmen wird erfahrungsmäßig durch den Wasserdampf nicht wesentlich behindert. Diese Methode wird sich bei Bränden in Kellern und abgechloffenen 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 pressen¹³⁷⁾.

Man hat die Dampfösch-Einrichtungen auch selbstthätig wirkend construiert, indem man z. B. die Enden der Dampfrohre durch kurze angelöthete Rohrstücke aus einer leicht flüssigen Legirung von Blei und Zinn abschließt, welche, um das eine etwaige Schmelzung erschwerende Condensationswasser zu verdrängen, zum Theil mit Harz ausgefüllt werden¹³⁸⁾.

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 intensiven 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 erfunden von *Vignon* und *Charlier* in Paris, ist ein tragbarer, aus Blech construirter Apparat, welcher Wasser und außerdem kohlenäurehaltige Substanzen enthält. Die sich entwickelnde Kohlenäure übt auf die Flüssigkeit einen starken Druck aus. Am Boden des Gefäßes ist ein Ablassrohr mit Hahn nebst Gummischlauch und Mundstück angebracht. Wird der Hahn geöffnet, so entladet sich der Inhalt in scharfem Strahl bis auf 10^m Entfernung. Der Apparat wird beim Gebrauch wie ein Ranzen auf den Rücken genommen, mit der Linken der Hahn geöffnet und mit der Rechten das Mundstück dirigirt.

Die Füllung der zuerst ausgeführten Apparate bestand aus doppelt kohlenäurem Natron und Weinsäure, den bekannten Ingredienzen zur Herstellung des Braufepulvers. *Zabel* in Quedlinburg wendet Schwefelsäure statt der Weinsäure 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 muß, um nicht umgeworfen zu werden; die Bedienung kann also einem Ungeübten nicht überlassen werden. Der Apparat empfiehlt sich mithin nur da, wo ständig ein Hausmeister u. dergl. sich befindet, also für öffentliche Gebäude, Villen, Hôtels, Fabriken, ganz besonders für Schiffe, und wird in solchen, so lange der Brand nur mächtige Dimensionen angenommen hat, vortreffliche Dienste leisten.

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 l Inhalt mit Schlauch und Strahlrohr; hinter demselben befinden sich zwei starke, schmiedeeiserne Flaschen mit flüssiger Kohlenäure. Durch Absperrventile verschließbare Kupferrohre verbinden die Flaschen mit dem Wasserkessel. Oeffnet man eines der Ventile, so drückt die Kohlenäure auf das Wasser (mit ca. 40 Atmosphären Druck) und schleudert dasselbe kräftig aus dem Strahlrohr¹³⁹⁾.

¹³⁷⁾ Siehe: Mith. d. Gwb.-Ver. f. Hannover 1860, S. 251.

¹³⁸⁾ 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.

¹³⁹⁾ Siehe auch: Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1883, S. 69.

Der auf den Schiffen der englischen Marine eingeführte *Fire-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 fämmlichen 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 Fensterseiben die Flamme erlosch.

Zum Schlusse hätten wir noch diejenigen Apparate zu betrachten, welche selbstthätig ein in einem geschlossenen Raum ausbrechendes Feuer, bezw. eine aussergewöhnliche Steigerung der Temperatur anzeigen. Es sind dies die selbstthätigen Feuermelde-Apparate, auch Feuer-Automaten genannt. Sie werden entweder als Luftdruck-Telegraphen oder als elektrische Telegraphen construirt. Da sich in jedem Raum mindestens einer, in grossen Räumen, z. B. dem Zuschauer- oder Bühnenraum von Theatern, fogar mehrere derartige Apparate befinden müssen, so folgt, dass ein ausgedehntes Gebäude eine grosse Menge von solchen Apparaten aufweisen muss. Das Feuersignal wird nach dem Wächterzimmer hin gegeben, indem daselbst eine Alarmglocke 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. Eine äussere Temperaturerhöhung wirkt durch Ausdehnung der Luft im Inneren der Flasche auf das Gummihäutchen, welches diesen Druck auf einen mit dem Trichter in Verbindung stehenden Luftdruck-Telegraphen überträgt. Für eine grössere Anzahl von Automaten wird der pneumatische Betrieb zu complicirt und dadurch unsicher.

Die elektrischen Feuer-Automaten 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 Apparate construirt. Das durch Erwärmung in der gläsernen Thermometerröhre aufsteigende Quecksilber berührt an einer Stelle, die etwa bei 50 Grad der Thermometerscala 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 Läutewerk in Bewegung setzt. Bei anderen derartigen Apparaten wird das Quecksilber durch Ausdehnung der Luft, durch Wasser-, Aether- oder andere Dämpfe in einem Röhren gehoben und zum Contactpunkte geführt. Bei noch anderen wird der Strom durch ein herabfallendes Gewicht geschlossen, welches bis dahin an einem Ringe von leicht schmelzbarer Legirung aufgehängt war. Der Mangel dieser Apparate besteht darin, dass man niemals eine Controle hat, ob sie bei eintretender Gefahr wirklich functioniren werden.

Zuverlässiger sind diejenigen Apparate, welche auf dem Princip des Ruhestromes basiren, also im Momente der Feuermeldung eine Unterbrechung des Stromes bewirken. Sobald nämlich an irgend einer Stelle die Leitung schadhast geworden ist, ertönt ebenfalls die Alarmglocke. Nachdem man sich überzeugt hat, dass dies nur »blinder Lärm« gewesen ist, wird man die schadhast gewordenen Stellen auffuchen und ausbessern. Die Glocke kann auch mittels eines Tasters in Thätigkeit gesetzt und zum Rufen der Diener benutzt werden. Bei ausgedehnteren Etablissements wird es nöthig sein, auch den Ort der Gefahr nach dem Wächterzimmer zu melden. Dies geschieht mittels der in Hôtels etc. üblichen Nummern-

98.
Sonstige
Lösch-
apparate.

99.
Selbstthätige
Feuermelde-
Apparate.

Apparate. (Siehe Theil III, Bd. 3 dieses »Handbuches«, Abth. IV, Abfchn. 2, C, Kap.: Elektrische Haus- und Zimmertelegraphen.)

Betreff der Detail-Einrichtung folcher Apparate verweisen wir auf die unten¹⁴⁰⁾ 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 Feuerlöfchen in Fabrikgebäuden. *Allg. Bauz.* 1859, S. 287.
- AHLERS. Die Feuerlöfch-Einrichtungen der Hannöverschen Baumwollspinnerei und Weberei in Linden. *Mitth. d. Gwbver. f. Hannover* 1860, S. 251.
- FRANCIS. Vorrichtungen zum Schutz gegen Feuersgefahr in den Lowell-Fabriken. Nach *Mech. 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 Kohlenfäure zur Feuerlöschung. Deutsch von A. OTT. *Deutsche Ind.-Ztg.* 1869, S. 442.
- HOFFMANN's System feuerficherer Maffivbauten in Anwendung auf das Wohnhaus. *HAARMANN's Zeitsch. f. Bauhdw.* 1870, S. 1.
- DOUGLAS. *Extinguishing fires in buildings.* *Scient. Americ.*, Bd. 21, S. 357.
- Verbesserter Extingueur. *Deutsche Bauz.* 1872, S. 410.
- Neue Löfchvorrichtungen für Theater. *Zeitsch. 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 Feuerlöfchen. *Polyt. Journ.*, Bd. 206, S. 411; Bd. 207, S. 78. *Mafch.-Conf.* 1873, S. 53. *Polyt. Centr.* 1873, S. 102.

¹⁴⁰⁾ Feualarm-Apparate von *Sickert* und *Leffler*. *HAARMANN's Zeitsch. f. Bauhdw.* 1873, S. 166.

TERRIER, Ch. *Un révélateur d'incendie.* *Gaz. des arch. et du bât.* 1874, S. 44.

HEEREN. Selbstthätige Feualarmfignale. *Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1877, S. 187.

ZIEMBINSKI, S. Ueber einen neuen Feuer-Signalapparat. *Zeitsch. d. Ver. deutsch. Ing.* 1878, S. 378.

Elektrischer Feualarmapparat von *de Gaulne & Mildé*. *Deutsche allg. polyt. Ztg.* 1878, S. 454.

Elektrischer Feuer-Alarm-Apparat. *Schweiz. Gwbb.* 1878, S. 152.

ZEHNDER, L. *Der Pyrograph.* *Eisenb.*, 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. *Zeitsch. f. ang. Electr.* 1879, S. 110.

FEIN, W. E. Automatischer Feuerfignal Apparat. *Zeitsch. f. ang. Electr.* 1879, S. 166.

BRASSEUR's selbstthätiger Feuermelder. *Monit. industr.* 1879, S. 467. *Polyt. Journ.*, Bd. 235, S. 42.

LINDNER, M. C. A. HEINRICH's selbstthätige Feuermelde-Apparate. *Elektrotechn. Zeitsch.* 1880, S. 173.

Das Feualarm-System der *Exchange Telegraph Company*. *Elektrotechn. Zeitsch.* 1880, S. 297.

MONCEL, TH. DU. *Systèmes électriques pour les annonces d'incendie.* *Lumière électrique* 1880, Nr. 13, 15.

Selbstthätiger Feuermelder. *Maschinenb.* 1881, S. 106.

Elektrischer Feuermelder. *Maschinenb.* 1881, S. 328.

BAMBACH, P. Verbesserter Feuer- und Einbruch-Avifeur. *Zeitsch. f. ang. Electr.* 1881, S. 214.

Selbstthätiger Feuermelder von BROWN und BOGEN. *Zeitsch. 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.* *Lumière électrique* 1881, Nr. 12.

Les avertisseurs des incendies. *L'électricité* 1881, Nr. 14, 17.

GÉRALDY, F. *Les avertisseurs d'incendie.* *Lumière électrique* 1881, Nr. 46.

Avertisseur d'incendie de Soulandié. *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. Zeitsch.* 1882, S. 105.

Avertisseur-extincteur automatique d'incendie de M. H.-S. MAXIM. *Revue industr.* 1882, S. 143.

Tafer für elektrische Läutewerke mit Feuersgefahranzeiger. *Polyt. Journ.*, Bd. 244, S. 45.

HASE. Elektrischer Feuermelder. *Centralbl. f. Elektrotechnik* 1882, S. 408.

- 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. *Scient. Americ.*, Bd. 30, S. 227.
- EPPLEN, C. Die neue Feuer-Löschrichtung 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. *ROMBERG's Zeitschr. 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.
- Feuerlöschrichtung 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 Flammenficherheit und Darstellung flammenficherer Gegenstände. Dresden 1882.
- HEATHMAN, J. H. *The preservation of life and property.* London 1882.
- SCHEMIL, 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.
- EBELING. Die Anordnung eiserner Vorhänge in Theatern. *Wochfchr. 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 Baugwksbl.* 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 Schutzmafsregel gegen Feuersgefahr. Dresden 1883.
- KRAFT, M. Sicherheit gegen Feuersgefahr in Theatern. *Wochfchr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1883, S. 14.
- WEIDTMANN, J. Feuerlöcher mit flüssiger Kohlenfäure. *Wochfchr. 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.

2. Kapitel.

Blitzableiter.

Obwohl der Blitzableiter bereits über 100 Jahre in Anwendung ist, müssen wir uns doch gestehen, dass die Theorie über die Wirkfamkeit 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 Blitzschag das mit einem fast neuen Ableiter versehene Schulhaus zu Elmshorn in Holstein¹⁴¹⁾ traf — da brach eine völlige Panik

100.
Werth
der
Blitzableiter.

141) Siehe: *Zeitschr. f. Bauw.* 1877, S. 560.

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 Auffangestange, 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 Linienfahrzeuge, 20 Fregatten, 10 Corvetten durch Blitzschläge kriegsunfähig gemacht; seitdem aber bei denselben 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 vom Blitze 515 Gebäude 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 Academie 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.

101.
Vorgänge
bei
Gewittern.

Ehe wir nun zur Construction der Blitzableiter übergehen, müssen 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.

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 Electricität in folgender Weise bedeutend vermehrt. Bei der Auscheidung des vertheilten Wasserdampfes zu Dunstbläschen concentrirt sich nach *Peltier*¹⁴²⁾ auf ein solches Bläschen die Electricität des umgebenden Raumes, wodurch es eine bedeutende elektrische Spannung erhält.

Durch eine gesättigte, etwas leitende Luft getrennt, bilden viele solcher Bläschen Anhäufungen mit einer gemeinsamen elektrischen Schicht und diese Anhäufungen wieder den gemeinsamen 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 communiciren, ver-

¹⁴²⁾ PELTIER, A. *Observations et recherches expérimentales sur les causes qui concourent à la formation des trombes.* Paris 1840.

gleichem; sondern sie stellt einen ungeheueren Behälter gleich geladener Theilchen dar, deren Electricität 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 gemeinsamer Blitz überzufpringen.

Die Erde hat keine eigene Electricität, sondern wird erst durch diejenige der Wolken in Folge der Vertheilungs-*Electricität* 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 *Electricität* 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 felteneren und vielleicht nur durch *Influenz* geladen.

Der Blitz ist diejenige *Lichterscheinung*, welche bei starker und plötzlicher *Ausgleichung* der positiven und negativen *Electricität* 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 entstehen durch das plötzliche Aufhören der *Influenz*, und es wird 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 *Elektrisirmaschine* 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 *Electricität* entweicht, als erzeugt wird. Dasselbe findet während eines Gewitters statt. Die *Erd-*Electricität** 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 Gebirge und Bäume, so wie an den *Schiffsmasten* zeigt.

Auf der Wirkung der Spitzen beruht die *Construction* des *Blitzableiters*.

Derfelbe wurde entdeckt im Jahre 1752 von *Franklin*, welcher einen aus *Seidenzeug* conffruirten 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 *Electricität* 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 *Richard Watson* zu *Payneshill* in Nordamerika im Jahre 1762 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-*Electricität** einen gefahrlosen Weg darzubieten. Dies kann auf zweierlei Weise geschehen: entweder entladet er die *Electricität* 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 beliebtes physikalisches Experiment, 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 das in einer Wolke aufgespeicherte *Electricitäts-Quantum* zu kolossal. Allein es wird allseitig zugestanden,

102.
Wirksamkeit
des
Blitzableiters.

dafs der überspringende Funke sich jedesmal den bequemsten Weg ausfucht. Einen solchen bieten wir ihm durch den Blitzableiter.

103.
Anordnung
der
Auffange-
stangen.

Gehen wir nun zu der 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. 89) 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 natura* ein Kegel, welchen man den Schutzkegel nennt. Den Winkel α nennt

Fig. 89.

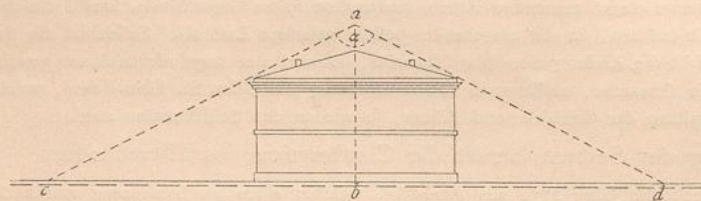
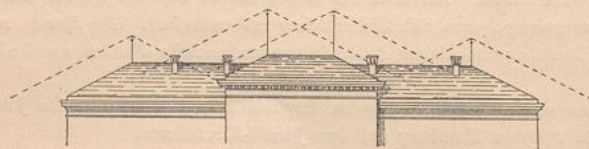


Fig. 90.



man den Schutzwinkel. Kein Theil des Gebäudes darf über den Schutzkegel hinausragen. Hat man daher ein größeres Gebäude zu schützen (Fig. 90), so müssen so viele Stangen aufgestellt werden, dafs die Dachfirte noch überall innerhalb der Schutzkegel liegen.

Höher als 5 m nimmt man die Auf-

fangestangen nicht gern, weil entweder die der Dachdeckung schädlichen Schwankungen durch den Wind zu groß werden oder, wenn man diese vermeiden will, die Stange zu stark constructirt werden muß. Die passendste Höhe ist 2 bis 3 m.

Nach der oben stehenden Abbildung scheint es sparsamer zu sein, die Auffangestange in die Mitte des Firtes zu stellen. Dies ist aber weniger empfehlenswerth, weil die sog. Anfallspunkte der Walme, welche gewissermaßen Spitzen in der Dachfläche bilden, der Blitzgefahr am meisten ausgesetzt sind.

Für die Wohnhäuser wird die angegebene Regel ausreichend sein. Bei sehr hohen Gebäuden wird man gut thun, den Winkel α kleiner zu nehmen; bei Thürmen soll derselbe in der Regel nur 90 Grad betragen. Ist ein Thurm aber sehr hoch — eine bestimmte Grenze läßt sich nicht angeben — so genügt auch dies nicht. Eine elektrische Wolke kann sehr wohl, insbesondere in hoch gelegenen Orten, tiefer ziehen, als die Thurmspitze und sich über dem Dache des Kirchenschiffes entladen.

Defshalb muß auch der Walm bei *a* (Fig. 91) eine Auffangestange erhalten, eben so auch ein Haus *B*, obwohl es innerhalb des Schutzkegels liegt, namentlich wenn dasselbe sich auf der Wetterseite des Thurmes befindet. Gebäuden, bei denen man besonders ängstlich ist, wie z. B. Pulverfabriken, wird man lieber eine Auffangestange zu viel, als zu wenig geben.

Wenden wir uns zu der Construction der Auffangestangen, so ist aus dem Früheren klar, daß die Hauptbedingung für die Wirksamkeit derselben eine scharf auslaufende Spitze ist, welche zugleich von einem gut leitenden Metall gefertigt sein muß.

Von allen Metallen besitzt das reine Silber die größte Leitungsfähigkeit¹⁴³⁾; aufser dieser kommt der Schmelzpunkt¹⁴⁴⁾ und die Sicherung gegen Oxydation¹⁴⁵⁾ in Betracht; von letzterer hängt die dauernde Erhaltung der Spitze und ihrer Leitungsfähigkeit ab.

Daß auch der Preis in vierter Linie eine Rolle spielt, kommt zwar bei großen öffentlichen Gebäuden weniger in Betracht, um so mehr aber bei kleinen Privatgebäuden, namentlich bei Bauernhöfen.

Kuhn in München empfiehlt in erster Linie das Silber, wegen seines hohen Leitungsvermögens und weil sein Schmelzpunkt noch immer hoch genug ist. Derartige Spitzen (Fig. 92) sollen einen Basisdurchmesser von ca. 20 mm, eine Höhe von 40 mm erhalten.

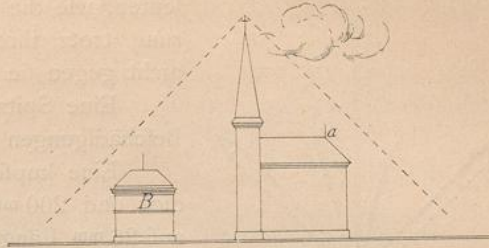
Indessen hat das Silber zwei sehr üble Eigenschaften: 1) wird die Leitungsfähigkeit desselben durch geringe Beimischungen anderer Metalle sehr herabgedrückt, z. B. durch Zusatz von nur 2 Procent Zinn auf $\frac{1}{5}$, eine Beimischung, welche sich nur unter Zuhilfenahme eines Chemikers fest stellen läßt; 2) oxydirt das Silber sehr 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 dem reinen Silber sehr nahe kommende; die Oxydation wird durch die Vergoldung gehindert; der Preis ist ein immerhin mäßiger.

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 sehr hoch.

Ist man auf Sparsamkeit angewiesen, so ist auch wohl eine eiserne Spitze ausreichend, welche gegen die Witterungseinflüsse gut verzinkt oder besser vergoldet

Fig. 91.



104.
Auffange-
spitze.

Fig. 92.



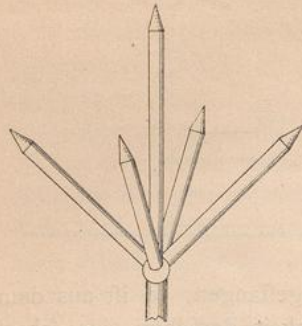
$\frac{1}{2}$ n. Gr.

143) Dieselbe übertrifft die Leitungsfähigkeit des reinen Kupfers um das 1,30-, Goldes um das 1,31-, Eisens um das 7,7- und Platins um das 9,6-fache.

144) Der Schmelzpunkt für Platin ist 2600, Eisen 1600, Kupfer 1170, Gold 1100 und Silber 1000 Grad C.

145) Nach der schwereren, bzw. leichteren Oxydirbarkeit ordnen sich die Metalle wie folgt: Gold, Platin, Silber, Kupfer Eisen; diese Reihenfolge ändert sich jedoch, sobald der reinen atmosphärischen Luft irgend welche fremdartigen Gase beigemischt werden.

Fig. 93.



fein muß. Theoretisch kann diese zwar nicht dasselbe leisten, wie die vorgenannten; doch spricht die Erfahrung trotz ihrer sehr verbreiteten Anwendung noch nicht gegen sie.

Eine Spitze muß abnehmbar fein, um sie nach Beschädigungen durch Blitzstrahl ersetzen zu können.

Eine kupferne Spitze (Fig. 94) würde man 13 mm dick und 200 mm lang ausführen, oben zugespitzt und auf 26 mm Länge vergoldet.

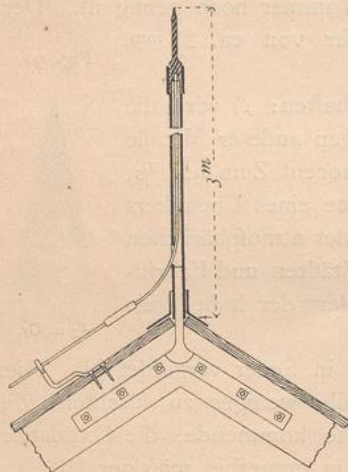
Früher wurden häufig Auffangestangen mit 3 bis 5 in einem Bündel vereinigten Spitzen angewendet (Fig. 93). Dies ist aber zwecklos, da nur die lothrechte Spitze zur Wirkung kommt. Eine in einem Charnier

bewegliche Spitze, welche in lothrechter Stellung gut functionirte, verlor ihre Wirkung, je mehr sie geneigt wurde.

105.
Auffange-
stange.

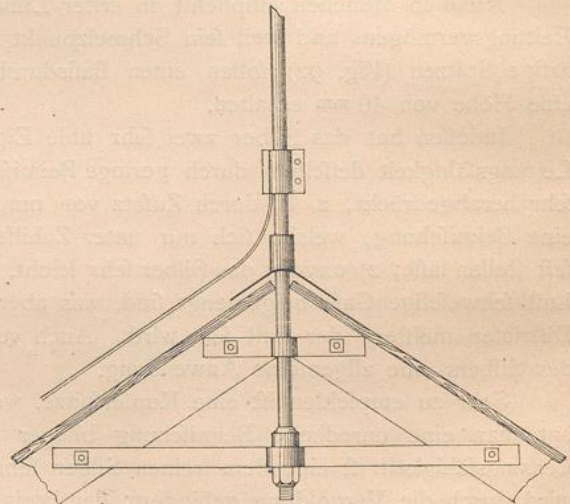
Die Auffangestange selbst wird meistens aus Eisen gefertigt. Vielfach werden dazu eiserne Gasrohre genommen (Fig. 94), innerhalb deren die kupferne Ableitung hinaufgeht, welche dann in der Kupferspitze verlöthet ist. Diese Construction hat den großen Vortheil für sich, daß Spitze und Leitung durchweg aus demselben

Fig. 94.



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

Fig. 95.



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

Materiale bestehen. Noch häufiger macht man die Auffangestangen aus Rundeisen, 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. 95). Hierbei hat man dieselbe so hoch zu setzen, daß die Ableitung eine schlanke Curve bildet.

Will man bei einer massiven Stange eine unmittelbare Verbindung zwischen der Kupferspitze und dem kupfernen Leitungsdraht haben, so ist die Construction von *Zwarg* in Freiberg die geeignete (Fig. 96).

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 gefeckt wird. Mufs die Spitze zur Neu-Vergoldung oder Reparatur abgenommen werden, so bildet die Schraube so lange eine Reserve-Spitze. Fig. 96.

Eine gut verlöthete Zinkkapsel schützt den Durchgang durch das Dach gegen das Hineinfickern des Meteorwassers (Fig. 95).

Am Dachgefärre ist die Stange durch ein Quereisen befestigt, welches in der Mitte einen Hals hat, worauf der Rand derselben aufrucht und durch welchen die schraubenförmige schwächere Endigung gefeckt und mit einer Mutter fest gehalten wird. Am First befindet sich ein Halseisen.

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 First meist nothwendige Dachschalung hindern. Derartige Schenkel dürfen nur seitlich an den Sparren angebracht werden (Fig. 94).

Andere Befestigungsarten werden sich je nach der Dachconstruction leicht erfinden lassen.

Es fragt sich nun, wie weit man wohl die Auffangestangen in das Dach hinein reichen lassen dürfe? Stangen von 5^m 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 Wasser-Reservoir im Dachraum 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. 97), 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

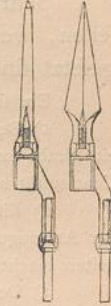
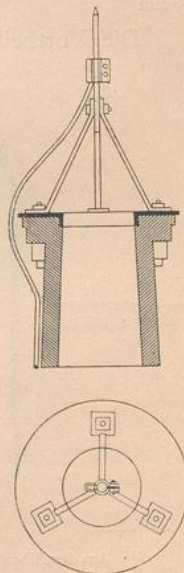


Fig. 97.



des herrschenden Windes auf die Südwestseite; *Wiesenthal* in Aachen umgibt sie außerdem noch mit einer Zinkhülle.

106.
Leitungen.

Für die Leitungen stehen im Wesentlichen nur zwei Materialien zu Gebote, Kupfer und Eisen. Kupferne Drähte von 4,5 mm sind durch Blitze geschmolzen worden; um sicher zu gehen, wird man sie 6 bis 8 mm stark machen, ihnen also 50 qmm Querschnitt geben müssen. Ein solcher Draht läßt sich noch biegen und hat erfahrungsgemäß bisher völlig ausgereicht.

Sehr verbreitet ist die Anwendung von 12-fach geflochtenen Kupferdrahtseilen, welche meistens aus einzelnen Drähten von 2 bis 2,5 mm Stärke zusammengesetzt sind.

Ein solches Seil ist aus folgenden Gründen zu empfehlen:

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 aufhebt¹⁴⁶⁾.

2) Ein Kabel ist sehr biegsam, läßt sich für den Transport bequem zusammenrollen und leicht bei der Anbringung wieder straff ziehen, was bei einem 7 mm starken Draht schon recht erhebliche Schwierigkeiten macht.

3) Der Preis eines Seiles ist wenig höher, als der eines entsprechenden Drahtes.

4) Die Befürchtung, daß ein Kabel wegen seiner rauhen Oberfläche von der Witterung zu leiden haben würde, hat sich bis jetzt noch nicht bewahrheitet.

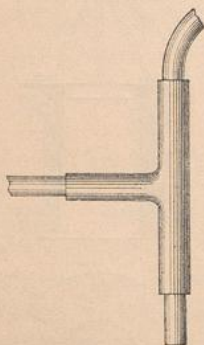
Ein 12-faches Seil von 2 mm starken Drähten entspricht einem massiven Kupferdraht von 6,5 mm, ein solches von 2,5 mm Drähten einem Drahte von 8,5 mm Durchmesser.

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 muß also 18 bis 20 mm betragen.

Ein eisernes Drahtseil muß einen etwas größeren Durchmesser haben, etwa 25 mm.

Die Vortheile einer Kupferleitung vor einer eisernen bestehen darin, daß in Folge der Biegsamkeit die Anbringung leichter ist und, da Kupferdraht in großen Längen zu haben ist, weniger Stofsverbindungen vorkommen. Die älteren Leitungen waren fast immer von Eisen.

Fig. 98.



Ein Haupterforderniß für jede Leitung ist, daß sie möglichst aus einem Stücke 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 ein kurzes eisernes Rohr überzuschieben, in welches beide Enden so verlöthet werden, daß weder Regen noch Luft eindringen kann.

Da wo eine Zweigleitung im rechten Winkel abgeht, sind I-Stücke (Fig. 98) anzuwenden.

¹⁴⁶⁾ 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.

Eiserne Leitungen verschraubt man an den Stößen mit den bei Gasleitungen gebräuchlichen Muffen, welche innen mit dem fog. Gasgewinde versehen sind. Für kupferne Leitung 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 Dachfirft an. Auf dem Firft 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. 99 u. 100). Die Leitung liegt in einem Schlitze, dessen Backen man entweder oben zusammenschlägt oder durch eingesteckten Splint verbindet (Fig. 101). Das gabelförmige Stück muß quer zur Leitung gerichtet sein; mithin sind die Stützen für die horizontalen 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 Bankeisen befestigt, deren schrauben- oder schwalbenschwanzförmiges Ende mit Cement eingesetzt wird. Um muthwilligen Beschädigungen kupferner Leitungen vorzubeugen, wird der über dem Erdboden befindliche Theil mit einem eisernen 2,5 bis 3 m langen Rohre umhüllt, das oben gegen das Einregnen mit Bleikapfel geschlossen wird und mindestens so tief hinabreicht, daß Aufgrabung beim Pflastern nicht Gefahr bringt.

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 festgestellt. 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,

Fig. 99.

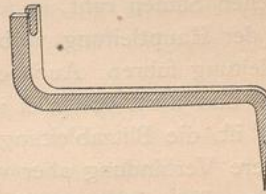


Fig. 100.

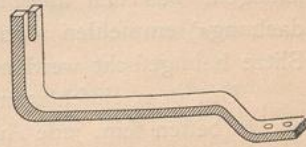


Fig. 101.

107.
Isolirung
der
Leitungen.

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 Metaldach wird mit der Leitung durch die eisernen Leitungstützen 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 von dem 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. Holz in Greifswald geht in dieser Beforgnis 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 heimgefucht werden, als andere.

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 auf je zwei Auffangestangen rechnet, so daß also ein Haus mit vier Auffangestangen, die unter einander durch eine Firttleitung zu verbinden sind, zwei Ableitungen haben müßte.

108.
Erdleitung.

Wir kommen nun zu dem schwierigsten Theile, der 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, welche man übrigens nicht in Trinkbrunnen legen darf, eine Stärke von 2 mm, für eiserne, wozu man Gufseisen wählen wird, eine 5 mm starke zu empfehlen.

Die Reichs-Telegraphie wendet für ihre telegraphischen Blitzableiter Zinkplatten von 0,75 bis 1 cm Größe und 2 mm Stärke an.

Ueber die Größe der Platten gehen die Ansichten weit aus einander.

Reines Wasser setzt der elektrischen Leitung einen 4 000 000-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, 2 000 000-mal so groß, als den Querschnitt der kupfernen

Leitung machen, was zu einer Platte von 100 qm führen würde. Indessen sind diese Zahlen durch Experiment 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 das Grundwasser oder wenigstens in feuchtes Erdreich verfenken kann.

Ganz verkehrt ist es, dieselbe in gemauerte Reservoirs 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 Wasserrohren, 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 ist, 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 Gasrohren 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 Strassen-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 Rohren 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. — 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 eingefchoben oder eingeschraubt in einen durchbohrten Ansatz an einem Theile einer verzinnten oder verzinkten, zwei- oder mehrtheiligen Rohrschelle von Schmiedeeisen, Bronze oder Kupfer und wird mit Zinn verlöthet. Das Rohr wird an der Ansatzstelle in der Breite der Rohrschelle durch Befeilen, Abschmirgeln 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 unwickelte 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 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 Isolirschrift zum Schutze gegen Oxydation umgeben; diese Isolirschrift 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 Anlafs dringender Reparaturen unvermeidlich, so

empfiehlt sich eine Verbindung der getrennten Theile durch einen gut leitenden Körper, etwa durch ein Drahtseil.

Ein wesentlicher Uebelstand bei Benutzung städtischer Rohrleitungen liegt allerdings darin, daß diese so häufig aufgegraben werden, wobei es unausbleiblich ist, daß mit den privaten Blitzableiter-Anschlüssen leichtsinnig verfahren wird. Ist aber der Grundwasserspiegel nicht zu erreichen, so bleibt nichts Anderes übrig. Wollte man auch eine Platte in dem trockenen Erdreich anbringen, so würde der Blitz dennoch vorher zur größeren Metallmasse überspringen. Zu der Ansicht jedoch, daß auch bei hohem Grundwasserstande die Verbindung der Blitzableitung mit einem Rohrnetz der Erdleitung mit Platte vorzuziehen sei, können wir uns nicht bekennen und sind der Meinung, daß, falls die Verbindung von der Auffangefange zum Grundwasser eine möglichst kurze ist, d. h. wenn an Ab- und Erdleitungen nicht, wie so häufig, gespart ist, der Blitz keine Veranlassung hat, auf Wasser- und Gasleitungen, die doch in der Regel im Trockenen liegen, überzugehen¹⁴⁷⁾.

Häuser, welche den Brunnen unter dem Keller haben, schweben dann, wenn von diesen aus etwa Wasserleitungsrohre hoch in das Gebäude bis zu einem Reservoir hinaufgehen, in Blitzgefahr. Dieselbe läßt sich nur mildern durch einen vorzüglich angelegten Blitzableiter, dessen Ableitung sich möglichst entfernt von den lothrechten Wasser-Steigrohren 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 das Reservoir anschließt, wobei man den Durchgang durch das Dach mit Blei isoliren muß.

Die Erdplatten sollen nach einem Gutachten der Academie 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.

Liegt das Grundwasser sehr tief und ist weder ein Brunnen, noch eine Rohrleitung in der Nähe, dann muß 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 muß sich, falls die Blitzgefahr eine sehr große ist, wie bei Kirchen, Hôtels auf hohen Felsen etc., darauf beschränken, die Erdleitung nur in die feuchte Mutterbodenschicht endigen zu lassen. So lange dieselbe trocken ist, kann überhaupt von keiner Blitzgefahr die Rede sein. Dieselbe tritt erst dann ein, wenn in Folge des Regens die Erdoberfläche für die Influenz befähigt wird.

109.
Revision
der
Ableitung.

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, wozu sich ein *Daniell'sches* Element mit Galvanometer

¹⁴⁷⁾ Siehe über diesen Gegenstand: Deutsche Bauz. 1880, S. 233. — Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 78. — Gefundh.-Ing. 1882, S. 154 — Journ. f. Gasb. u. Waff. 1882, S. 213. — Civiling. 1882, S. 239.

von *Keiser u. Schmidt* in Berlin empfiehlt. 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.

Wegen der kostspieligen Auffuchung und Aufgrabung 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 die Aufgrabung sparen und braucht nur den eisernen Pumpenschwengel oder das Gefänge durch einen Draht mit der Auffangespitze zu verbinden; die Erde übernimmt dann die weitere Verbindung des Grundwassers im Brunnen mit der Erdplatte.

Literatur

über »Blitzableiter«.

- REIMARIUS, J. A. H. Vorschriften zur Blitzableitung. Hamburg 1794.
 Blitzableiter. Kurze Anweisung, wie solche an den Gebäuden anzubringen sind. 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 österr. Bau-Almanach.) Wien 1868.
De la construction des paratonnerres. Paris 1868.
 Die neueren Constructionen der Auffangstange 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 Anlage der Blitzableiter zum Schutze aller Arten von Gebäuden etc., nebst Anleitung zu Kostenvoranschlägen. 2. Aufl. Weimar 1876.
- 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 conf.* 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 Maschinenflosser. Weimar 1878.
- Zur Anlage von Blitzableitern. Deutsche Bauz. 1878, S. 81.
- Studien über Blitzableiter. Maschinenbauer 1878, S. 346, 387.
- KARSTEN, G. Gemeinfaßliche 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 Pariser Weltausstellung. Prakt. Maschin.-Conf. 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 dieser 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-Feuerfocität und der Provinzial-Städte-Feuerfocität im preussischen 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. und 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 elektrotechnischen 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.
- Praktische 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. Bull. de la soc. d'encourag.* 1882, S. 450.
- LINDNER, M. Die Anlage der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1883, S. 17.

3. Kapitel.

Sicherungen gegen die Wirkung von Bodensenkungen und Erderfütterungen.

a) Sicherung der Gebäude gegen Bodensenkungen ¹⁴⁸⁾.

Im Jahre 1856 bemerkte man in Essen die ersten Beschädigungen von Häusern über Bergwerken. Seitdem haben sich diese Erscheinungen fast in allen Berg-Revieren Deutschlands gezeigt. Wir nennen in erster Linie: Essen, Iserlohn, Oberhausen, Gelsenkirchen, Witten a. d. R., Annen bei Witten, Dortmund, dann zahlreiche Ortschaften über dem Wurm-Revier bei Aachen, dem Saarbrücker Kohlenbecken, so wie über den ober-schlesischen Bergwerken.

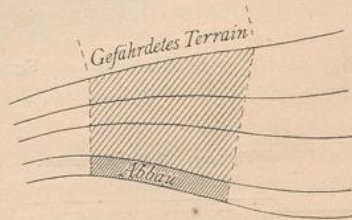
Die Wirkungen des Bergbaues auf Terrain-Veränderung können in zweierlei Weise vor sich gehen: entweder es stürzen die Abbau-Strecken, falls sie sich nicht mit Wasser gefüllt haben, nach einer Reihe von Jahren zusammen, oder die über den Flötzen gelagerten wasserhaltigen Schichten werden durch die mit 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 (horizontalen) 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 normal zur Flötzfläche bis zur Oberfläche fortsetzen (Fig. 102). 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 aussuchen, wobei man aber, da diese Theorie wenig reellen Untergrund hat, möglichst weit von dem so ermittelten Gefahr-Terrain zurückbleiben wird.

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 eine provisorische Absteifung 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 an (Fig. 110),

110.
Wirkungen
des
Abbaues.

Fig. 102.



111.
Sicherung
geriffener
Gebäude.

¹⁴⁸⁾ Die Sicherstellung von Gebäuden, die auf einem stark comprimibaren 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. 103. Querschnitt.

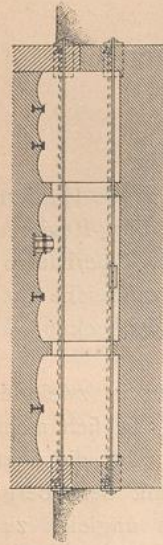


Fig. 104. Grundriss.

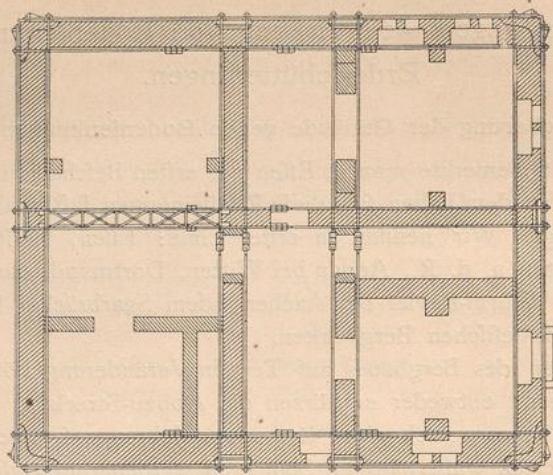


Fig. 105. Querschnitt.

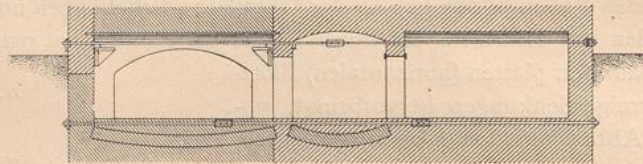
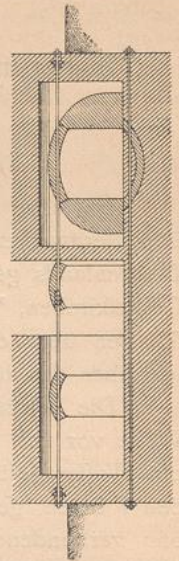


Fig. 106. Längenschnitt. — $\frac{1}{200}$ n. Gr.

Fig. 107. Fester Zuganker.

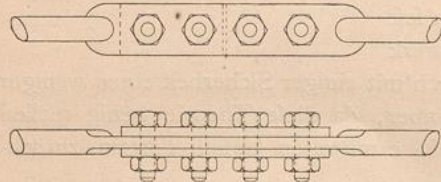
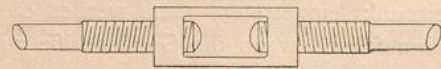
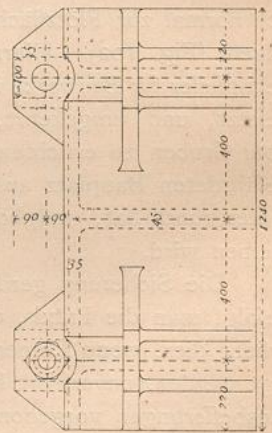


Fig. 108. Regulirbarer Zuganker.



$\frac{1}{10}$ n. Gr.

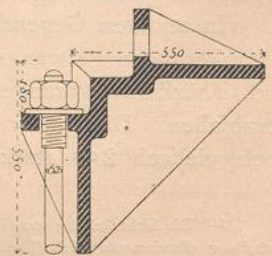
Fig. 109. Eck-Verankerungsplatte.



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

Nachträgliche Verankerung eines Gebäudes.

(Nach: Zeitschr. f. Baukde. 1878, Bl. 25.)



welche selbstverständlich eine viel zu geringe Mauerfläche faßten. Später griff man zu 4 bis 5 cm starken Anker 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 eingeschaltet, welche dem Zuge der Anker den nöthigen Druck entgegensetzen und so ein Zusammenziehen der vorher unverbundenen Mauertheile verhindern.

In Fig. 103 bis 109 ist eine solche nachträgliche Verankerung dargestellt.

Die Ecken werden mit gußeisernen Platten (Fig. 109) eingefasst, welche außen mit den nöthigen Ansätzen und Oeffnungen zur Aufnahme der Zügelanker, 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 größeren Längen gestoßen und dann an den Stößen entweder durch Lafchen und Bolzen, bzw. Nieten fest oder durch Schraubenschlösser regulirbar verbunden (Fig. 107 u. 108).

Die Spreizen bestehen am besten aus massivem Schichtenmauerwerk oder aus elliptischen Erd- und Gurtbögen, so zwar, daß beide Bogen zusammen eine geschlossene Ellipse bilden; doch werden auch unter der Kellerfohle 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 eingeschaltet, welche oben und unten durch Zugfangen 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 Bodenenkungen 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. 111 bis 115, dargestellte Verankerung eines Hauses in Effen a. d. R.

Hier sind die Gebäude-Ecken mit 4 cm starken und durch Rippen verstärkten Gufsplatten bis zur Höhe des 1. 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 Anker 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.

Wir kommen nun zu der Frage, wie man Neubauten über Gruben-Terrains zu construiren habe? Selbstverständlich müssen diese allen Fällen der Bodenenkungen Widerstand leisten. Letztere sind erfahrungsmäßig folgende:

1) Der Baugrund sinkt gleichmäßig vertical 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. 110.

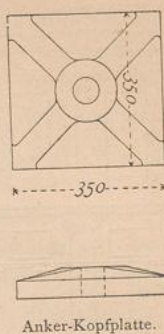
112.
Neubauten
über
Gruben-
Terrains.

Fig. 111. *Vordere Frontmauer.*

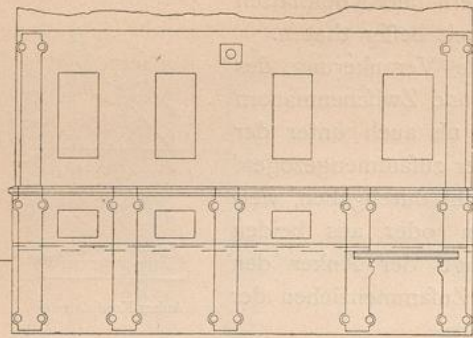


Fig. 112. *Rechtsseitige Giebelmauer.*

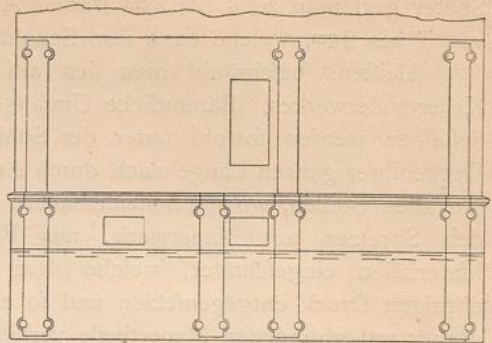


Fig. 113. *Grundriss des Kellergeschosses.*

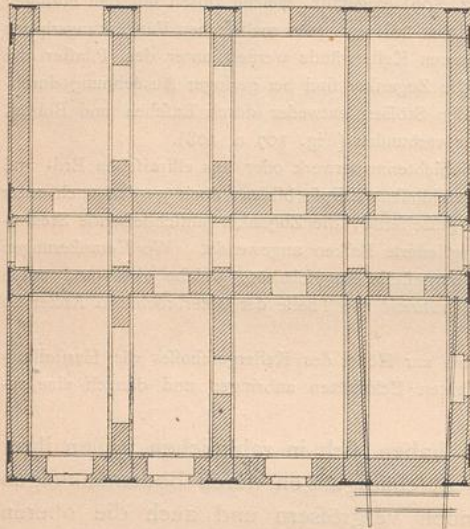
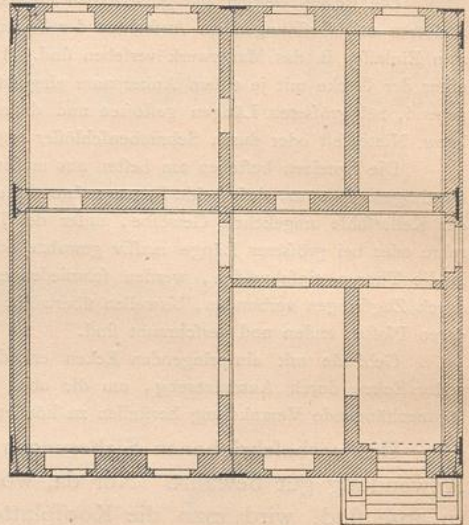
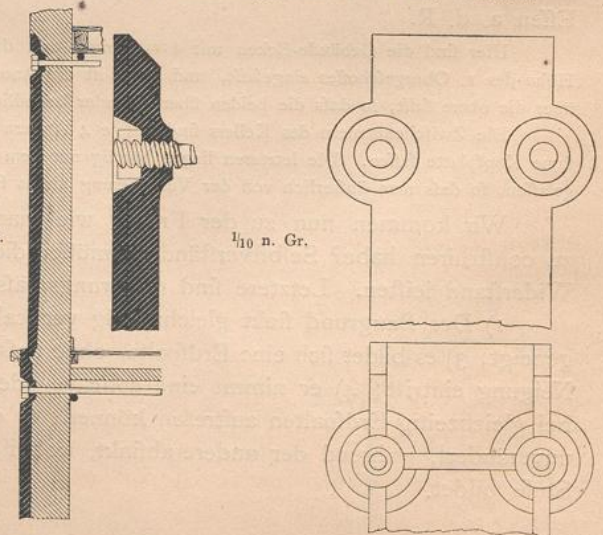


Fig. 114. *Grundriss des Erdgeschosses.*



$\frac{1}{200}$ n. Gr.

Fig. 115. *Verankerungsplatten für die Zwischenmauern.*



Verankerung
des
Hauses Ottilien-Strafse Nr. 9
in Essen a. d. R.

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

$\frac{1}{10}$ n. Gr.

(Nach Zeichnungen des Architekten
Fritz Kunhenn dafelbst.)

Fall 1 erfordert keine besonderen Sicherheitsmassregeln; 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, das sich die Erdspalte 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 absolut steifes Fundament, welches so stark ist, das 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, das sie der Senkung bis zu einem gewissen Grade folgen kann, gleichzeitig aber die Möglichkeit giebt, die horizontale Lage wieder herzustellen.

Ein absolut steifes Fundament könnte man erreichen durch einen kolossalen Bétonklotz oder durch einen eisernen versteiften Rost. Beide würden zu theuer werden. Im Kohlen-Revier 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 muß, das Gebäude auf grössere 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, bzw. Versteifungen zu einem unverschieblichen Ganzen gestaltet. Dies ist das am meisten verbreitete und für Massivbauten allein brauchbare Princip. Die Anordnung ist eine ganz ähnliche, wie die oben beschriebene, welche für die Reparatur vorhandener Gebäude angewendet wird (siehe Fig. 111 bis 114). Nur kann man hier auch für verticale Verankerung sorgen, indem man in das Mauerwerk an wichtigen Punkten verticale Anker einlegt, welche ein Abheben des oberen Mauerwerkes vom unteren verhindern.

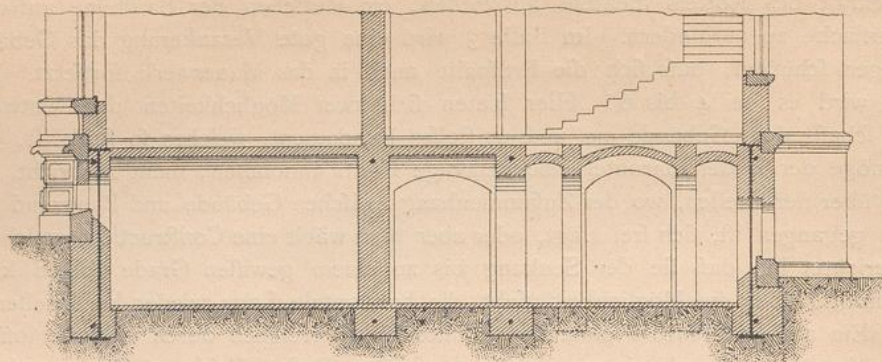
Heinzerling hat hierfür theoretische Betrachtungen angestellt, deren Hauptresultate folgende sind. Für die Verankerungs-Construction erscheint es vortheilhaft, die Dicke der Mauer und das Gewicht derselben — z. B. durch Anwendung von Fachwerk oder Hohlsteinen — ferner die Tiefe des Gebäudes, die Zahl und Belastung 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 Spielraum zu verbinden und jedem derselben eine selbständige Senkung zu gestatten.

Letzteres Princip ist bei der Errichtung des Landgerichtsgebäudes in Essen in ausgedehntester Weise zur Anwendung gekommen. Der kolossale Gebäude-Complex ist in 5 einzelne Theile von durchschnittlich 30 m Frontlänge zerlegt, welche stumpf gegen einander flossend, einen Spielraum von 4 cm zwischen sich lassen. Hierdurch wird erreicht, das sich nicht nur die einzelnen Theile unabhängig von einander senken können; sondern es darf sogar eine gewisse Schrägstellung eintreten. In das Bankett-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 bei dem unteren System ausserhalb des Mauerwerkes, bei dem oberen innerhalb desselben. Verticale Anker, von der Unterkante des Bankettes bis zum Erdgeschoffe reichend (Fig. 116), vollenden die Unverschieblichkeit des Kellermauerwerkes. Oberhalb desselben sind ungewöhnliche Verankerungen nicht angebracht.

Eine besondere Schwierigkeit ergiebt sich, wenn an ein vorhandenes, bereits gerissenes Gebäude ein Erweiterungsbau angefügt werden soll. Dies ist z. B. beim Gymnasium in Essen der Fall, welches durch einen Neubau fast auf die doppelte Grösse erweitert wurde. Lässt sich der neue Theil stumpf gegen den älteren an-

113.
Erweiterungs-
bauten.

Fig. 116.



Vom Landgerichtsgebäude in Essen. — 1/250 n. Gr.

stößen, 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 Verpreizungsmauern, auf die Bewährung gespannt sein.

114.
Holz-
Fachwerk-
bau.

Obwohl durch derartige Maßregeln ein relativ hoher Grad von Sicherheit erreicht wird, so muß man sich im Allgemeinen doch klar machen, daß die Verbindung von Anker und Mauerwerk keine absolute Versteifung herbeiführen kann.

Wo man nicht durch die etwa verlangte Monumentalität gebunden ist, wird man daher den Massivbau verlassen müssen. *Von Dechen* empfiehlt für gewöhnliche Wohnhäuser und sonstige kleinere Gebäulichkeiten den Holz-Fachwerkbau, indem er beobachtet hat, daß dieser weit weniger zu leiden hat, als der Massivbau. Es erklärt sich dies daraus, daß das Holz bis zu einem gewissen Grade im Stande ist, den Biegungen des Erdreiches zu folgen.

115.
Sicherung
gegen
stärkere
Senkungen.

Noch größere 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 Constructionen können nur mäßigen Bodensenkungen entgegenwirken.

Kommt ein größerer Gebäudetheil frei zu schweben, so werden sie nicht mehr ausreichen und man muß dann zu dem zweiten der oben genannten Principe übergehen und die Construction derartig wählen, daß 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 horizontale Lage gebracht hat.

Von diesem Gedanken ausgehend, hat *Kunhenn* 1878 das *Mallinckrodt'sche* Geschäftshaus in Essen und 1881 das Schulgebäude in Rotthausen in folgender, durch neben stehende Tafel veranschaulichter Weise construiert.

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 partielle Senkung eingetreten, so werden letztere durchgeschlagen und Erdwinden eingesetzt, welche das obere Gebäude wieder in die horizontale Lage bringen und so lange darin erhalten, bis die abgefunkenen Pfeiler neu aufgemauert sind. Um dies zu ermöglichen, ist das ganze Gebäude oberhalb der Pfeiler in Eifen-Fachwerk construiert. 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 \square -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 Eisenconstruktion gegen die Temperaturveränderungen geschützt.

Ein ähnliches Princip 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.

b) Sicherung der Gebäude gegen Erderfütterungen.

Neuere Naturforscher theilen die Erderfütterungen in vulcanische und in nicht vulcanische ein.

116.
Erderfütterungen.

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 Substanzverlust entsteht. Eine dritte finden wir in unterirdischen Auswaschungen, z. B. der Salzlager (Wieliczka, Stassfurt), so wie unter Thermalbädern (Aachen, Agram, Ischia). Immer aber ist der Zusammenbruch unterirdischer Höhlungen die letzte Veranlassung.

Die Wirkungen an der Erdoberfläche werden als stossweise (stosweise) und undulatorische (wellenförmige) empfunden. Häufig bilden sich Erdfpalten und plötzliche Bodensenkungen. Die Erschütterungen machen sich am Erdboden sehr wenig, auf hohen Thürmen sehr stark bemerkbar, innerhalb der Bergwerke meistens gar nicht. Felsboden bietet ein Hindernis für die Fortpflanzung des Erdbebens; vom Wasser durchzogenes Terrain begünstigt dieselbe. Immer geschieht sie radial von einem Mittelpunkte aus (Epicentrum), unter welchem man den eigentlichen Erdbeben-Mittelpunkt (Centrum) zu suchen hat.

Die Bauwerke leiden durch das Erdbeben mehr oder minder, je nach Material und Construction. Stellen wir uns ein frei stehendes Stück Mauerwerk (Fig. 117) zunächst unter dem Einflusse einer einzigen Terrain-Welle, also ganz abgesehen von den sich wiederholenden Oscillationen vor. Die beiden lothrechten Außenkanten werden sich vertical zur Wellenoberfläche zu stellen suchen und eine Maximalabweichung erfahren, welche wir ab nennen wollen. Haben wir in der obersten Quaderschicht (Fig. 117) 3 Quader-Längen, so wird die Oeffnung jeder der beiden Stosfugen gleich ab sein. Haben wir aber eine Bruchsteinmauer (Fig. 118), in deren oberster Schicht sich 5 Stosfugen befinden, so wird jede derselben $\frac{2}{5} ab$ betragen, bei einer Backsteinmauer mit 8 Fugen (Fig. 119), sogar nur $\frac{2}{8} ab$. Die Verschiebung des einzelnen Backsteines wird also eine geringere sein, als die des Bruchsteines, und eine weit geringere, als die des Quaders. Die Grösse der Einsturzgefahr wächst aber proportional mit der Verschiebung des einzelnen Steines. Ziehen

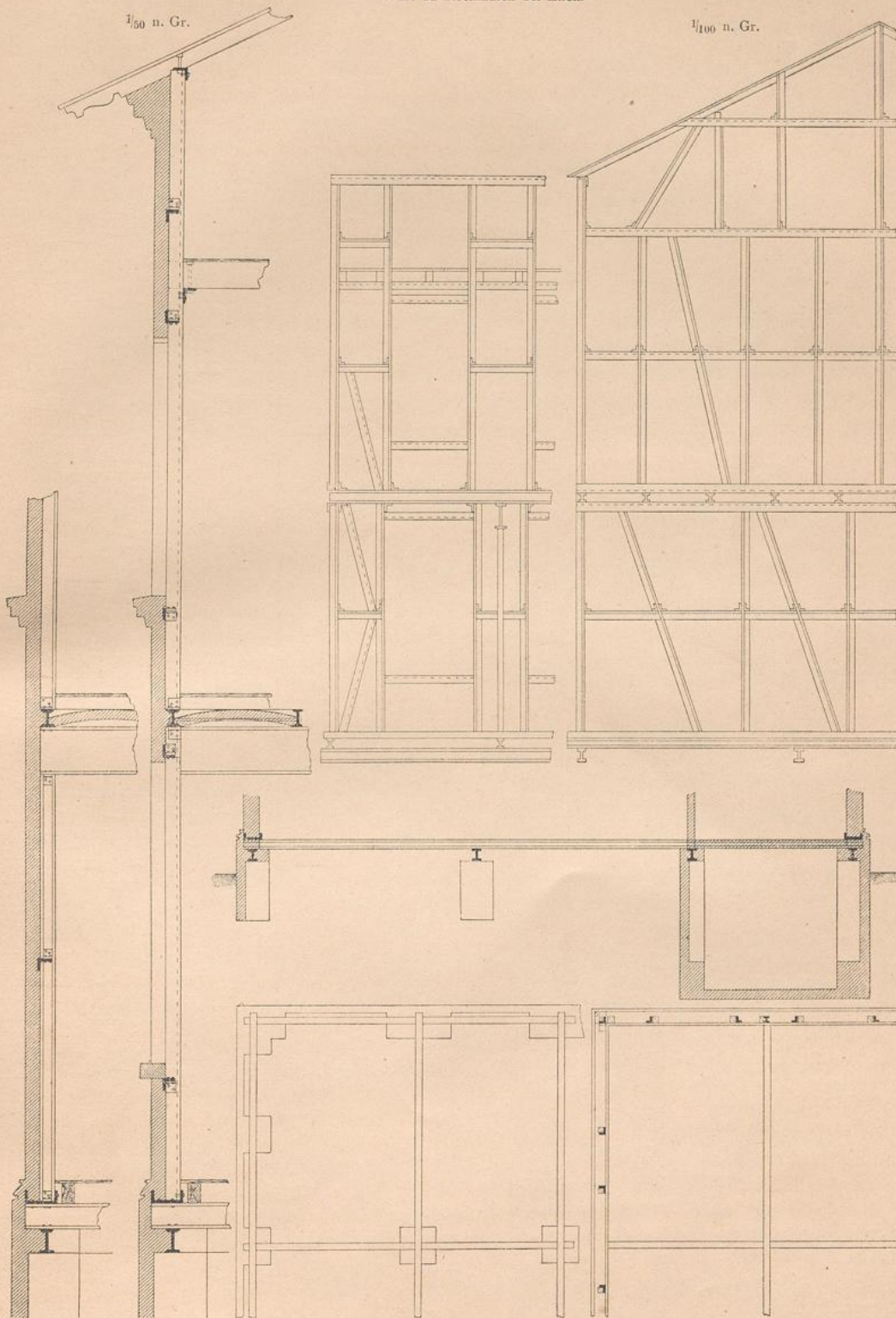
117.
Wirkung
auf
Gebäude.

Zu S. 112.

Landfchule zu Rothhausen bei Effen.

$\frac{1}{50}$ n. Gr.

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



Handbuch der Architektur. III. 6.

Arch.: F. Kunkenu.

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 \square -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 Eisenconstruktion gegen die Temperaturveränderungen geschützt.

Ein ähnliches Princip 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.

b) Sicherung der Gebäude gegen Erderfütterungen.

Neuere Naturforscher theilen die Erderfütterungen in vulcanische und in nicht vulcanische ein.

116.
Erderfütterungen.

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 Substanzverlust entsteht. Eine dritte finden wir in unterirdischen Auswaschungen, z. B. der Salzlager (Wieliczka, Stassfurt), so wie unter Thermalbädern (Aachen, Agram, Ischia). Immer aber ist der Zusammenbruch unterirdischer Höhlungen die letzte Veranlassung.

Die Wirkungen an der Erdoberfläche werden als stossweise (stosweise) und undulatorische (wellenförmige) empfunden. Häufig bilden sich Erdfpalten und plötzliche Bodensenkungen. Die Erschütterungen machen sich am Erdboden sehr wenig, auf hohen Thürmen sehr stark bemerkbar, innerhalb der Bergwerke meistens gar nicht. Felsboden bietet ein Hindernis für die Fortpflanzung des Erdbebens; vom Wasser durchzogenes Terrain begünstigt dieselbe. Immer geschieht sie radial von einem Mittelpunkte aus (Epicentrum), unter welchem man den eigentlichen Erdbeben-Mittelpunkt (Centrum) zu suchen hat.

Die Bauwerke leiden durch das Erdbeben mehr oder minder, je nach Material und Construktion. Stellen wir uns ein frei stehendes Stück Mauerwerk (Fig. 117) zunächst unter dem Einflusse einer einzigen Terrain-Welle, also ganz abgesehen von den sich wiederholenden Oscillationen vor. Die beiden lothrechten Aufsenkanten werden sich vertical zur Wellenoberfläche zu stellen suchen und eine Maximalabweichung erfahren, welche wir ab nennen wollen. Haben wir in der obersten Quaderschicht (Fig. 117) 3 Quader-Längen, so wird die Oeffnung jeder der beiden Stosfugen gleich ab sein. Haben wir aber eine Bruchsteinmauer (Fig. 118), in deren oberster Schicht sich 5 Stosfugen befinden, so wird jede derselben $\frac{2}{5} ab$ betragen, bei einer Backsteinmauer mit 8 Fugen (Fig. 119), sogar nur $\frac{2}{8} ab$. Die Verschiebung des einzelnen Backsteines wird also eine geringere sein, als die des Bruchsteines, und eine weit geringere, als die des Quaders. Die Grösse der Einsturzgefahr wächst aber proportional mit der Verschiebung des einzelnen Steines. Ziehen

117.
Wirkung
auf
Gebäude.

Fig. 117.

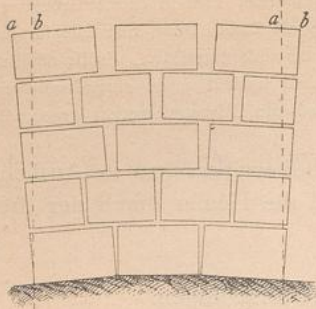


Fig. 118.

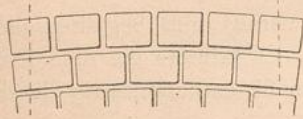
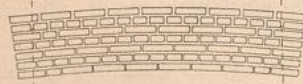


Fig. 119.



wir auch die mehrmaligen Erschütterungen in Betracht, so wird das Verhältniß für das Quadermauerwerk noch ungünstiger. Hat sich die Mörtelfuge geöffnet, so daß also der Baustein einen sich frei bewegenden Körper bildet, so wird der Quader in Folge seiner viel größeren Masse auch eine bedeutendere lebendige Kraft gewinnen.

Ist, wie gewöhnlich, das Quadermauerwerk mit einer Bruch- oder Backstein-Hintermauerung versehen, so wird die Gefahr noch größer. Während sich in einer solchen Mauer die Fugen an der Ansichtsfläche sehr weit zu öffnen streben, können die der Hintermauerung nur wenig folgen; während die Quadern die Neigung zu einer heftigen Bewegung haben, ist die lebendige Kraft der Hintermauerung eine geringe, so daß schließlich eine vollständige Lostrennung der Fasadensfläche von der Hintermauerung erfolgen muß.

Zu Gunsten des Backsteinmauerwerkes spricht auch die bessere Verbindung durch den Mörtel, dessen Adhäsion an Sand- und Kalkstein, Granit und Marmor eine geringe ist.

Noch besser aber als Backsteinmauerwerk wird sich nach den vorangegangenen Betrachtungen Béton-Mauerwerk bewähren, bei welchem die Homogenität die größte, die Mörtelverbindung die stärkste, die Masse der einzelnen Theile die geringste ist.

Diese hier theoretisch aufgestellten Principien werden durch die Erfahrung bestätigt. Nach den Beobachtungen des Generals *Tripier*¹⁴⁹⁾, 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 Fasadensmauerwerk von der Hintermauerung ab. Die meisten derartigen Außenmauern brachen über der Balkenlage des 1. Obergeschosses ab und stürzten nach außen. Am besten bewährten sich die aus der Zeit der Mauren stammenden Gufsmauern.

118.
Sicherung
der
Mauern.

Hat man daher unter den Baustoffen die Wahl, so wird man bei Neubauten Béton vorziehen. Thatsächlich haben die Franzosen neuerdings kleinere Militair-Lazarethe in Afrika so construirt. Dieselben sind überwölbt.

Leider finden wir aber in vielen Gegenden weder Backstein-, noch Béton-Material, noch einen fest bindenden Mörtel, dafür aber vorzügliche Quader- und Bruchsteine. In solchen Fällen muß man durch Hilfsconstructions die Festigkeit zu erhöhen suchen. Die Quadern 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 Fasadensmauerwerk 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 Quadern heran-

¹⁴⁹⁾ Vergl.: *Nouv. annales de la construction* 1867, S. 58.

drücken. Hauptfächlich hat dies in den am meisten gefährdeten Fensterpfeilern zu geschehen.

Dafs 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 Quadern sämmtlicher Fensterpfeiler so bedeutend verschoben, dafs die vortretenden Halbfäulen (Dienste) Schlangenlinien bilden. Die Verschiebung der einzelnen Quadern über einander beträgt stellenweise 4 cm. Bei dem Neubau des Glockenthurmes dafelbst werden gegenwärtig die einzelnen Schichten durch Steindübel, 8 × 8 cm breit und 15 cm hoch, an den Ecken und Strebpfeilern verbunden; an Zwischenpunkten werden Eifendübel, 10 cm lang und 2 cm stark, eingelegt. In derselben Schicht werden die einzelnen Quadern 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 Vorichtsmafsregel ist bereits bei der Erbauung des herrlichen Chores, welcher aus dem 14. Jahrhundert stammt, angewendet worden. Trotz der zahlreichen Erdbeben, welche die Stadt Aachen seitdem heimgesucht haben, hat dieser Chor, welcher uns durch seine aufserordentlich kühne Construction in Erstaunen versetzt, nicht im Mindesten gelitten.

Wie man diese Schutzmittel nachträglich bei älteren Bauwerken anwenden kann, dafür theilt General *Tripier*¹⁴⁹⁾ ein Beispiel in den Reconstructions-Arbeiten des *Beglick-Hospitals* zu Mascara mit.

119.
Nachträgliche
Sicherung.

Am Nordwestflügel desselben hatte sich die Blendung von der Hintermauerung getrennt. Nun legte man im Aeufseren und Inneren vertical an die Fensterpfeiler starke, durch Bolzen verbundene Hölzer und verband aufserdem 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.

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 Wellenthalles convergiren. Wiederholt sich diese wechselnde Bewegung mehrfach, so wird der Einsturz unvermeidlich sein, wenn nicht die Ausweichung der Mauern durch gegenseitige Verankerung und Verftreibung gehindert wird.

120.
Sicherung
ganzer
Gebäude.

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 aufserdem die erforderliche Zahl von Balken- und Giebelankern anzubringen. Bei dem Erdbeben von Djijely (1856) blieben nach *Tripier* die balkentragenden Scheidewände unverfehrt stehen, während die den Balken parallelen Umfassungswände einstürzten.

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 aufsen zu hindern, sondern auch den Einsturz nach innen, so dafs also aufser einer Verankerung auch eine Verftreibung angebracht werden mufs. Die besten Dienste hierfür leisten die Ueberwölbungen, welche aber durch hoch geführte Hintermauerung und kräftige Anker zusammengehalten werden müssen.

Bei stärkeren Erschütterungen wird man zu kräftigeren Mitteln greifen und das Gebäude durch ein System von horizontalen eisernen Bändern und Verticalschienen einschnüren müssen. Besonders wird dies in den oberen, stärker schwankenden Geschoffen nothwendig sein.

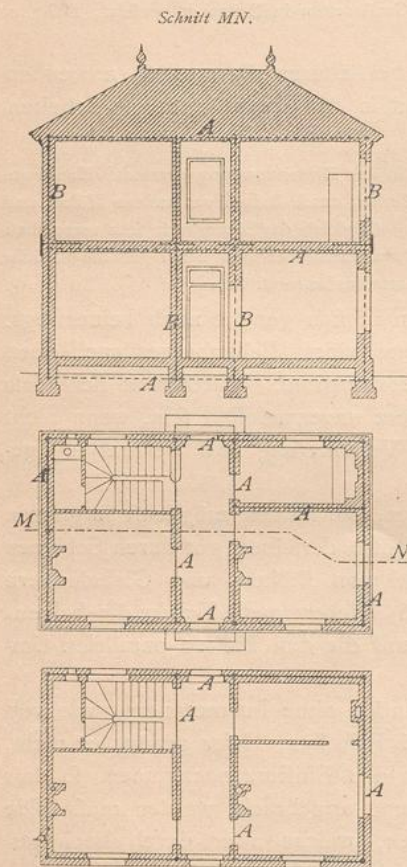
121.
Sicherung
gegen
stärkere Er-
schütterungen.

In Smyrna haben sich ¹⁵⁰⁾ Backsteinbauten, bei denen in den Lagerfugen des Mauerwerkes Bandeisen horizontal eingelegt wurden, recht gut bewährt, ohne daß dieselben auch vertical verbunden waren.

In Japan aber haben französische Ingenieure auch die Verticalverbindungen für nothwendig erachtet ¹⁵¹⁾.

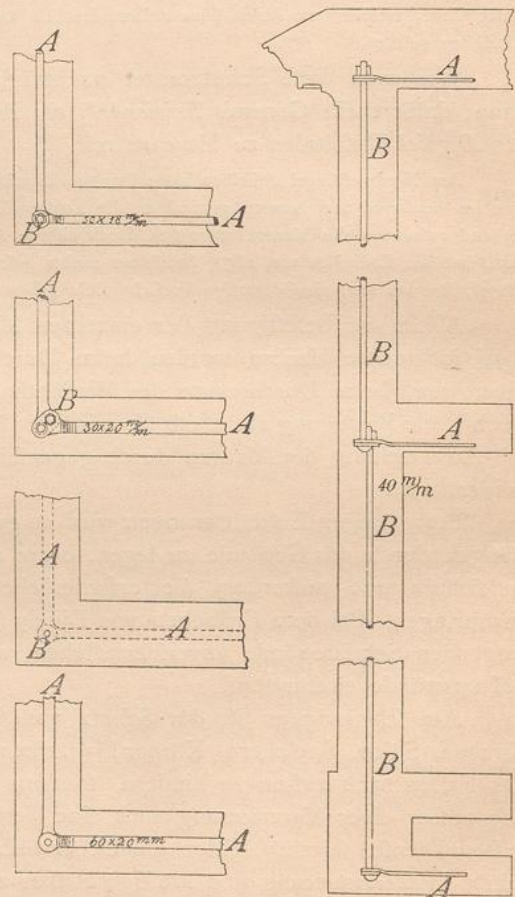
Die Construction ist folgende (Fig. 120 u. 121). In die Lagerfugen der Außen- und Innenmauern sind, wie in Smyrna, Flachschienen *A* (60×20 mm) eingelegt, die erste in das Fundament, die zweite in die Höhe der ersten Balkenlage etc. An den Ecken und an den Kreuzungspunkten greifen diese Schienen über einander und sind mit Ohren versehen, durch welche die verticalen 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. Die Temperatur-Differenz 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 comprimiren lassen.

Fig. 120.



1/300 n. Gr.

Fig. 121.



1/60 n. Gr.

¹⁵⁰⁾ Siehe: *Engineer*, Bd. 50, S. 308.

¹⁵¹⁾ Siehe: *Mémoires de la Soc. des ing. civils* 1877, S. 462.

Bei der Caferne von 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 Obergeschofs in der Höhe der Fensterfüße eiserne Bänder um das ganze Gebäude herum, welche unter sich wiederum durch starke Verticalstangen verbunden waren, eine Arbeit, welche 35 000 Francs kostete.

Wie man aber den Maffivbau auch 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 Gebäude bei Erdbeben erleiden kann, ohne zusammenzufürzen. Schwellen und Rahmen bilden eine vollständige Ringverankerung, eine sorgfältige Schienenverbindung aller Ecken und Stöße vorausgesetzt.

In Smyrna hielt man¹⁵²⁾ bis zur Einführung der Bandeisen-Anker streng an Fachwerks-Häufern mit einem Geschofs fest, d. h. mit Erd- und Obergeschofs. Construirt 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 wirksamere, 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 Fachwerksbau, 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.

Alle diese Schutzmittel sind im Wesentlichen dieselben, wie sie in Deutschland gegen die Bodenfenkungen (siehe Art. 110 bis 115, S. 107 bis 113) angewendet werden.

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 bewährt¹⁵²⁾.

Auf die Herstellung eines festen Deckenputzes ist besondere Rücksicht zu nehmen. Treppen dürfen nur aus Holz oder Eisen construirt werden.

Zum Schlusse hätten wir noch etwas zu sagen über die Stellung von Bauwerken, wenn das Epicentrum und die Laufrichtung der Erdbebenwelle aus wiederholten Vorkommnissen bekannt sind, wie dies namentlich in der Umgebung der Vulkane 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

122.
Sicherung
der
Schornsteine,
Dächer etc.

123.
Stellung
der
Gebäude.

¹⁵²⁾ Siehe: *Engineer*, Bd. 50, S. 308.

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.

Literatur

über »Sicherungen gegen die Wirkung von Bodensenkungen und Erderfütterungen«.

- 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 Essen. Bonn 1869.
HEINZERLING, F. Hochbau auf unterhöhltem Baugrund. Allg. Bauz. 1878, S. 67.
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.

2. Abschnitt.

Stützmauern und Terrassen, Freitreppen und Rampen-
Anlagen.

1. Kapitel.

S t ü t z m a u e r n .

Von E. SPILLNER.

Unter der Bezeichnung »Stützmauern« umfasst man ganz allgemein diejenigen Mauerwerkskörper, welche bestimmt sind, Terrain vor dem Abrutschen zu bewahren. Häufig unterscheidet man einzelne Kategorien von Stützmauern, je nachdem diese bestimmt sind, gewachsenen oder aufgeschütteten Boden abzufütten. Die Benennung derselben ist keine ganz fest stehende; indessen ist doch folgende Unterscheidung die am meisten verbreitete, welche im Nachstehenden fest gehalten werden soll.

124.
Verschiedenheit
der
Anlage.

1) Stützmauern sind Mauern, welche den Druck von aufgeschüttetem Materiale 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 sämtlichen vier Anlagen da zu beschäftigen haben, wo die Aufgabe vorliegt, ein abhängiges Terrain in ein horizontales zu verwandeln.

Ist ab die Neigung eines gegebenen Grundstückes, so lässt sich die Horizontalebene auf verschiedene Weise herstellen:

1) indem man eine Schüttung mit anderweitig gelöstem Boden herstellt (Fig. 122),

Fig. 122.

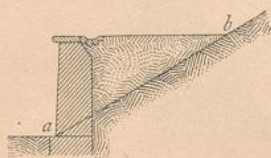


Fig. 123.

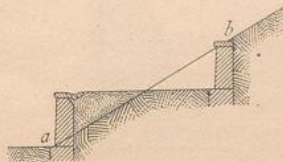


Fig. 124.

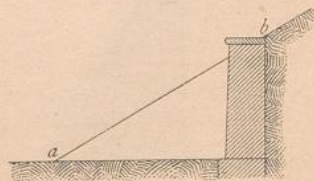


Fig. 125.



2) indem man Auftrag und Abtrag auszugleichen fucht (Fig. 123) und

3) indem man die Horizontale nur durch Abgrabung gewinnt (Fig. 124).

In Fig. 122 hat man bei *a* eine Stützmauer, in Fig. 123 bei *a* eine Stützmauer, bei *b* eine Futtermauer, in Fig. 124 bei *b* eine Futtermauer.

Ist das Terrain *ab* ein felfiges, so genügt in Fig. 123 u. 124 bei *b* eine Verkleidungsmauer; nimmt man in Fig. 122

nach vorn eine flachere Böschung (Fig. 125), die jedoch noch immer so steil ist, daß der aufgeschüttete Boden ohne Schutz rutschen würde, so hat man eine Steinbekleidung anzuwenden.

Die horizontale Terrainfläche in Fig. 122 bis 125 nennt man eine »Terrasse«. Wird eine Berglehne so umgestaltet, daß anstatt der früheren Steigung sich mehrere derartige Horizontalebenen ergeben, so nennt man sie eine »terrassirte«. Die Terrassen werden im folgenden Kapitel besprochen werden.

125.
Construction
im
Allgemeinen.

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 Erddruck auszuhalten, auf den sie nicht berechnet war, und stürzt ein.

Zunächst hat man sich also die Frage nach der zu wählenden Stärke vorzulegen. Die Methoden der Berechnung derartiger Mauern sind zahlreiche und zum Theil 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 Resultate von ausreichender Genauigkeit geben.

a) Mauerstärke.

126.
Stärke
der
Stützmauern.

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 construirte und sorgfältig gearbeitete Mauern bei trockener, horizontal gelagerter Hinterfüllung

$$b = \frac{2}{7} h;$$

β) für Mauern gewöhnlicher Construction und nicht zu nasser Hinterfüllung

$$b = \frac{1}{3} h;$$

Fig. 126.

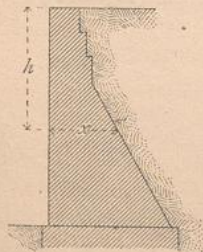
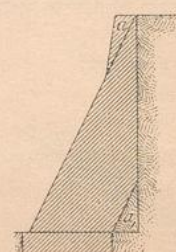


Fig. 127.



Fig. 128.



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 Resultate für im Trockenem und am Wasser stehende Stützmauern bis zu 10 m Höhe geben *Intze's* Formeln¹⁵³⁾. Für eine an der Rückseite abgetreppte oder abgeböschte, an der Vorderseite vertical oder mit geringer Neigung ($\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$) ausgeführte Mauer (Fig. 126) ergibt sich die Mauerstärke x in der beliebigen Tiefe h unter der Kronenhöhe:

α) bei nassem 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. 127) ergibt sich:

γ) bei nassem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,38 h + 0,006 h^2;$$

δ) bei trockenem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,301 h.$$

Profile für Stützmauern mit Unterfchneidung (Fig. 128) können als bloße Modificationen des vorigen Profils angesehen werden, welche sich ergibt, 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 $\frac{1}{6}$ geböschet, an der Rückseite vertical ist, giebt *Häfeler* folgende Tabelle.

Kronenbreite von Stützmauern:

Sichtbare Mauerhöhe	bei einer Ueberfchüttung 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

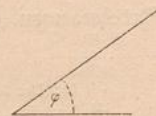
Meter.

Meter.

Bei eingehenderen Untersuchungen hat man den natürlichen Böschungswinkel φ (Fig. 129) in Rechnung zu ziehen. Es ist dies derjenige Winkel, unter welchem sich die lose aufgeschüttete Hinterfüllungserde abböschet. Mittelwerthe dieses Winkels sind für

trockenen Thon oder Lehm	nassem Thon oder Lehm	Sand und Kies	Dammerde	Wasser	Fig. 129.
$\varphi = 45$	17	26	30	0 Grad.	

Auf Grundlage des Art. 318 bis 322 (S. 274 bis 277) in Theil I, Band 1 dieses »Handbuches« läßt sich eben so, wie bei einem Tonnengewölbe (siehe ebendaf. Art. 471, S. 439 u. Art. 479, S. 447), im Profil einer Stütz-, bezw. Futtermauer die



¹⁵³⁾ In: Deutsche Bauz. 1875, S. 232.

Stützzlinie ermitteln; auch hier ist dieselbe die Verbindungslinie jener Punkte, in denen die Resultierende 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 horizontal abgeglicherer Hinterfüllung nach Zimmermann¹⁵⁴), wenn man die Construction so wählt, daß sämtliche horizontale Lagerfugen von der Stützzlinie in der vorderen Grenze des mittleren Drittels gefchnitten werden. Das Profil solcher Mauern ermittelt man am einfachsten auf graphischem Wege, wobei *a priori* betrefis der Wirkungsweise des Erddruckes zwei Annahmen gemacht werden: α) daß der Erddruck in $\frac{1}{3}$ der Mauerhöhe angreife und β) 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 Verticalen bildet, mit α , so ist

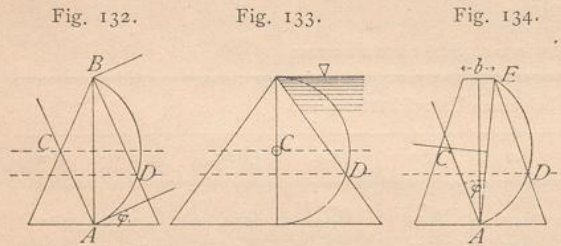
$$\frac{x}{h} = \operatorname{tg} \alpha, \text{ mithin } \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \frac{\lambda}{2} \text{ und } \alpha = \frac{\lambda}{2}.$$

Man erhält also die Basisbreite zu einer beliebigen Höhe h , indem man an h den Winkel $\alpha = \frac{\lambda}{2}$ anträgt (Fig 130 u. 131).

In Fig. 130 ist für die Hinterfüllung $\varphi = 26$ Grad angenommen; man hat also $\alpha = 32$ Grad anzutragen. In Fig. 131 ist Wasser die Hinterfüllung, mithin $\alpha = 45$ Grad.

Wird außer der im Profile überall gleichmäßigen Stabilität auch eine gleichmäßige Vertheilung des Lagerdruckes verlangt, was bei comprimierbarem Untergrunde der Fall sein wird, dann muß man ein Profil wählen, bei welchem die Stützzlinie möglichst in die Mitte fällt.

Dies wird nach Zimmermann¹⁵⁴) beim Profile des gleichschenkeligen Dreieckes erreicht. Man errichte in der Mitte A (Fig. 132 u. 133) der Mauerbasis die Senkrechte zur natürlichen Böschung bis zum Schnittpunkte C mit einer Horizontalen 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 Horizontale 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 Verticale hat, das ganze Mauerprofil bestimmt.

Wie aus Fig. 132 u. 133 ersichtlich, wird in diesem Falle der Querschnitt wesentlich größer, als wenn nur gleichmäßige Stabilität verlangt wird.

Will man das Princip der durchweg gleichen Widerstandsfähigkeit verlassen und nur einen auf die horizontale Mauerbasis gleichmäßig vertheilten Druck erreichen, so muß man auf die Trapezform übergehen. Man nehme (Fig. 134) 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 φ an; errichte in der Hälfte von AE die Senkrechte und schlage um C als Mittelpunkt einen Kreis durch E und A . Eine Horizontale 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. Kaven¹⁵⁵) $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ der Stärke von Mörtelmauern.

¹⁵⁴) In: Deutsche Bauz. 1887, S. 430.

¹⁵⁵) Vorträge über Eisenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen. II. Stützmauern und Steinbekleidungen. 3. Abdr. Aachen 1875.

2) Stärke der Futtermauern. Solche Mauern, welche auf die volle Höhe der Abgrabung geführt werden, erhalten nach *v. Kaven*¹⁵⁵⁾ ihre obere Stärke d , wenn h ihre sichtbare Höhe bezeichnet, nach der Formel

127.
Stärke
der
Futtermauern.

$$d = 0,29 \text{ m} + 0,17 h.$$

Für Futtermauern mit der Erdüberhöhung H (d. h. wenn das natürliche Terrain ansteigt) gilt die Formel

$$d = 0,29 \text{ m} + 0,27 h - 0,1 h \left(1 - \frac{H}{3h}\right)^2.$$

Für ein Profil, welches an der Vorderseite $\frac{1}{6}$ geböschet, an der Rückseite vertical ist, giebt *Häfeler* folgende Tabelle.

Kronenbreite von Futtermauern:

Sichtbare Mauerhöhe	bei einer Ueberfchüttung 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	0,78	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	2,03	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 Strebepfeiler abzustützen.

3) Stärke der Verkleidungsmauern. Nach *v. Kaven* erhalten dieselben folgende Mafse:

128.
Stärke
der
Verkleidungs-
mauern.

bis 2 m Höhe: 0,4 m, gleiche Stärke,

von 2 bis 6 m Höhe: 0,6 m, gleiche Stärke,

über 6 m Höhe: obere Stärke 0,7 m, untere Stärke $0,7 \text{ m} + \frac{h}{10}$.

4) Stärke der Steinbekleidungen an Erdauffschüttungen. Dieselbe ist abhängig von der stärkeren oder geringeren Neigung der Böschung und von dem Schüttungsmateriale des Erdkörpers, so daß sich auch hier allgemeine Regeln nicht geben lassen.

129.
Stärke
der Stein-
bekleidungen.

Bei vorsichtiger Schüttung und nicht zerfließendem Materiale kann man $1\frac{1}{2}$ -malige, selbst $1\frac{1}{4}$ -malige Böschungen¹⁵⁶⁾ ohne Bekleidung ausführen. Bis zur 1-maligen

¹⁵⁶⁾ Die schrägen Seitenflächen eines Erdkörpers nennt man Böschungen. Ist ein Punkt einer Erdböschung vom Böschungsfuß vertical gemessen 1 m, horizontal gemessen 1 m, $1\frac{1}{4}$ 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 Rasenbekleidung genügen. Bei noch steilerer Böschung ist die letztere durch Steinbekleidung zu schützen, welche man bei $\frac{1}{2}$ -mä-
liger Böschung bereits vollständig als Stützmauer zu behandeln und zu berech-
nen hat.

b) Construction und Ausführung.

130.
Wahl
des
Materials.

Bei der Wahl des Materials hat man in erster Linie darauf zu sehen, daß
dasselbe, besonders zu der 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. Backstein-
mauern, wenn sie nicht durch und durch von sehr hart gebrannten Steinen aufge-
führt 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 Burtscheid (Fig. 144 u. 145) geschehen ist, wo außerdem auch Asphalt-
abdeckung angewendet wurde.

131.
Fugenschnitt.

Ist die Mauer nach außen geböschet, so wird der Fugenschnitt normal zur
Böschungsfäche gestellt. Dies ist auch in statischer Beziehung dann zu empfehlen,
wenn, wie bei den meist üblichen Profilen mit lothrechter Hinterwand, die Stütz-
linie 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 $\frac{1}{3}$ giebt man nicht gern, da bei horizontaler Fuge die
Ansichtssteine zu spitz werden, bei geneigter Fuge das Eindringen des Tagewassers
zu sehr begünstigt wird.

132.
Befestigung
des
Fusses.

Bei der Ausführung derartiger Mauern aller vier Kategorien 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 Leimboden und anderen Erdarten, eben so bei
Feuchtigkeit aufnehmendem Gestein, ist für die Fundamentstärke die frostfreie Tiefe
maßgebend.

133.
Entwässerung.

Vor Errichtung von Futtermauern ist zu untersuchen, ob die Bergwand etwa
quellig ist. In diesem Falle ist eine Trockenmauer, in Moos gefertigt, 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 füh-
ren hat.

In Mörtelmauern läßt man in regelmäßigen Abständen schmale Schlitzte, deren
Sohle in Cement oder Haustein abgewässert wird.

Um ein Verschlammen derselben zu vermeiden, werden die Oeffnungen an der
Hinterseite bei der Aufmauerung zuerst mit grobem Geröll, dann mit Kies umpackt
(siehe Fig. 149, S. 130).

Hat man auf die Schönheit Rücksicht zu nehmen, so ist die Anwendung von Schlitzten 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 concretes Beispiel die Entwässerung der Stützmauer des Bahnhofes Malsfeld in Hessen.

ab ist die Neigung des natürlichen Terrains. In dasselbe sind Sickerschlitzte eingeschnitten und mit Steinpackung ausgefüllt, welche sich unter 45 Grad an Hauptschlitzte anschließen. Letztere führen das gefammelte Wasser unter der Stützmauer durch in einen Abzugscanal.

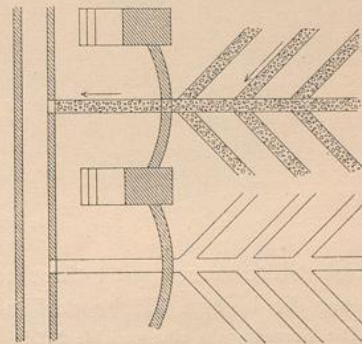
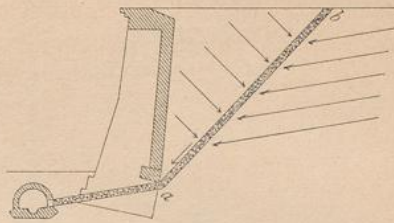
Wir kommen nunmehr zur Gestaltung der Stütz- und Futtermauern in constructiver und architektonischer Beziehung.

Für Stützmauern ist in Deutschland am meisten verbreitet das fog. französische Profil mit lothrechter oder besser unter $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{6}$ geneigter Vorderfläche (Fig. 136). Die Stärke wird in der Mitte zu $\frac{1}{3}$ der sichtbaren Höhe angenommen, die Hinterwand in Abätze 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 Abätzen aufhängt und so permanent Erdrisse und Verfackungen im Plateau sich zeigen. Die Oberfläche der Mauer wird von der Deckplatte an zweckmäßig nach hinten abgewässert.

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. 138); den Hauptschmuck wird stets eine reichere Brüstung bilden.

Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß das französische Profil rationeller und sparsamer ausgebildet werden kann. Eine Formel für die Stärke

Fig. 135.

Stützmauer am Bahnhof Malsfeld¹⁰¹⁾. — $\frac{1}{200}$ n. Gr.

134.
Stützmauern
mit
französischem
Profil.

Fig. 136.

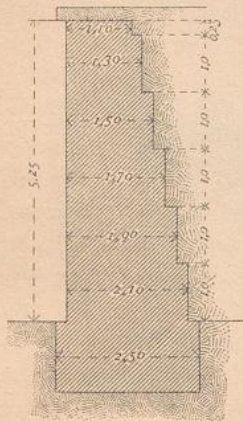


Fig. 137.

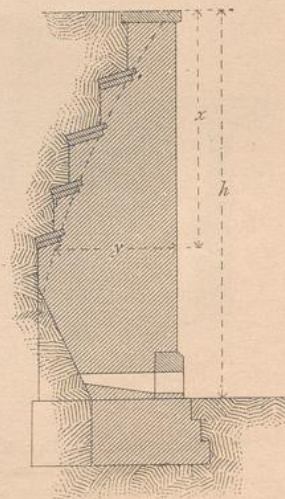
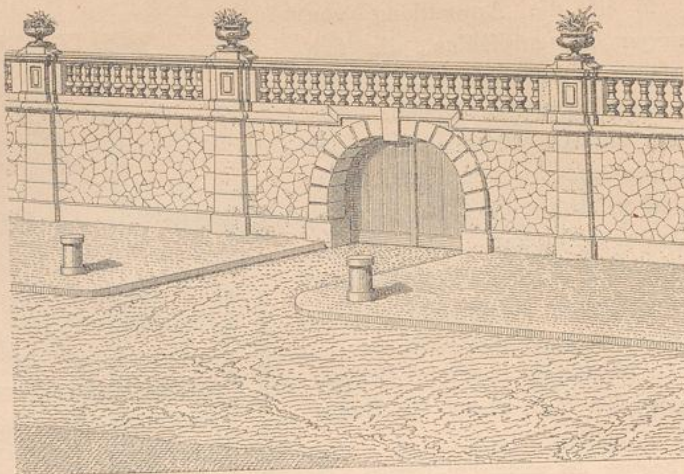


Fig. 138.

Von einer Villa in Palavas¹⁵⁷⁾.

derartiger Stützmauern mit lothrechter Vorderfläche, nach der sich eine Begrenzungscurve für die hintere Fläche derselben ergibt, hat *J. W. Schwedler*¹⁵⁸⁾ aufgestellt.

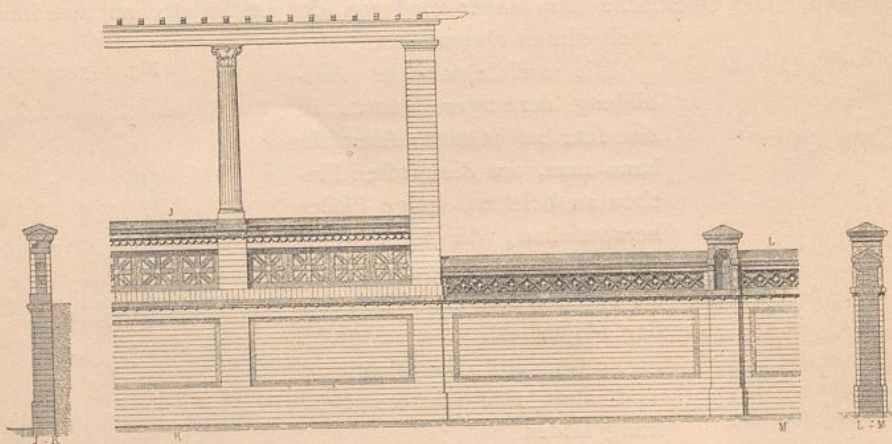
Die Formel giebt eine variable Stärke der Futtermauer (Fig. 137)

$$y = \frac{x}{2} \sqrt{\frac{3h - 2x}{h + x}}$$

worin h die frei stehende Höhe der Mauer und x den Abstand eines beliebigen Punktes der Vorderfläche von der Oberkante derselben bedeutet. Nahezu das Maximum der Stärke liegt auf $\frac{1}{3}h$ von unten, und zwar wird hier $y = \text{rot. } \frac{1}{3}h$. Die Abfätze an der Hinterseite sollen so angeordnet werden, daß die berechnete Begrenzungscurve innerhalb des Mauerwerkes bleibt.

Eine reizvolle Fortsetzung einer Gartenmauer in eine Stützmauer zeigt die Umfriedigung der Villa

Fig. 139.



Von der Villa v. d. Heydt bei Berlin¹⁵⁹⁾,
ca. 1/100 n. Gr.

¹⁵⁷⁾ Nach: VIOLLET-LE-DUC, E. et F. NARJOUX. *Habitations modernes*. Paris 1875. Pl. 150.

¹⁵⁸⁾ Vergl.: *Zeitschr. f. Bauw.* 1871, S. 280.

¹⁵⁹⁾ Nach: *Zeitschr. f. Bauw.* 1863, Bl. 9.

v. d. Heydt bei Berlin in Fig. 139; 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.

Fig. 140 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 Horizontalen, und der Radius ist etwa gleich der doppelten Höhe der Mauer. In Abständen von 3 bis 5 m sind Strebepfeiler angeordnet.

Neuerdings sind Profile mit hinterer Unterschneidung sehr beliebt (Fig. 137). 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 Fundierungen, da die Material-Ersparnis hauptsächlich die Fundamente betrifft und die Basisbreite erheblich reducirt wird¹⁶⁰⁾.

Stützmauern aus einzelnen Pfeilern mit dazwischen gespannten stehenden Gewölben sind mehrfach ausgeführt, stellen sich bei theurerer Fundamentirung billiger,

135.
Stützmauern
mit engl.
Profil.

136.
Stützmauern
mit Unter-
schneidung.

137.
Stützmauern
mit Pfeiler-
Construction.

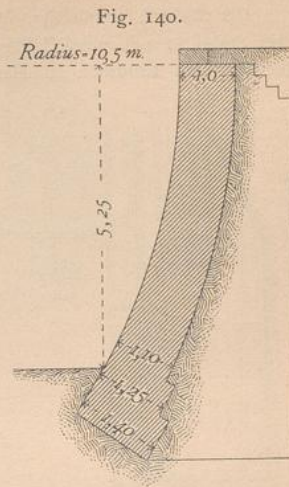
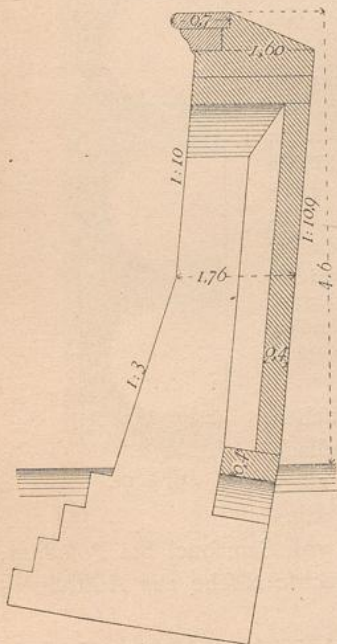
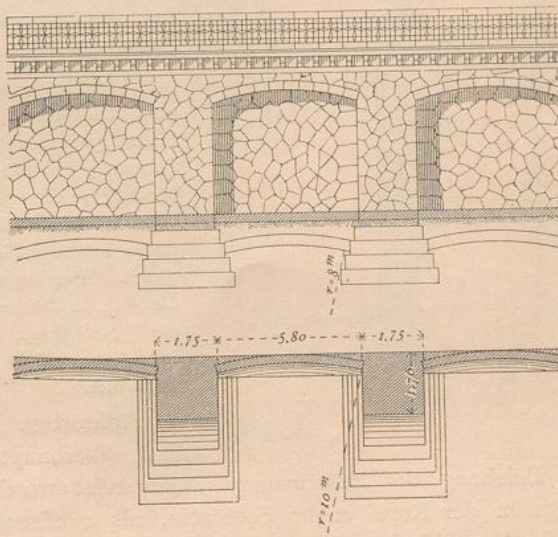


Fig. 141.
Querschnitt.



$\frac{1}{75}$ n. Gr.

Fig. 142.
Ansicht und Grundrißs.



$\frac{1}{200}$ n. Gr.

Stützmauer am Bahnhof Malsfeld¹⁶¹⁾.

160) Vergl.: Zeitschr. f. Bauw. 1871, S. 281.

161) Nach.: Zeitschr. f. Bauw. 1880, S. 447. — Deutsche Bauz. 1880, S. 523.

als massive, und haben sich gut bewährt, z. B. bei der unterirdischen Eisenbahn in London. Wir geben in Fig. 141 u. 142 die bereits oben erwähnte Stützmauer des Bahnhofes in Malsfeld.

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 dem stehenden zur Stütze.

Eine ähnliche Construction zeigt die Stützmauer des Bahnhofes in Hannover (Fig. 146 bis 148); nur ist hier eine schwache Abschlusswand vor den Nischen vorgesehen.

Es ist klar, dass sich derartige 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 Birtscheid bei Aachen, 1876 von Middeldorf erbaut.

Wie Fig. 143 bis 145 zeigen, sind die zwischen den Pfeilern gespannten Gewölbe zur Formirung von offenen Nischen benutzt, welche den Curgästen 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.

Apsisartige 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 Sanssouci bei Potsdam; dort dient meistens die in der Mitte der Mauer angebrachte Nische zur Aufstellung einer Figur oder einer Fontaine.

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 aufgeführten Profilen diejenigen weniger, bei welchen das natürliche Terrain wesentlich unterfchnitten werden

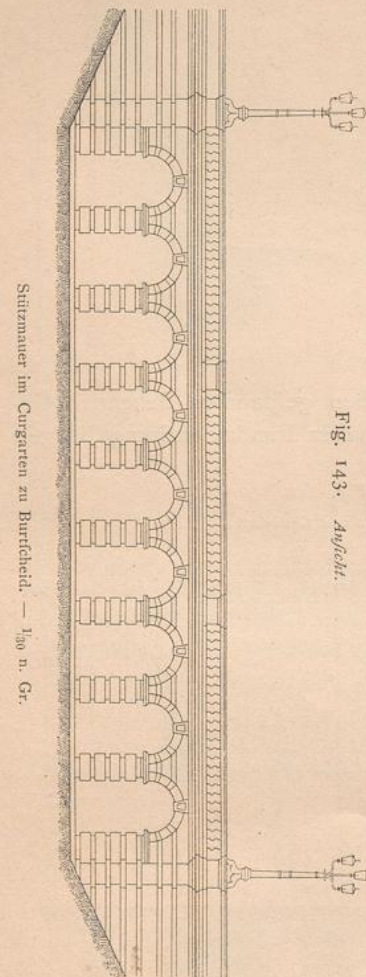


Fig. 143. Ansicht.

138.
Futtermauern.

Fig. 144.

Querschnitt.

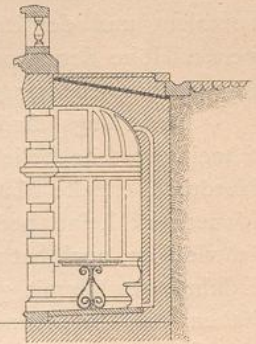
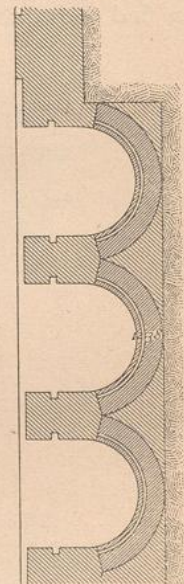


Fig. 145.

Grundriss.



1/15 n. Gr.

Fig. 147.
Querschnitt.

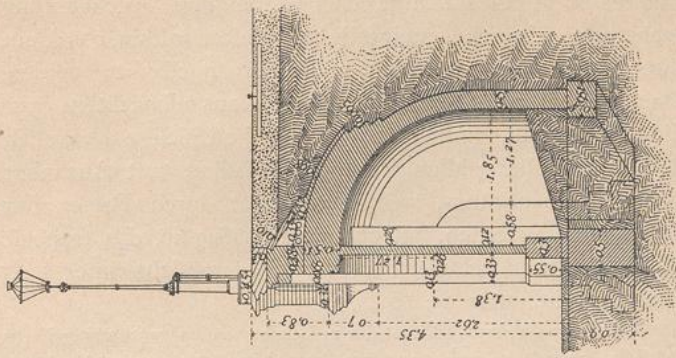


Fig. 146.
Ansicht.

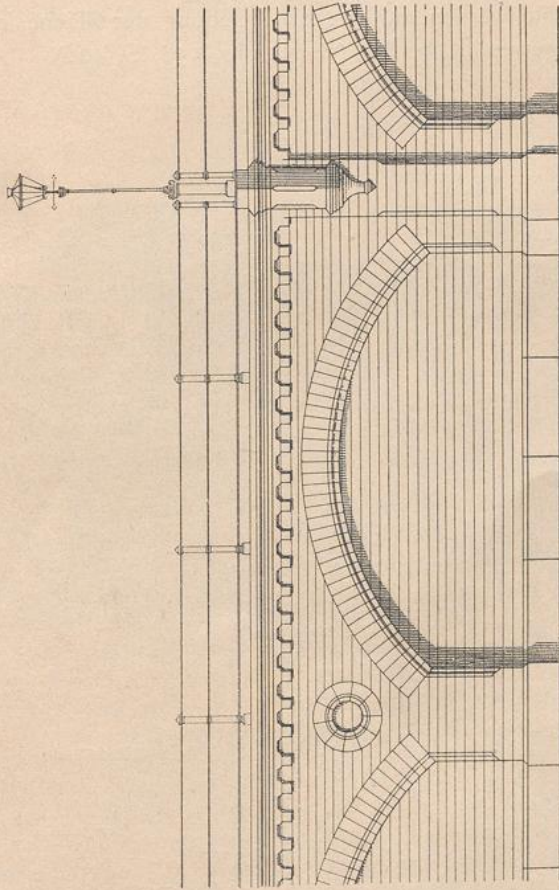
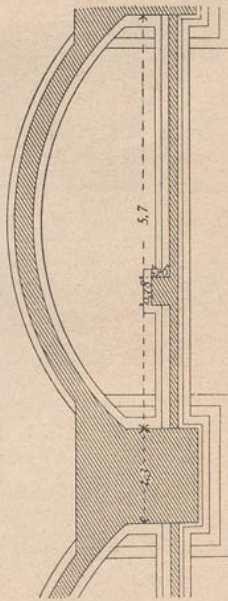


Fig. 148.
Grundriss.

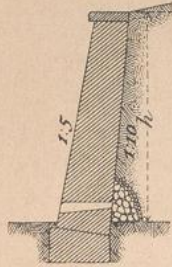


1/100 n. Gr.

Stützmauer am Centralbahnhof Hannover.

müßte, wie z. B. Fig. 126, 130 u. 132. Hier empfehlen sich die Profile mit lothrecht, bezw. geböschter Hinterwand, wie Fig. 127, 128, 137 u. 140 mehr, namentlich dann, wenn die Bodenart so beschaffen ist, daß sie bei der Ausschachtung lothrecht oder schwach geneigt stehen bleibt, mithin das Mauerwerk direct gegen den gewachsenen Boden angestoßen werden kann.

Fig. 149.

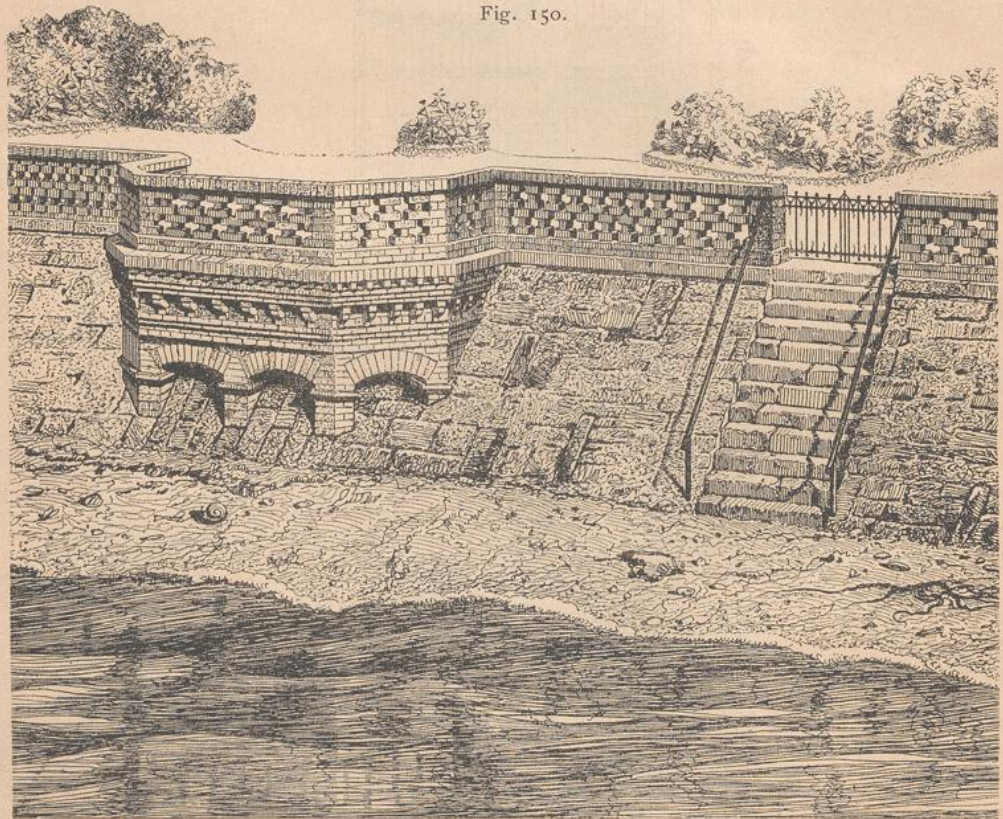


Man braucht also nicht mehr Boden auszufächten, als unbedingt nöthig ist, vermeidet auch die kostspielige Hinauffschaffung der für die Hinterfüllung nöthigen Massen, mit Ausnahme von geringen Quantitäten, welche vielleicht durch Fehler der Erdarbeit nöthig werden. Recht zweckmäsig ist das trapezförmige Profil Fig. 149, bei welchem die Vorderansicht unter 1 : 5, die Hinteransicht unter 1 : 10 geneigt ist.

Auf der Untergrund-Eisenbahn in London werden gegenwärtig Futtermauern von Béton ausgeführt, vorn 1 : 12 geböschet, rückwärts unregelmäsig begrenzt und dem Terrain genau sich anschliessend. Hierbei wird der Vortheil erreicht, daß hinter der Mauer keine Höhlungen, welche zu Senkungen des Terrains, des Straßenspalters etc. Anlaß geben könnten, verbleiben.

Die architektonische Ausbildung wird bei dieser Gattung von Mauern auf die des Brüstungsgeländers beschränkt werden müssen; zur Belebung der Fläche können auch hier Pfeilervorsprünge angewendet werden (vergl. Fig. 138, S. 126).

Fig. 150.



Von einer Villa in Houlgate.

(Nach: VIOLLET-LE-DUC, E. et F. NARJOUX. *Habitations modernes*. Paris 1875. Pl. 51.)

Die Verkleidungsmauern unterscheiden sich von den Stützmauern nur durch die geringere Stärke; im Uebrigen sind Construction und Gestaltung die gleichen.

139.
Verkleidungen.

Ueber Steinbekleidungen ist dem in Art. 129 (S. 123) Gefagten nichts weiter hinzuzufügen. Architektonisch belebt man dieselben, wie Fig. 150 zeigt, durch das Einlegen von Treppen, Auskragen von Erkern etc.

Zum Schlusse hätten wir noch etwas über die Hinterfüllung von Stützmauern zu fagen. 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 eine gewisse Consistenz 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 das Plateau 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 möglichste Comprimirung zu forgen.

140.
Hinterfüllung.

Literatur

über »Stützmauern«.

- 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 constr.* 1869, S. 60.
- REBHANN, G. Theorie des Erddruckes und der Futtermauern. Wien 1871.
- SCHMITT, E. Der Erdkünstbau auf Straßen und Eisenbahnen. I. Theil: Futtermauern und Durchlässe. Leipzig 1871.
- SARRAZIN. Ueber Ausführung 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. öst. Ing.-u. Arch.-Ver.* 1871, S. 336.
- NOWACK. Ein Beitrag zur Construction 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.
- 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 Eisenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen. II. Stützmauern und Steinbekleidungen. 3. Abdr. Aachen 1875.
- ZIMMERMANN, H. Ueber die zweckmäsigste Form einer Stützmauer. *Civiling.* 1875, S. 159.
- INTZE. Ueber die erforderliche Stärke der gebräuchlichsten Formen von Quaimauern, Stützmauern und Thalperren. *Deutsche Bauz.* 1875, S. 232, 243, 252.
- GRÜTTFIEN. 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 zweckmäsigste Construction der Stützmauern. *Civiling.* 1878, S. 577.
- KREUTER, F. Graphische Constraction eines Stützmauer-Profils. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 366.
- Futtermauern auf Bahnhof Hannover. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 512.

- WILCKE, E. Futtermauer bei dem Bahnhofe Malsfeld. Deutsche Bauz. 1880, S. 523.
 DUBOSQUE, J. *Etudes théorétiques et pratiques sur les murs de soutènement et les ponts en maçonnerie.*
 2^e édit. Paris 1881.
 CRUGNOLA, G. *Sui muri di sostegno delle terre e sulle traverse dei serbatoi d'acqua.* Turin 1882.

2. Kapitel.

Terraffen und Perrons.

VON FRANZ EWERBECK.

a) Terraffen.

141.
Theile.

Terraffen sind horizontale, 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 horizontalen Fläche, dem Plateau, und aus einer verticalen, bzw. geneigten (geböschten oder dofirten) Fläche, welche je nach der Beschaffenheit des Bodens, den vorhandenen Materialien und dem Zweck der Terrasse aus Erde, aus gewachsenem Fels, aus Mauerwerk oder aus einer Combination verschiedenartiger Materialien hergestellt sein kann¹⁶²). Die Verbindung zweier Terraffen-Plateaus wird durch geneigte Ebenen (Rampen) oder durch Treppen vermittelt, welche ebenfalls aus den verschiedenartigsten Materialien bestehen können.

142.
Historisches.

Die Terrasse spielt schon seit uralten Zeiten eine hervorragende Rolle in der Baukunst, nicht allein bei den Gebäuden der Gottesverehrung, als den Tempeln der Griechen, den Topes 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 Palaß-Ruinen zu Persepolis und anderer Gegenden beweisen. Die Terrasse sollte diese Bauwerke nicht allein gegen Ueberschwemmungen sicher stellen, sondern zugleich die Bedeutsamkeit derselben, den tiefer liegenden Wohnungen des Volkes gegenüber, erhöhen.

Eine Hauptrolle spielen die Terraffen ferner in der Gartenbaukunst. Die berühmten schwebenden Gärten der *Semiramis* waren großartige, durch mächtige Substructionen getragene Terraffen-Anlagen an den Ufern des Euphrat. Auch bei den Villen der reichen Römer war die Anlage von mit schattigen Laubgängen, Statuen, Balustraden, Wasserkünften etc. geschmückten Terraffen sehr häufig (Praeneste, Tivoli). Im Mittelalter sind sie selten und kommen wohl nur bei einigen Schloß-Anlagen der spätesten Zeit vor; auch haben sie hier mehr fortificatorischen Zweck, als den, zur Verschönerung des Schloffes, bzw. 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 Combination zwischen Villa, Terrasse und Garten. Derartige Terraffen, 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 grandiofer Doppeltreppe im großen Hofe des Vatican zu Rom (jetzt *Giardino della pigna*); ferner in Frankreich die Terraffen-Anlagen von St. Cloud, Versailles und St. Germain-en-Laye, zu denen man als neueste Beispiele diejenigen des *Trocadero*-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-Terraffen von Sanssouci und jene zu Wilhelmshöhe bei Cassel. Eine herrliche, großartige Terraffen-Anlage ist neuerdings auch in Florenz zur Ausführung gebracht.

¹⁶²) In uneigentlichem Sinne werden bisweilen mit dem Namen »Terraffen« 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, Abth. III, Abschn. 1, D, Kap. über »Balcons 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.

Terrassen-Anlagen.

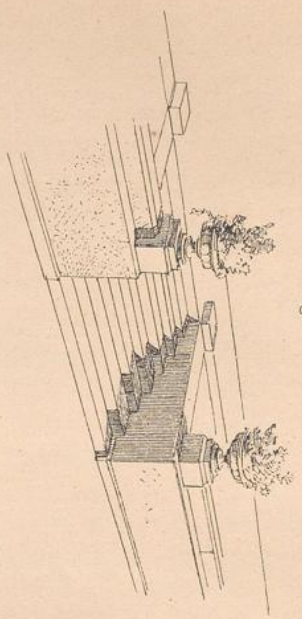


Fig. I.

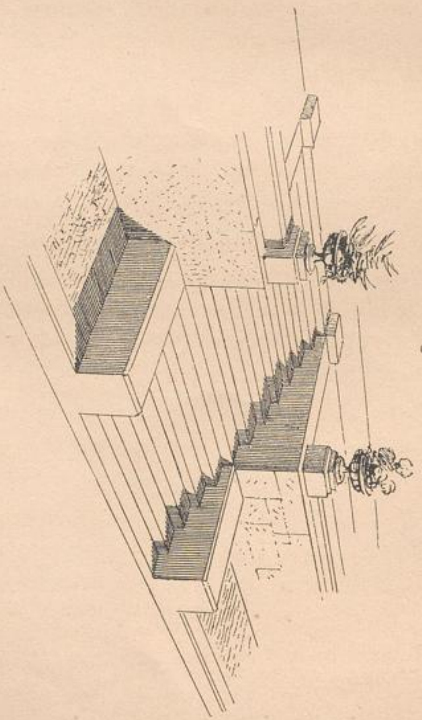


Fig. II.

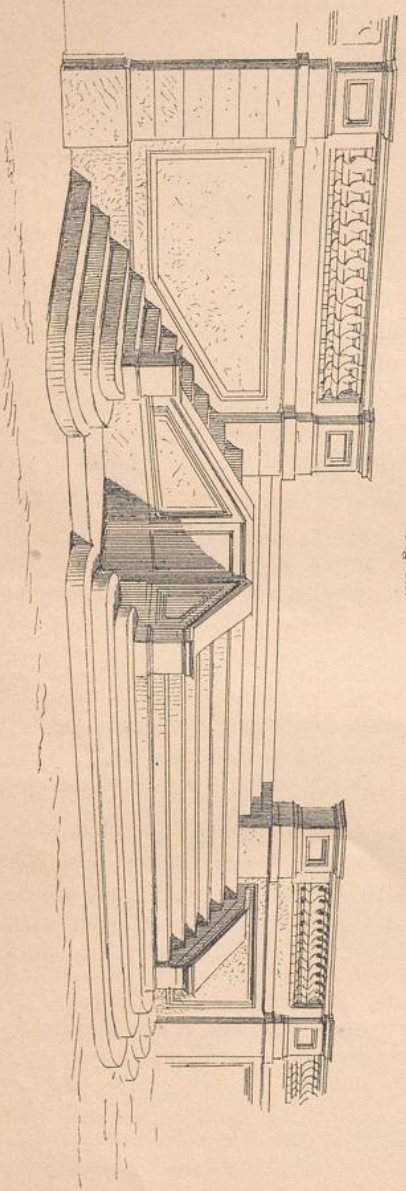


Fig. III.

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 des Terrassen-Plateaus maßgebend.

143.
Terrassen-
Plateau.

Findet darauf nur Personenverkehr statt, so können die für Trottoire üblichen Befestigungsweisen, als: Pflasterung, Platten-, Cementgufs-, Gufasphalt-Belag etc. Anwendung finden, auch Bekiefung ist nicht ausgeschlossen. Letztere, so wie Gufasphalt gestatten 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: Behandlung der Trottoire und Hofflächen) ist über Construction und Ausführung solcher Befestigungen das Erforderliche zu finden. (Siehe auch Art. 140, S. 131.)

Sind unter den Terrassen-Plateaus überwölbte Räume vorhanden, so müssen die Gewölbe derselben wasserdicht abgedeckt und die Deckschicht derart angeordnet werden, daß das eingefickerte Tagwasser abfließen kann. Findet Wagenverkehr auf dem Plateau 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^{cm} Ueberfüllung vorhanden sein.

Von großer 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 Rasenflächen oder aber als mächtige Quadermauern (wie am Palaß *Pitti* in Florenz), durch Arcaturen belebt, oder als glatte, bezw. gemusterte Wandflächen ausgeführt. (Vergl. hierüber auch das im vorhergehenden Kapitel über die architektonische Gestaltung der Stütz- und Futtermauern Gefagte, so wie die neben stehende Tafel und Theil III, Bd. 1, Abth. III, Abschn. 1, D, Kap. über »Einfriedigungen«.)

144.
Terrassen-
Begrenzung.

Dasselbe gilt von den zum Plateau hinaufführenden Treppen, da sowohl durch die ganze Disposition 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 Maße gesteigert werden kann. Auf neben stehender Tafel, so wie in den Fig. 151 bis 153¹⁶³⁾ sind einige Beispiele vorgeführt, um zu zeigen, wie verschiedenartig die Disposition der Terrassen-Treppen sein kann.

145.
Treppen-
Anlagen.

Fig. 151.

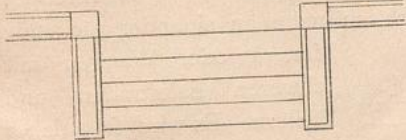
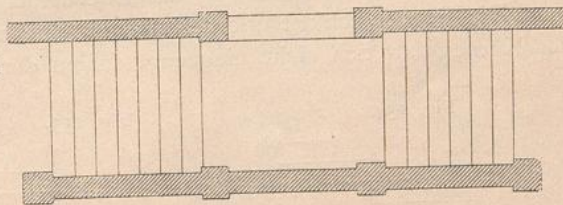
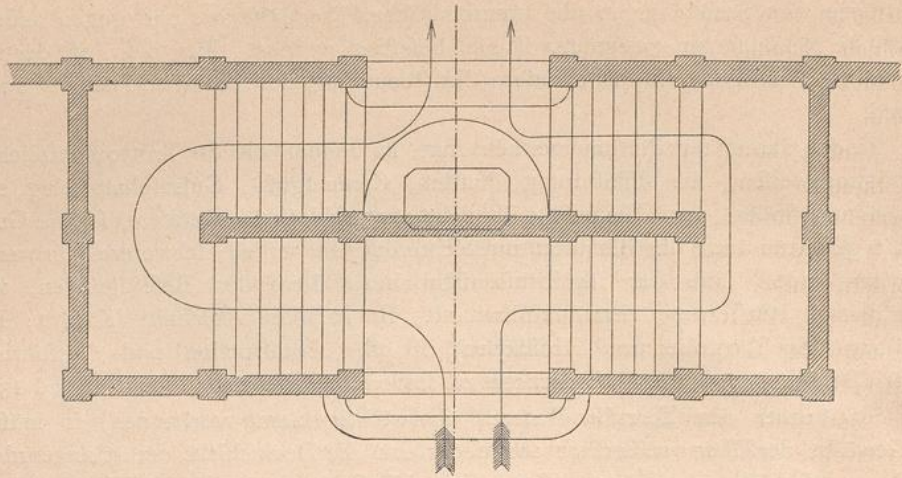


Fig. 152.



163) Die Abbildungen sind theilweise entnommen aus: ABEL, L. Garten-Architektur. Wien 1876.

Fig. 153.



In Fig. 151 ist die Treppe der Terrasse ganz vorgelegt, in Fig. I der umstehenden Tafel ganz eingelegt. Hinsichtlich der Wahl zwischen beiden ist oft die Beschaffenheit des Vorterrains, oft auch die Verfügbarkeit über dasselbe entscheidend.

In Fig. II ist die Treppe zur Hälfte vor, zur Hälfte in die Terrasse gelegt; Fig. III zeigt eine reiche Treppen-Anlage mit drei Fluchten. Eine solche Anordnung empfiehlt sich da, wo es wünschenswerth erscheint, das die Terrasse leicht von verschiedenen Seiten her zugänglich gemacht werde, beispielsweise in dem Falle, das ein freier Platz vor derselben sich befindet.

In Fig. 152 ist die Treppenaxe parallel zur Terrassen-Mauer angenommen (Zugänglichkeit von zwei Seiten her); durch Fig. 153 ist eine reiche Treppen-Anlage mit Anordnung einer Figuren-Nische in der Höhe des unteren Podestes veranschaulicht.

146.
Construction
der
Treppen.

Hinsichtlich der Construction der Treppen kann im Allgemeinen auf Theil III, Bd. 3 (Abth. IV, Abschn. 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 muß bei frei liegenden, zu Terrassen hinaufführenden Treppen auf ein bequemes Steigungsverhältniß Rücksicht genommen werden, da Treppen dieser Art in den meisten Fällen mehr zum langsamen Promeniren, als zur raschen Communication dienen sollen; doch kann die für das Steigungsverhältniß der Treppenstufen häufig angewandte Regel:

$$2 \text{ Steigungen} + 1 \text{ Auftritt} = 63 \text{ Centim.}$$

auch hier angewendet 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, event. mit gebrochener Kante, siehe Fig. 154 u. 155). Ueber die Unterstützung der Stufen ist im folgenden Kapitel (Art. 151) das Erforderliche zu finden.

Die Bequemlichkeit erfordert sodann eine möglichst große Breite der Treppe; der Körper darf sich nicht eingeeengt fühlen durch zu nahe an einander rückende

Fig. 154.

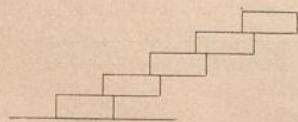


Fig. 155.

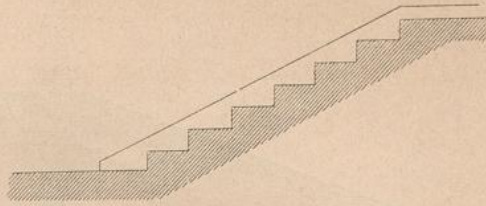


Mauern oder Wangen mit schweren Balustraden und Pfeilern. Es wird sich daher empfehlen, bei in Böschungen liegenden Treppen die Balustraden ganz fort zu lassen

Fig. 156.

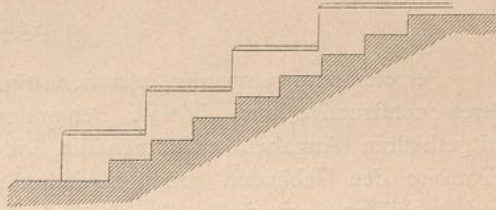


Fig. 157.



und als Begrenzung der Treppenstufen nur ein niedriges Werkstück (Sargstück) zur Anwendung zu bringen, welches mit der Böschung gleiche Höhe hat oder dasselbe doch nur um ein Geringes überragt (Fig. 156 u. 157). Reicher läßt sich der feiteliche Abschluß gestalten, wenn man statt der der Treppenneigung folgenden Wangen eine Abtreppung anwendet, welche zugleich zum Aufstellen von Schmuckgegenständen, als Vafen, Figurengruppen, Blumen etc., dienen kann (Fig. 158).

Fig. 158.



Sind die Terrassen durch Geländer abgeschlossen, so werden auch die zu denselben hinauf führenden Treppen in den meisten Fällen eines eben solchen Abschlußes nicht entbehren können. Die Ausbildung derselben ist in Theil III, Bd. I (Abth. III, Abschn. I, D, Kap. über »Brüstungen und Geländer«) ausführlich behandelt; doch möge hierzu noch bemerkt werden, daß sich von allen Abschlußarten an dieser Stelle die Docken-Balustrade (Fig. 159) 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 Docken der Zopf- und Rococo-Zeit auftritt (Fig. 161), sondern stets horizontal (Fig. 159 u. 160).

Was die Anwendung einer Balustrade als Abschluß einer Terrasse anlangt, so darf nicht unerwähnt bleiben, daß dieselbe bei flachen Böschungen nicht nur überflüssig ist, sondern auch gewöhnlich nicht vortheilhaft wirkt (Fig. 162).

Fig. 159.

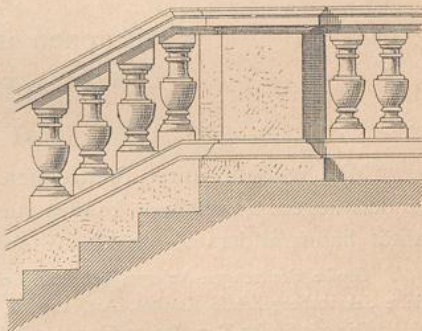


Fig. 160.

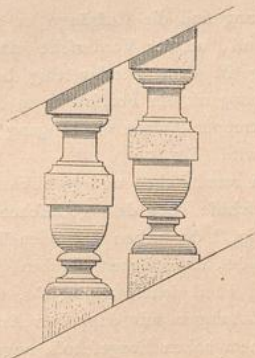
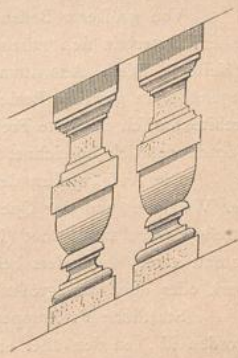
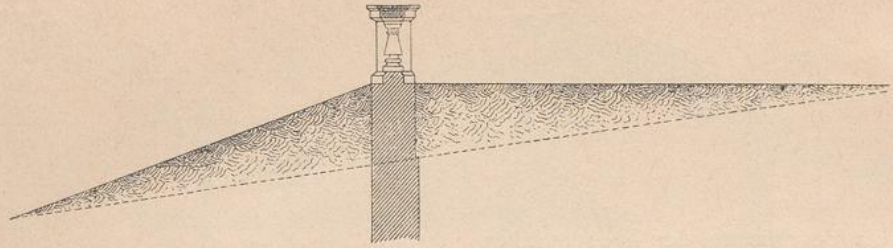


Fig. 161.



147.
Geländer.

Fig. 162.



b) Perrons.

148.
Anlage.

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, wie die erhöhten Trottoire den Gebäuden entlang geführt und stimmen dann auch in Anordnung und Ausführung mit diesen überein (siehe hierüber den nächsten Abschnitt, Kap. 1: Behandlung der Trottoire und Hofflächen). Ueber Anlage von Perrons auf Bahnhöfen wird in Theil IV, Halbbd. 2 (Abth. II, Abfchn. 4, Kap. 3) das Erforderliche vorgeführt werden.

3. Kapitel.

Freitreppen und Rampen-Anlagen.

VON FRANZ EWERBECK.

a) Freitreppen.

149.
Historische
Uebersicht.

Man versteht unter Freitreppen solche Treppen, welche im Freien vor Gebäuden liegen. Dieselben können aus Gründen der Dauerhaftigkeit und Monumentalität kaum anders als in Stein construirt werden.

Große Freitreppen-Anlagen befanden sich vor den Bauwerken der Assyrer, Babylonier und Perfer (siehe das vorhergehende Kapitel, Art. 142, S. 132).

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 Dimensionen eine durchaus untergeordnete Rolle, da die mächtigen, das ganze Bauwerk umgebenden Stufen-Terrassen entschieden dominiren (Fig. 163).

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 markirte Freitreppen-Anlage der Eingang des Gebäudes und damit die Vorder- oder Haupt-Façade deutlich bezeichnet wird (Fig. 164).

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. I der neben stehenden Tafel), 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.

Stattliche Freitreppen-Anlagen mit doppelten Armen führten, wie dies unzweifelhaft nachgewiesen worden ist, zu den über einem hohen Erdgeschoß angeordneten Hauptfälen der alten Kaiserpalzen und

Freitreppen.



Fig. I.

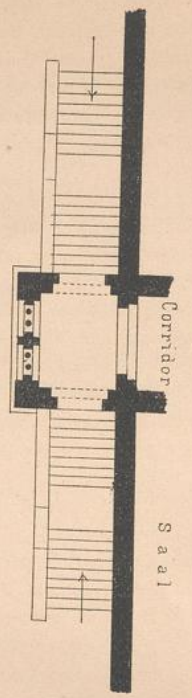


Fig. II.

Vom Kaiserthum zu Goslar.
(Nach: Deutsche Bauz. 1871, S. 261.)

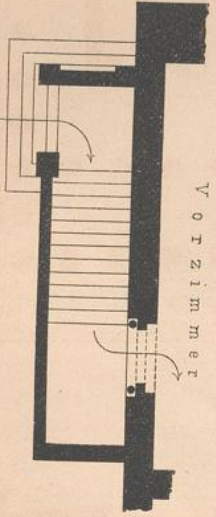


Fig. III.

Vom Landgrafenhaufe auf der Wartburg.

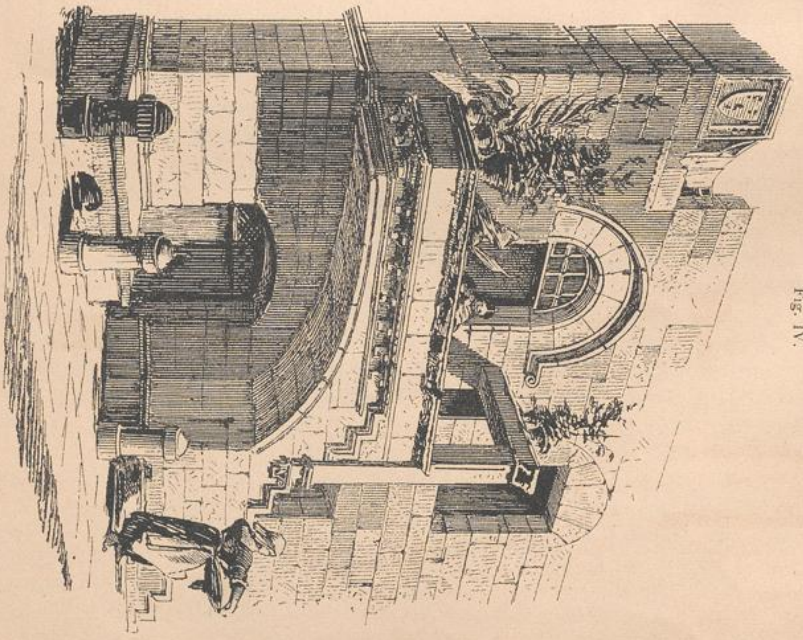


Fig. IV.

Von einem Hause in Viterbo
(Nach: Italien. Eine Wanderung von den Alpen bis zum Aetna. 2. Aufl. Stuttgart 1880.)

Burgen der romanischen Bauperiode hinauf (Goslar, Gelnhausen und Münzenberg). Am Kaiserhaufe zu Goslar waren diese Treppen vermuthlich doppelt angeordnet zu beiden Seiten des Hauptfaales, jede mit zwei Armen und Podesten, in der Mitte überbaut (Fig. II der neben stehenden Tafel¹⁶⁴). Eine Ausnahme hiervon macht die durch *v. Ritgen* restaurirte Freitreppen-Anlage vor dem Landgrafenhaufe auf der Wartburg (Fig. III der neben stehenden Tafel).

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 Balcon vor dem Haupteingange und sind in verschiedenartigster Weise disponirt. Eine solche durch ein Steingerüst mit Eifengitter verschließbare Treppe, welche sich an einem Haufe in Viterbo vorfindet, ist in Fig. IV der neben stehenden Tafel¹⁶⁵) dargestellt. Eine ähnliche Verschlußvorrichtung der Treppe mit steinernem Pfeilergerüst und Gitterthür findet sich auf der Freitreppe im Hofe des *Barghello*-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. 165 u. 166¹⁶⁶). Anordnungen ähnlicher Art, wie in Viterbo, sind noch an einigen Bauwerken in Burgund und der Champagne erhalten.

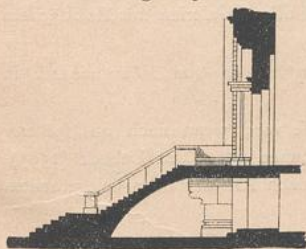
In Deutschland finden sich derartige, mit Terrassen oder Balcons verbundene Freitreppen vor Privathäusern selten, mit Ausnahme von Danzig, wo sie an den Bauwerken der Renaissance-Periode ganz allgemein auftreten und den Namen *Beischläge* tragen. Die Treppenläufe und Terrassen, welche letztere gewöhnlich Kellereingänge oder Verkaufsläden enthalten, sind mit reichen Balustraden oder schmiedeeisernen Geländern versehen.

Die Stufen und Podeste 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 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. 167)

auf der hinteren Oberkante *b* der darunter befindlichen Stufe ruht und nur die unterste Stufe eine volle Fundament-Unterstützung erhält.

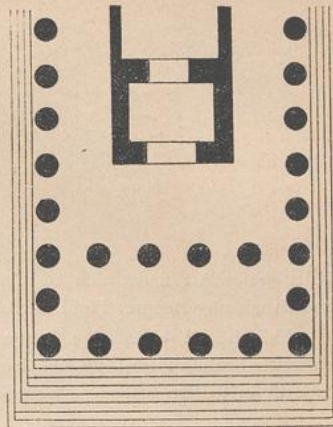
Derartige frei tragende Treppen von großer Kühnheit, aus Stufen und Podestplatten von oft ganz gewaltigen Längendimensionen hergestellt, finden sich in großer Anzahl an den aus den ersten Jahrhunderten n. Chr. stam-

Fig. 165.



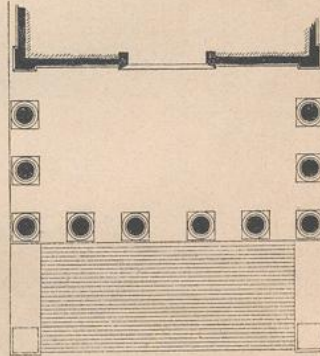
Vom Stadthaus zu Gubbio¹⁶⁶).
1/430 n. Gr.

Fig. 163.



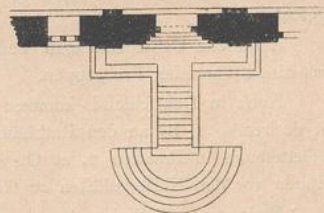
Aufgang eines griechischen Tempels.

Fig. 164.



Aufgang eines römischen Tempels.

Fig. 166.



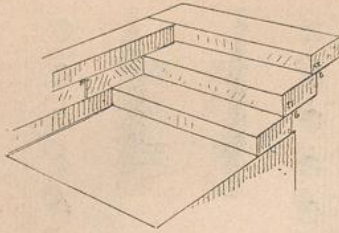
Vom Stadthaus zu Gubbio¹⁶⁶).
1/600 n. Gr.

¹⁶⁴) Vergl.: UNGER, Th. Das Kaiserhaus zu Goslar. Deutsche Bauz. 1871, S. 242, 250, 258, 267.

¹⁶⁵) Vergl.: VERDIER ET CATTOIS. *Architecture civile et domestique* etc. Paris 1852—58.

¹⁶⁶) Vergl.: STIER, H. u. F. LUTHER. Gubbio. Deutsche Bauz. 1868, S. 322, 345, 355.

Fig. 167.



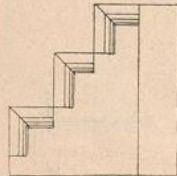
menden hoch interessanten Bauwerken von Central-Syrien, besonders den Villen-Anlagen dieser Gegenden vor, worüber das unten¹⁶⁷⁾ namhaft gemachte Werk *Vogüé's* genügenden Aufschluss gewährt. Das dort vorkommende außerordentlich harte Steinmaterial, so wie der völlige Mangel an Bauholz gaben vermuthlich die nächste Veranlassung zu diesen Constructions.

Neben diesen Werken verdienen auch die in der Anlage sehr einfachen, aber kühn und durchaus monumental construirten Treppen Erwähnung, welche zu den Rundgängen der Stadtmauern von Avignon, Carcaffonne u. a. O. hinauf führten; auch diese sind vielfach als Freitreppen construiert. Ein höchst originelles

Beispiel dieser Art findet sich zu Carpentras (Fig. 168 bis 170¹⁶⁸⁾. Die einzelnen Stufen zeigen im Grundriß ein abgetrepptes Profil mit einfachen Abrundungen nach unten.

Eine höchst eigenartige Treppen-Anlage besitzt das im Jahre 1390 erbaute, durch *Viollet-le-Duc* reconstruirte Schloß Pierrefonds bei Compiègne. Diese stattliche, durch eine Vorhalle theilweise überdeckte Treppe ist in so fern besonders bemerkenswerth, als nur der mittlere Theil derselben als Ausgang zum

Fig. 168.



$\frac{1}{40}$ n. Gr.

Fig. 169.

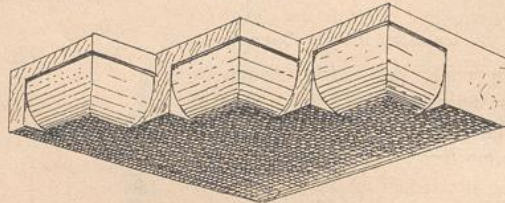
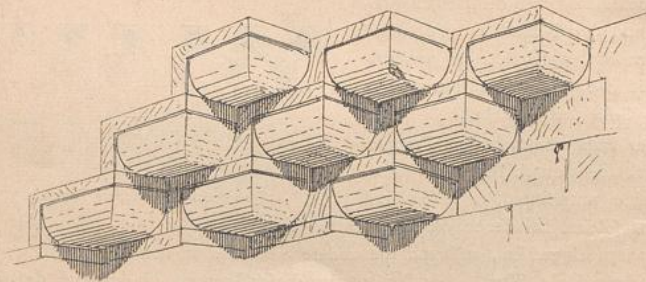


Fig. 170.



Von den Stadtmauern zu Carpentras¹⁶⁸⁾.

hüftige Bogen unterstützt, zum Schloße hinaufführte (Fig. 171¹⁷⁰⁾. Auf diese Weise wurde unter den Bogen her eine Passage frei gehalten; die Treppenarme waren durch seitlich offene Galerien mit Holzdächern abgeschlossen.

Ähnliche Ueberdeckungen besaßen 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 datierend, z. B. an den Rathhäusern zu Mühlhausen im Elßas (begonnen 1552), zu Lübeck (1595), zu Dettelbach in Franken u. a. O. Sie sind meistens zweiarmig und nach Art der oben mitgetheilten Treppen vor den Kaiserpalästen zu Goslar und Gelnhausen disponirt.

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 stattlichen Treppen der

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. (Siehe Fig. I u. II der neben stehenden Tafel¹⁶⁹⁾.)

Von den gothischen Treppen-Anlagen seien hier noch einige erwähnt, welche sich durch ihre originelle Disposition auszeichnen. Dahin gehört zunächst diejenige des Schloßes Montargis, welche in Kreuzform angelegt und deren drei Läufe sich auf einem Podeste vereinigten, von wo aus ein gemeinschaftlicher vierter Arm, durch ein-

167) VOGÜÉ, M. DE. *La Syrie centrale* etc. Paris 1866—77.

168) Nach: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc. Tome 5e.* Paris 1861. S. 192.

169) Siehe: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc. Tome 7e.* Paris 1864. S. 120.

170) Nach: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc. Tome 5e.* Paris 1861. S. 190.

Freitreppen.



Fig. I.

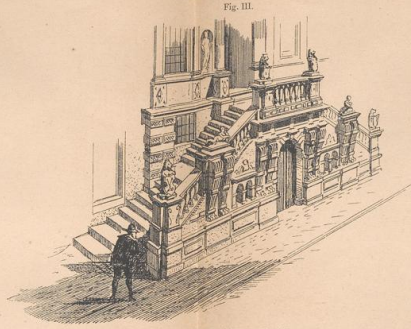


Fig. III.

Vom Rathaus zu Leyden.
(Nach einer Photographie.)

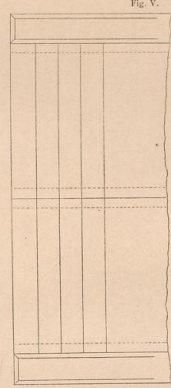


Fig. V.

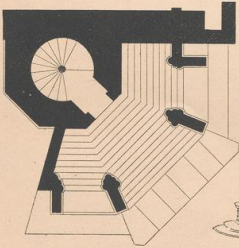


Fig. II.

Vom Schloss Pierrefonds bei Compiègne.
1599 n. Chr.
(Nach: Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.
Band 7. Paris 1864.)

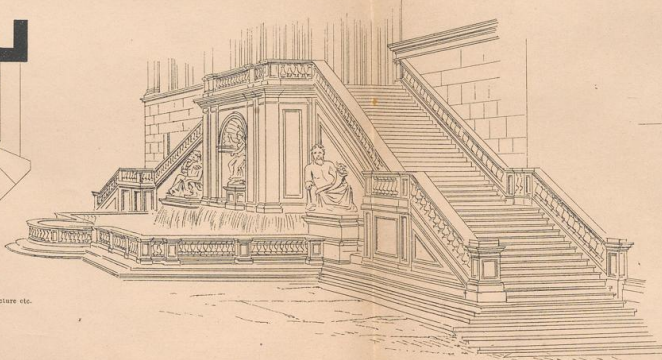
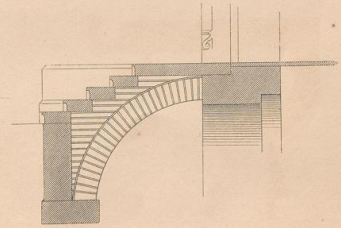


Fig. IV.

Vom Senatoren-Palast in Rom.
(Nach: Letarouilly, P. Edifices de Rome moderne etc. Paris 1840-57.)



Unterstützung der Stufen.
159 n. Chr.

Ewerbeck.

Rathhäuser zu Heilbronn und Leyden (Fig. III der neben stehenden Tafel) genannt werden, letztere in den Formen flämischer Renaissance.

Derelben Gattung gehört auch die von *Michel-Angelo* entworfene, von *Giacomo della Porta* ausgeführte grofsartige Freitreppen-Anlage vor dem Senatoren-Palaste in Rom an, mit drei Pödesten (Fig. IV der neben stehenden Tafel); an 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 ¹⁷¹⁾.

Aufser 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 ändern, wie solches in Fig. 172 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 Disposition gänzlich abweichende, äufserst malerische Treppe befindet sich am Rathhause zu Görlitz, welche auf umflehender Tafel dargestellt ist. Diese auf sehr engem Raume geschickt disponirte 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.

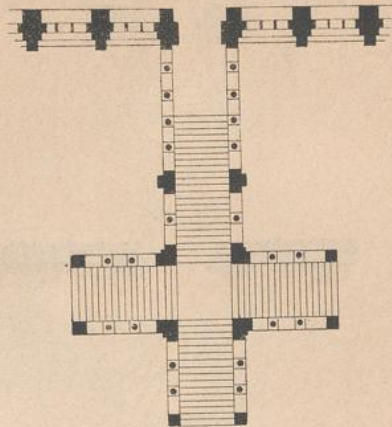
Eine sehr reich ausgestattete Freitreppe, ebenfalls mit altanartiger Erweiterung, ist die *Scala dei giganti* im Hofe des Dogen-Palastes zu Venedig, ganz aus Marmor erbaut, ihre oberen Pfeiler mit den von *Sanfovino* gefertigten Kolossal-Statuen des Mars und Neptun geschmückt.

Sämmtliche bis jetzt besprochenen Treppen befolgen sowohl hinsichtlich ihrer Anlage, als auch hinsichtlich ihrer constructiven und formalen Behandlungsweise ein strengeres architektonisches Princip und sind — mit alleiniger Ausnahme der mitgetheilten Rathhaustreppe zu Görlitz — aus geraden Treppenläufen und Stufen zusammen gesetzt.

In der Spät-Renaissance, besonders aber in der auf die Renaissance folgenden Barock- und Rococo-Periode macht sich allmählich 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 feiner constructiven und formalen Durchbildung dem Architekten auferlegt, eine gänzlich freie, oft durchaus willkürliche Disposition. Dieses Princip tritt besonders hervor in den oft ganz unmotivirten Schweifungen der Wangen und Stufen, welche bei den älteren strengeren Werken nach Kreisbogenstücken oder Ellipsen gebildet sind (Fig. 173 bis 177 ¹⁷²⁾, später aber, besonders in der Rococo-Zeit, ganz launenhaft geschweifte, gebrochene und verkröpfte Linien zeigen, wie Fig. 178 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 auferordentliche Materialverschwendung Platz greifen mufs ¹⁷³⁾.

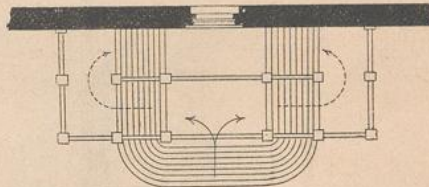
Schließlich mögen hier noch einige Angaben über Freitreppen-Anlagen der Neuzeit ihren Platz finden.

Fig. 171.



Vom Schlosse Montargis ¹⁷⁰⁾.
1/420 n. Gr.

Fig. 172.



171) Vergl.: LETAROUILLY, P. *Édifices de Rome moderne* etc. Paris 1840—57.

172) Unter den in Fig. 173 bis 177 mitgetheilten Skizzen verdient die Treppe vom Schlosse zu Anet (in Fig. 174, erbaut durch *Phil. de L'Orme*) hier ausführlicher besprochen zu werden. Von einer dem Schlosse vorgelegten Terrasse herab führen die oberen geschweiften und mit Geländer versehenen Treppenarme auf einen Pödest, von hier aus einerseits in den Schloßspark, andererseits in einen unter der Terrasse liegenden Krypto-Portikus. Treppe und Portikus waren verschüttet 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: BOSCH, E. *Dictionnaire raisonné d'architecture* etc. Paris 1876—80.

173) Siehe auch: DUJARRIC, F. *Les escaliers extérieurs*. *Moniteur des arch.* 1878, S. 186.

Fig. 173.

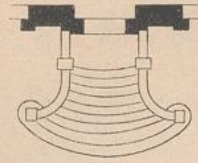


Fig. 175.

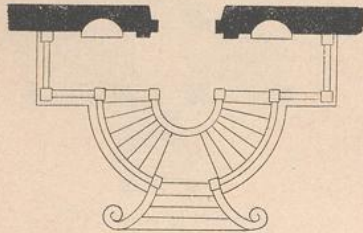
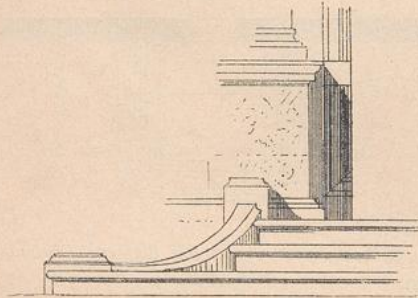
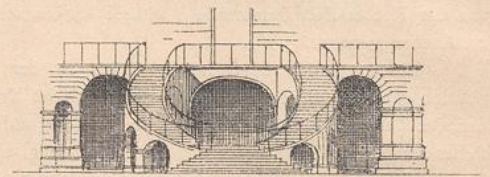
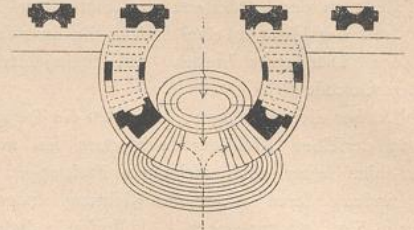


Fig. 176.



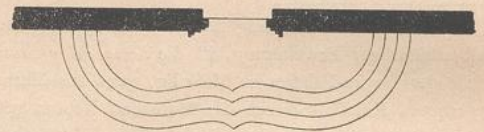
Vom Château Buffv-Rabutin.

Fig. 174.



Vom Château d'Anet.

Fig. 177.



Zu den grofsartigsten Werken neuerer Zeit ist unftreitig die durch *L. v. Klense* erbaute, etwa 33^m hohe Freitreppe zu rechnen, welche vom Donauftrome zur Walhalla (bei Regensburg) hinaufführt (Fig. I u. II auf neben stehender Tafel). Im Vereine mit breiten, mächtigen Terrassen, welche dem steigenden Bergterrain auf das Glücklichste angepaßt sind, bildet sie den denkbar grofsartigsten Unterbau dieses edlen Bauwerkes. Das Ganze gewährt ein Landschaftsbild von classischer 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 in 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 grofser Breite der Treppenstufen 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 solches beispielsweise an der Freitreppe-Anlage vor der durch *Strack* erbauten National-Galerie in Berlin (Fig. IV auf neben stehender Tafel) durchgeführt ist. Endlich sei hier noch die dreifach getheilte Freitreppe vor dem durch *Duc* erbauten *Palais de justice* in Paris erwähnt (Fig. III auf neben stehender Tafel).

Wenn wir nach dieser allgemeinen Ueberficht — welche indess durchaus nicht den Anspruch erhebt, alle bemerkenswerthen Freitreppe-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.



Vom Rathhaus zu Görlitz.

(Nach: Lübke, W. Geschichte der Renaissance in Deutschland. 2. Aufl. Stuttgart 1881.)

Freitreppen-Anlagen der Neuzeit.

Fig. I.



Walhalla bei Regensburg.

Fig. II.

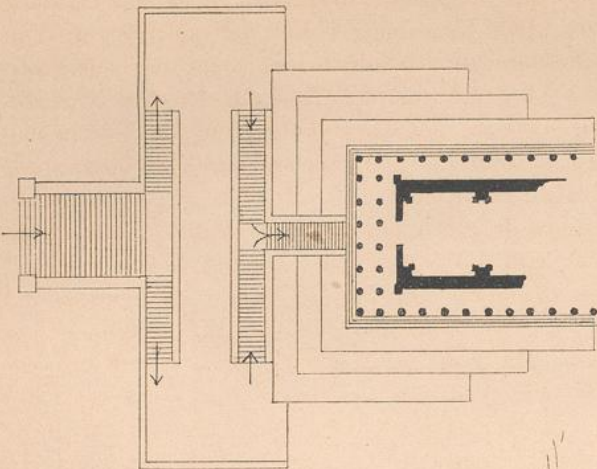


Fig. III.

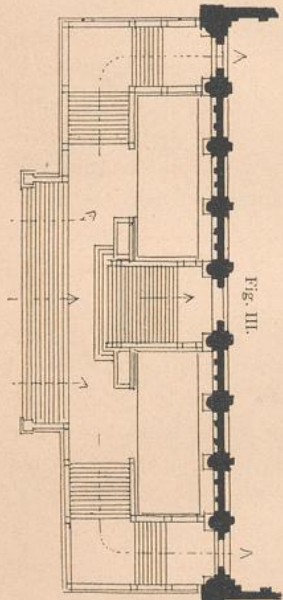
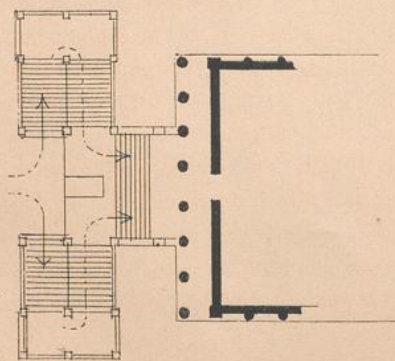


Fig. IV.



Von der Walhalla bei Regensburg. — 1130 n. Gr.
(Sachl.: Krenze, L. v. Sammlung architektonischer Entwürfe. München 1831—50.)
Handbuch der Architektur. II. 6.

Vom Palais de Justice in Paris. — 1715 n. Gr.
(Sachl.: Sarpens, F. Le palais de justice. Paris 1850.)

Von der National-Galerie zu Berlin. — 1600 n. Gr.
(Sachl.: Berlin und seine Bauten. Berlin 1877.)

1) Als monumentalste und imposanteste Treppen-Anlage muß die das Bauwerk rings umgebende Terrassen-Treppe angesehen werden, weil sie das Gebäude in ganz ausgezeichneter Weise von seiner Umgebung isolirt 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) Dieser 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 Schauspielhause 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. Derartige Treppen nehmen allerdings viel Platz in Anspruch; aber gerade die Verschwendung des Platzes verleiht der Treppe und indirect dem Bauwerke den Charakter des Stattlichen und Opulenten.

3) Vor kleineren Bauwerken, zumal solchen, welche nur von verhältnismäßig engen Straßen aus betrachtet werden können, empfehlen sich in der Regel mehr seitlich parallel geführte Arme, event. in Verbindung mit Kehrungeu oder Anordnungen der zweiten Gattung, überhaupt complicirte Anlagen; hier muß die malerische Disposition vorherrschen, und eine wiederholte Aenderung der Richtung der Treppenläufe auch in geschweiften Formen thut der Architektur des Gebäudes keinen Eintrag, wenn nur die Dimensionen (besonders Höhe und Ausladung der Treppe) im richtigen, hier nicht weiter zu erörternden Verhältniß zum Bauwerke stehen.

4) Endlich sei noch jener Freitreppen gedacht, welche den bedeckten Vorder- oder Unterfahrten an öffentlichen Gebäuden, Palästen etc. vorgelegt sind, sobald deren Niveau höher als jenes der betreffenden Straße, des Platzes etc. gelegen ist. Für die Fahrenden vermitteln seitlich Rampen-Anlagen (siehe unter b, insbesondere S. 144) den Höhenunterschied. Ueber den Zusammenhang dieser verschiedenen Theile unter einander wird noch im IV. Theile dieses »Handbuches« (Halbbd. 1, Abfchn. 5, Kap. 1, a, 2: Eingänge und Thorwege) Einiges zu sagen sein.

Hinsichtlich der Construction der Freitreppen, so wie der formalen Behandlung der Stufen, Wangen und Balustraden 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 letztere beiden 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 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 (siehe Fig. V auf der Tafel bei S. 138). 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. Klammern gehalten werden müssen. Um die gegenseitige Lage der Stufen zu sichern, empfiehlt es sich, nament-

151.
Construction
der Treppen-
stufen.

lich bei kleineren Längen, dieselben durch Verfalzung in einander greifen zu lassen (Fig. 178). Ferner ist der Wasserabfluß zu berücksichtigen, und es ist rätlich, Stufen und Podestplatten mit einer schwachen Neigung nach vorn zu versehen.

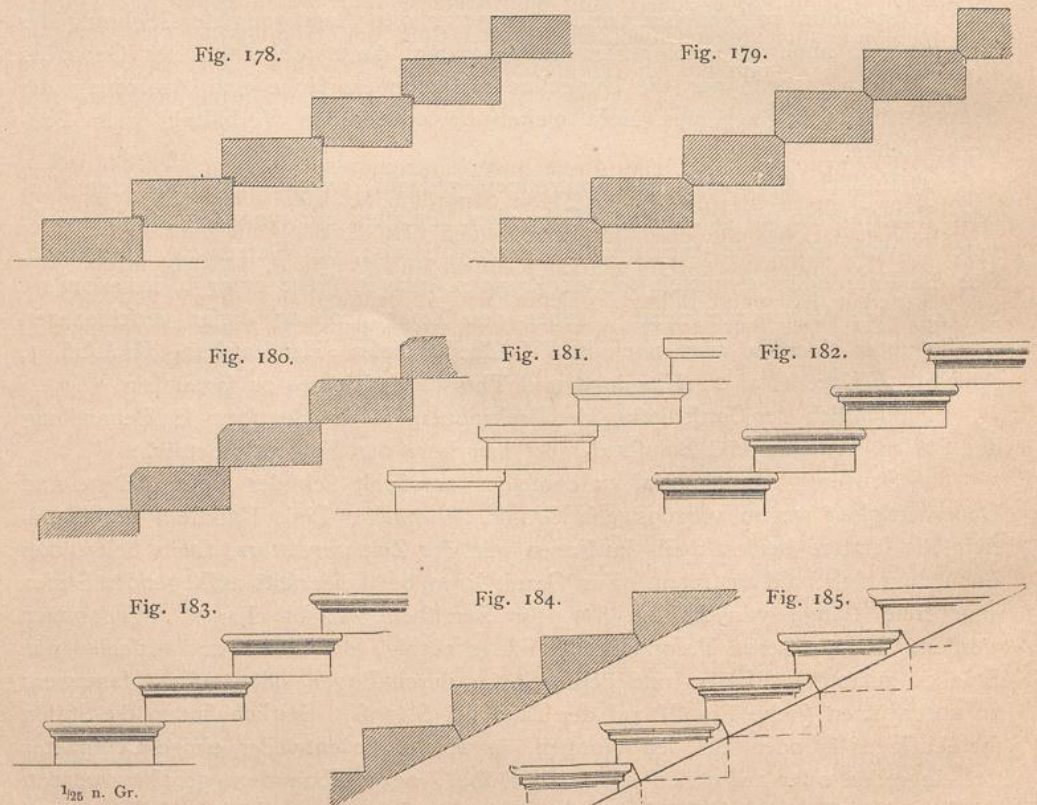
Die Stufen ganz mit Erde zu unterstopfen, ist nicht zu empfehlen, weil sie sich alsdann im Frühjahr etc. leicht heben.

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 daß 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.

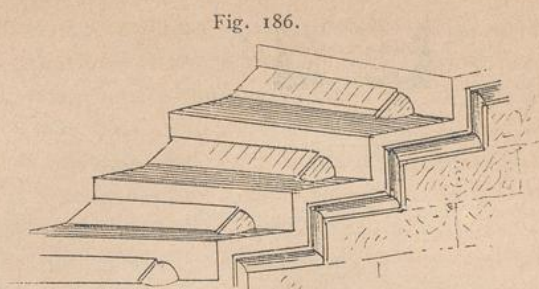
Die Profilierung der Stufen kann je nach der beabsichtigten Wirkung sehr verschiedenartig durchgeführt werden, wie Fig. 178 bis 185 beweisen. Sind die Stufen von unten nicht sichtbar, was meistens der Fall sein wird, so braucht eine regelrechte Bearbeitung derselben an der Unterseite nicht einzutreten; im anderen Falle können dieselben von unten bearbeitet werden, wie Fig. 181 bis 183 angeben, oder sie können nach einer geraden Linie abgeglichen werden, wie Fig. 184 und 185



zeigen, oder man kann auch eine Brechung der Kanten einführen (Fig. 186), wobei das Auflager der Stufen auf den Wangen, bezw. in der Wand durch ein abgetrepptes vortretendes Profil vergrößert werden kann.

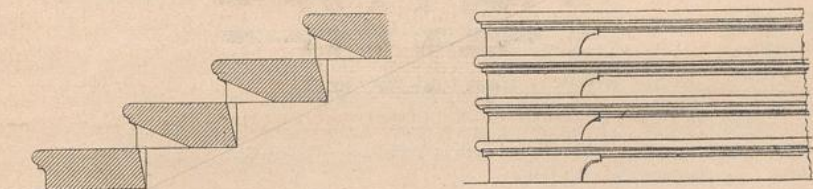
In Fällen, wo die Freitreppe die unter denselben liegenden Räume verdunkeln würde, kann eine schlitzartige Durchbrechung der Stufen stattfinden, wie in Fig. 187 angegeben.

2) Wangen und Geländer. Hinsichtlich dieser Theile kann auf das vorhergehende Kapitel (Art. 147, S. 135), so wie auf Theil III, Bd. I (Abth. III, Abfchn. I, D, Kap. über »Brüstungen und Geländer«) verwiesen werden.



152.
Wangen
und
Geländer.

Fig. 187.



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

b) Rampen-Anlagen.

Unter Rampen sind die vor Portalen, Gebäudeeingängen etc. liegenden Terrain-auffschüttungen zu verstehen, welche, vom Strafsen-Niveau bis zur Fußbodenhöhe des Erdgeschosses allmählich ansteigend, eine directe Vor-, bezw. Unterfahrt von Equipagen etc. gefatten.

153.
Zweck.

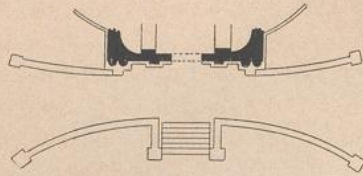
Rampen-Anlagen, welche die Treppen ersetzen und die Verbindung zweier Höfe, Geschosse oder Terrassen herstellen sollen, finden sich auch wohl im Inneren von Gebäuden. In den Ruinen der Ehrenburg an der Mosel bildet eine in einem dicken runden Thurme liegende Rampe die einzige Verbindung zwischen zwei 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.

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 Equipagen 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-Localen und Gesellschaftshäusern, da die Besucher derselben, besonders die Damen, bei der großen Temperaturdifferenz, welche zwischen den heißen, mit Menschen angefüllten Sälen und der Strafsenluft besteht, sich sonst leicht Erkältungen aussetzen würden.

Die Disposition 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 Strafsen zu richten haben. Es gilt dieses namentlich von dem unteren Theile der Rampen, welcher allmählich in die Richtung

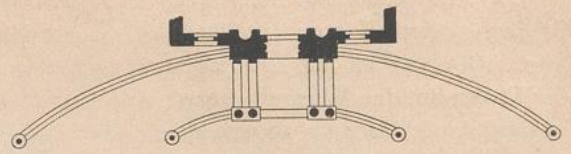
154.
Disposition.

Fig. 188.



Vom *Lipfius*'schen Entwurf für das deutsche Reichstags-Gebäude. — 1/1000 n. Gr.

Fig. 189.



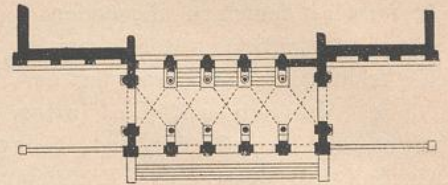
Vom Ständehaus in Hannover. — 1/500 n. Gr.

Fig. 190.



Vom *Ende- & Böckmann*'schen Entwurf für das deutsche Reichstags-Gebäude. — 1/1000 n. Gr.

Fig. 191.



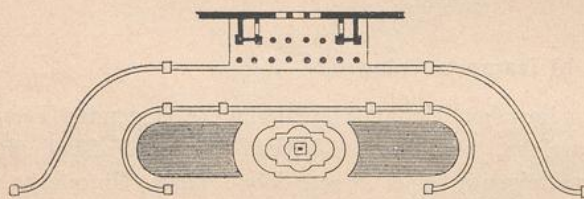
Vom alten Hoftheater zu Dresden. 1/600 n. Gr.

Fig. 192.



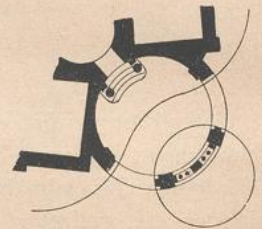
Vom Volkstheater zu Buda-Pest. — 1/550 n. Gr.

Fig. 193.



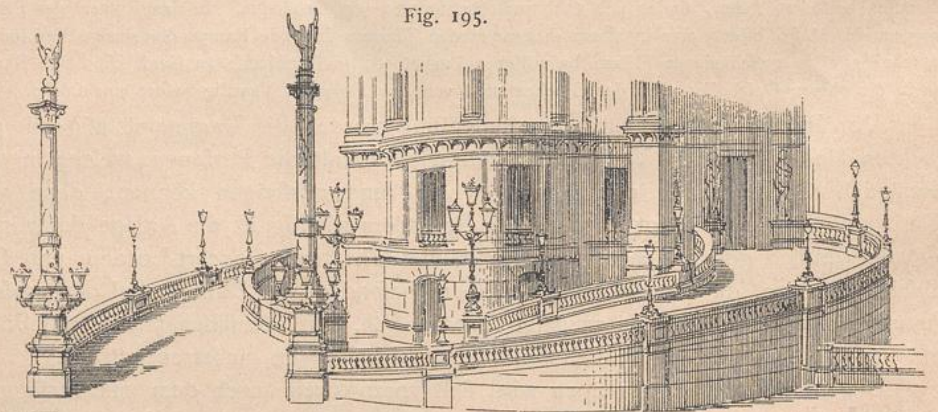
Vom Parlaments-Gebäude zu Wien. — 1/1500 n. Gr.

Fig. 194.



Vom Stadttheater in Wien. — 1/600 n. Gr.

Fig. 195.



Von der großen Oper in Paris.

(Nach: Bosc, E. *Dictionnaire raisonné d'architecture* etc. Paris 1876-80.)

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 normal 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. 190 bis 195). 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. 194 u. 195, ersteres vom Stadttheater in Wien (Architekt *Fellner*), letzteres von der großen Oper in Paris (Architekt *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

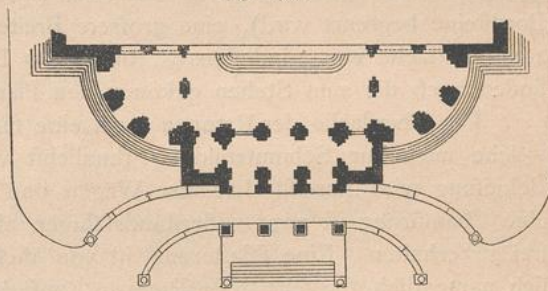
in Frankfurt a. M. (Fig. 196), dem Volkstheater in Buda-Pest (Fig. 192) u. a. O. vorkommt. (Siehe auch Art. 150 und Theil IV, Halbbd. 1 dieses »Handbuches«, Abschn. 5, Kap. 1, a, 2: Eingänge und Thorwege.)

Eine derartige Combination von Rampe und Treppe ist aber gerade bei Theatern dann bedenklich, wenn der Verkehr für Wagen und Fußgänger an einer Stelle concentrirt 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 Disposition zeigt das von *Lucas* erbaute neue Opernhaus in Frankfurt a. M., an welchem diese Ausgänge für Fußgänger in Viertelkreisbögen vertheilt sind, welche sich zwischen den Hauptvorbau und die Seiten-Rifalite einschieben, ein Motiv, welches auch im oberen Geschoffe in der inneren Durchbildung auf das Glückliche verwerthet wurde.

Schließlich sei hier noch einer stattlichen Rampen-Anlage Erwähnung gethan, welche sich in Lyon findet und welche zugleich als Beispiel dienen mag, wie derartige Aufgaben zu behandeln sind (Fig. 197). Die Rampe hat den Zweck, das hoch

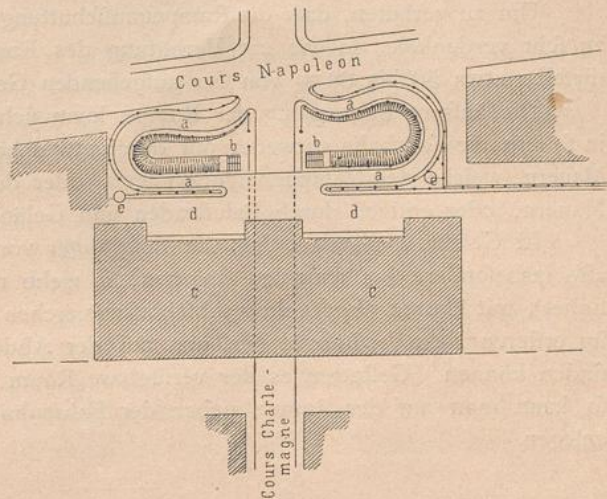
Handbuch der Architektur. III. 6.

Fig. 196.



Vom Opernhaus zu Frankfurt a. M. — $\frac{1}{720}$ n. Gr.

Fig. 197.



Vom Empfangsgebäude der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eisenbahn zu Lyon.

10

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 *e* 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 direct hinaufführen. In *e* befinden sich Piffoirs.

Eine fernere sehr stattliche Rampen-Anlage befindet sich vor dem neuen Justiz-Palast in Brüssel.

155.
Construction.

Die Längendimensionen der Rampen hängen von dem disponiblen Platze, von der Höhenlage des Erdgeschoss-Fußbodens über dem Straßensplaster und von der Bedeutung des Gebäudes ab, so daß sich hierüber nicht gut allgemeine Normen 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 im Minimum zu 2,60 m Breite anzunehmen; indessen empfiehlt sich, namentlich bei fehlenden Seiten-Trottoiren (wo also die Fahrbahn nur durch schmale Bordsteine begrenzt wird), eine größere Breite. Vor dem Eingange ist eine horizontale Fläche von mindestens 3, besser 5 m Länge einzulegen; im letzteren Falle finden auch die zum Stehen gekommenen Pferde auf dieser Horizontalebene 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 Stampfasphalt 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 Anfangsfeiler einer Balustrade, empfiehlt sich die Aufstellung von Candelabern, welche die Auffahrt beleuchten und zugleich den Anfang derselben in wirkungsvoller Weise betonen.

156.
Seitlicher
Abchluss.

Um zu verhüten, daß die Rampenauffschüttung die Räume des Kellergeschosses 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 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 Abschlußmüerchen einer hohen Brüstung vor, weil im ersteren Falle bedrängte Personen auf der Abdeckung des Mauerchens Schutz finden können. Gestatten es der verfügbare Raum und die disponibeln Geldmittel, so kann man auf der Rampe neben der Fahrbahn auch einen erhöhten Fußweg anlegen.

3. Abschnitt.

Trottoire und Hofflächen, Vordächer und
Eisbehälter.

1. Kapitel.

Behandlung der Trottoire 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.

Da wir an dieser Stelle nicht auf die zahlreichen derartigen Bestimmungen eingehen können, so werden wir im Nachstehenden die »Technische Vorschriften des Stadtbauamtes zu Aachen für die Herstellung von Trottoiren« (verfaßt von *J. Stübgen*, früher Stadtbaumeister in Aachen) in Fußnoten an den passenden Stellen einrücken. Auch werden wir die einschlägigen Berliner Baupolizei-Vorschriften berücksichtigen.

a) Trottoire.

Die Breite der Trottoire — in städtischen Straßen werden in der Regel je zwei angelegt — wird sich nach der Straßenbreite richten müssen. In Paris schwankt die Trottoir-Breite zwischen 0,75 und 7,0 m; in Berlin »Unter den Linden« beträgt sie 6 m, in der »Siegess-Allee« daselbst 8,4 m¹⁷⁴⁾.

157.
Breite
und
Höhenlage.

Das Trottoir sollte stets höher, als die Straße angelegt werden, wobei man dasselbe 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 Straße muß neben dem Bordstein eine Rinne, Straßenrinne, Flossrinne, Goffe, Rinnstein genannt, angelegt werden. Die Bordsteine künstlich zur Rinne auszuarbeiten, kann nicht empfohlen werden, da sie durch ein hineingerathenes Wagenrad leicht aus der richtigen Lage kommen. Bei Platten-Trottoiren läßt man auch wohl die Platten über den Rinnstein übergreifen, also ohne Bordstein, was aber selbstverständlich nur

174) Aachen: §. 2. Als Normalbreite des Trottoirs gilt ein Fünftel der ganzen Straßenbreite. In engen, unregelmäßigen oder sehr breiten Straßen treten Abänderungen von dieser Vorschrift ein.

bei sehr schweren Platten zulässig ist. Es wird dadurch etwas an Trottoir-Breite gewonnen ¹⁷⁵⁾.

158.
Gefälle.

Das Längengefälle des Trottoirs wird in der Regel dasselbe wie das der Straßsenkrone fein, wobei man für Thoreinfahrten keine Ausnahme macht. Ist das Längengefälle der StraÙe 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 $\frac{1}{500}$.

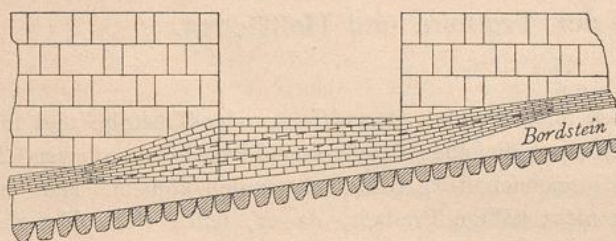
Stufenartige Abätze im Trottoir sind zu vermeiden ¹⁷⁶⁾.

Das Quergefälle innerhalb städtischer StraÙen (außerhalb der Städte wird man das Trottoir lieber nach zwei Seiten entwässern) beträgt je nach der Größe des Längengefalles 1:50 bis 1:30 ¹⁷⁷⁾. Bei glattem und undurchlässigem Materiale kann man es flacher nehmen, als bei rauhem und durchlässigem.

159.
Thor-
einfahrten.

Für die Thoreinfahrten werden selbst in größeren Städten noch häufig Einschnitte in das Trottoir gemacht, beiderseitig gegen das Trottoir mit einer Stufe eingefasst. Dies ist für den Verkehr sehr störend. Wir

Fig. 198.



Längen $\frac{1}{100}$, Höhen $\frac{1}{60}$ n. Gr.

geben daher in Fig. 198 eine normale Anordnung, bei welcher die Bordsteine vor der Einfahrt tiefer gelegt und flach abgekantet sind, während von der Mitte des Trottoirs an bis zum Gebäude an der tiefer gelegenen Seite eine Rampe sich bildet ¹⁷⁸⁾. In StraÙen

mit geringer Steigung verschwindet dieselbe. In einem solchen Falle sucht man die Steigung von der gefenkten Bordkante bis zur Trottoir-Höhe möglichst kurz zu machen, etwa mit einem Gefälle von 1:6 bis 1:5, damit der größere Theil der Trottoir-Breite unverändert bleibe.

¹⁷⁵⁾ Aachen: §. 3. Die normale Höhe der Bordsteinkante ist die in den amtlichen Nivellements-Plänen als StraÙen-Gradiente angegebene Linie. In bestehenden StraÙen wird die Bordsteinhöhe in der Regel so bestimmt, daß unter Beibehaltung der bestehenden StraÙsenkrone und Herstellung einer vorchriftsmäßigen Wölbung neben dem Bordsteine eine Rinne von 10 bis 15 cm Tiefe sich bildet.

¹⁷⁶⁾ Aachen: §. 4. Die Bordsteine erhalten in der Regel genau dasselbe Längengefälle, wie die StraÙsenkrone. Abweichungen hiervon gegenüber den Hausthüren sind unstatthaft. Vor den Thoreinfahrten dürfen die Bordsteine mit parallelem Längen-Nivellement so weit gefenkt werden, daß ihre Höhe über der StraÙsenrinne noch 6 cm beträgt. Nur bei StraÙen, deren Steigungsverhältnis steiler als 1:20 ist, darf das Längen-Nivellement der Bordsteine an den Thorwegen mit dem Längen-Nivellement der StraÙsenkrone einen Winkel bilden.

An der Kreuzung zweier steigenden StraÙen sind die Bordsteine in der Nähe der Ecke derart zu heben, daß ihr Längen-Nivellement dasjenige der StraÙsenkrone um so viel übersteigt, als zur Herstellung der Schraubenfläche des Eck-Trottoirs nöthig ist.

¹⁷⁷⁾ Berlin: Das Quergefälle beträgt $\frac{1}{36}$ Theil der Bürgersteigsbreite, bei Asphalt oder anderen Wasser nicht durchlassenden Materialien aber $\frac{1}{24}$ Theil derselben.

Aachen: §. 5. Das Quergefälle beträgt in der Regel 1:40. Bei flachen StraÙen kann dasselbe bis auf 1:30 verstärkt, bei steilen StraÙen bis auf 1:50 ermäßigt werden. Die Trottoirs an den StraÙsencken sind dieser Bestimmung nur in so fern unterworfen, als die Herstellung der zur Vermittelung der verschiedenen Höhen erforderlichen Schraubenfläche dadurch nicht behindert wird.

¹⁷⁸⁾ Aachen: §. 6. Mit den nach §. 4 (siehe Fußnote 176) vor den Thoreinfahrten gefenkten Bordsteinen sind die angrenzenden Trottoir-Flächen so zu verbinden, daß die schrägen Anrampungen in der Regel kein stärkeres Gefälle als 1:20 haben und sich thunlichst nur auf die Hälfte der Trottoir-Breite erstrecken. Senkrechte Abätze sind unbedingt unterfagt.

Damit in ansteigenden StraÙen die oberen Anrampungen thunlichst flach angelegt werden können, ist die horizontale Schwelle des Thores am oberen Ende in der Regel genau in die normale Trottoir-Höhe zu legen, so daß das untere Ende der Thorschwelle durch eine Erhöhung der Trottoir-Fläche erreicht wird.

Die Bordsteine, auch Rand-, Wand-, Backen- oder Leistensteine genannt, werden oben in der Regel horizontal abgeglichen. Vielfach wird ihnen ein geringes Quergefälle gegeben, was vorzuziehen ist. Der Fußweg ist gegen den Bordstein um 1 bis 2 mm erhöht (Fig. 202), 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 Trottoirs gerechnet werden kann.

160.
Bordsteine.

Fig. 199.

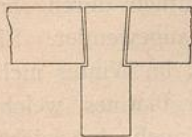
 $\frac{1}{30}$ n. Gr.

Fig. 200.

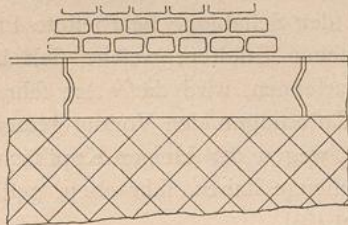
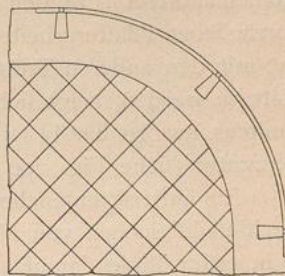


Fig. 201.

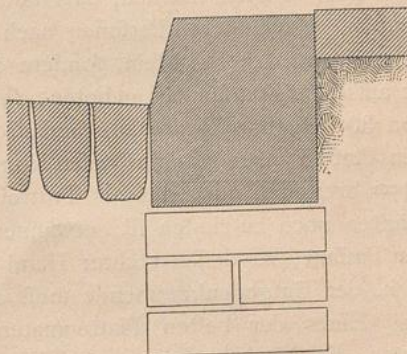


Passende Dimensionen sind 23 cm Breite auf 30 cm Höhe; bei geringerer Höhe bietet er dem Drucke des Straßenspalters nicht genug Widerstand dar.

Als Material für Bordsteine sind in erster Linie Granit und Basaltlava zu empfehlen, ferner auch harter Sandstein und Kalkstein, jedoch letztere nicht an den Straßenecken, wo die Gefährdung durch das Fuhrwerk eine sehr große ist.

Häufig findet man die Bordsteine durch Ankersteine gehalten, welche vorn schwalbenschwanzförmig ausgearbeitet sind (Fig. 199). Dieses Verfahren ist kostspielig. Billiger und besser ist es, die Werkstücke an den Stößen mit geradlinigem oder kreisförmigem Zahne in einander greifen zu lassen (Fig. 200) und auf ein Backstein-Fundament zu legen, welches bei einigermaßen gutem Baugrund mit 2 Stein Länge und Breite, so wie 3 Stein Höhe genügend ist¹⁷⁹⁾. Wichtig ist es, die Steine auf ihre frei tragende Länge gut zu unterstopfen, da sonst das Trottoir bald Einfenkungen zeigt.

Fig. 202.

 $\frac{1}{10}$ n. Gr.

An Straßenecken, so wie an Stellen, wo die StraÙe 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 vergossene Halter befestigt wird (Fig. 201¹⁸⁰⁾).

¹⁷⁹⁾ Aachen: § 7. Zu Bordsteinen darf nur Basaltlava, Trachyt oder belgischer *petit granit* verwendet werden. Das Profil der Bordsteine ist 26 cm hoch, 23 cm breit, mit Abschragung an der StraÙenseite. Die Länge jedes Bordsteines muß mindestens 1 m betragen. Die Stöße sind zu verzahnen und auf einem gemauerten Fundamente von mindestens 20 cm Höhe und 50 cm Länge in Traßmörtel zu verlegen. Die Fugen sind mit Cementmörtel auszugießen. Die Anbringung von Eisenklammern oder Eisenschienen ist unterfagt. Das Stadtbauamt wird stets Bordsteine der vorgeschriebenen Beschaffenheit in Vorrath haben.

¹⁸⁰⁾ Aachen: § 8. Auf den StraÙenecken, an Krümmungen u. f. w. sind die Bordsteine niemals in scharfem Winkel zu knicken, sondern stets in Curven von angemessenem Radius zu verlegen. Das Stadtbauamt wird deshalb stets Bordsteine von 1,5, 2, 3, 4, 5 und 10 m Radius in Vorrath haben. —

Das Gerinne bildete man früher durch ein bis drei parallele, vertiefte Pflasterstreifen (Fig. 200); neuerdings läßt man in der Regel die Wölbung der Fahrbahn unmittelbar gegen den Bordstein stoßen (Fig. 202).

161.
Natürliche
Materialien.

In der Wahl des Materials für die Trottoir-Flächen hat man eine sehr große Auswahl, falls nicht bestimmte polizeiliche Vorschriften existieren. Pflaster aus unbearbeiteten Feldsteinen empfiehlt sich nicht; hingegen wird Trottoir-Pflaster aus gut bearbeitetem Granit, Porphy, Basalt und Grauwacke vielfach ausgeführt und bewährt sich bei starker Frequenz recht gut. Das Eleganteste in dieser Art sind die belgischen »Platines«, nach der Schablone bearbeitete Pflastersteine aus hartem Kohlenandstein. In den belgischen Städten, welche sich bekanntlich durch ihre vorzüglichen Pflasterarbeiten auszeichnen, wird diese Art sehr viel angewendet. Sie hat mit den anderen Trottoir-Pflasterungen den Vorzug gemeinsam, im Winter nicht glatt zu werden, zeigt sich aber wegen der kleinen Kopffläche der Platines, welche meistens nur 10 bis 14 cm Seitenlänge haben, sehr eben, gestattet auch eine leichte Reparatur (siehe Fig. 200 u. 201¹⁸¹).

Ein äußerst angenehmes Material für nicht zu stark begangene Trottoire 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 legen¹⁸²).

Plattenbeläge für Trottoire 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 Sparbarkeit 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 Trottoir, wie dies in einigen schleswig-holsteinischen Städten noch zu finden ist, erwähnen wir nur der Vollständigkeit halber; hier hat der Passant, zu dessen rechter Hand sich der Rinnstein befindet, das »Bordrecht«, d. h. der Entgegenkommende muß auf das Pflaster ausweichen.

Eines der besten Plattenmaterialien ist die Basaltlava, vor allen anderen Arten die Niedermendiger und Hanebacher. Dieser Stein nutzt sich verhältnis-

Die Stellung der Straßenlaternen, so wie die Anordnung der in die Canalisation führenden Straßeneinläufe gehört zwar streng genommen nicht hierher, doch geben wir der Vollständigkeit wegen auch hierfür die Aachener Vorschrift.

§. 9. Bei jeder Trottoir-Anlage ist auch die Stellung der Laternen und die Lage der Straßeneinläufe zu revidieren und eventuell zu berichtigen. Die Laternenständer sind so zu stellen, daß der Sockel derselben genau an der Hinterkante der Bordsteine anliegt; bei Trottoiren unter 2¼ m Breite sind keine Laternenpfosten, sondern Laternen-Confolen anzuwenden, welche an den Häuserfronten befestigt werden.

Die Straßeneinläufe sind so zu legen, daß der Rost genau an der Vorderkante der Bordsteine anliegt oder noch so weit unter den Bordstein eingelassen wird, daß der Rost bequem gehoben werden kann.

Unmittelbar nach Verlegung der Bordsteine ist die Lage der Straßennrinne und der anstoßenden Straßensfläche so zu corrigieren, daß sie als Flachrinne von einer Pflasterbreite unmittelbar neben dem Bordstein liegt und die vorschriftsmäßige Wölbung der Straße richtig aufnimmt.

¹⁸¹) In Aachen stellt sich der Preis des fertigen Platines-Trottoirs pro 1 qm mit 9 Mark; bezogen werden diese Steine von Lüttich und Montzen bei Verviers, wo der Preis pro 1000 Stück bei 10 × 10 cm Kopffläche auf 60, bei 12 × 12 cm Kopffläche auf 75 und bei 14 × 14 cm Kopffläche auf 90 Mark sich stellt.

¹⁸²) Der Preis ist ein sehr mäßiger, z. B. für Berlin ungemuffert 2,5, gemuffert 3 bis 7 Mark pro 1 qm incl. Material.

mäßig 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 findet¹⁸³⁾.

Von natürlichen Platten kommt dem Basalt am nächsten der Trachyt und der Granit, vor allen anderen der schlesische Granit¹⁸⁴⁾; 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 Wefer-Platten hervorzuheben. Am schlimmsten finden sich beide Fehler beim Kalkstein vertreten, eben so auch beim schlesischen Marmor.

Künstliche Materialien für Trottoire 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 windchief 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 Hausteine. Die Klinker-Trottoire sind angenehm zu begehen, werden wenig glatt, sind billig in der Anlage und erfordern nicht häufig Reparatur.

Sehr empfohlen werden neuerdings Pflastersteine aus Hochofenschlacken, sog. *iron bricks*, hergestellt aus zerkleinerter Schlacke mit Lehm oder Thon als Bindemittel und dann bis zur Sinterung gebrannt. Das gebräuchliche Format ist $31 \times 15 \times 6$ cm. Von demselben Materiale werden auch Bord- und Goffensteine angefertigt.

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 Trottoiren nur solche zu verwenden, deren Oberfläche gerippt oder mit größeren Vertiefungen versehen ist, in denen das Wasser ablaufen kann. Der Verbreitung derselben steht bis jetzt der zu hohe Preis entgegen¹⁸⁵⁾; auch sind Reparaturen 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 Grofsheffelohe verdienen Erwähnung¹⁸⁶⁾.

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 Renommée der Fabrik zu erkundigen¹⁸⁷⁾. In den Hamburger Promenaden haben sie sich gut bewährt. Sie werden in den Formaten 30×30 , 40×40 und 50×50 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.

183) Preis in Aachen pro 1^{qm} 8 Mark, pro 1 lauf. Meter Bordschwelle 5 Mark.

184) Preis in Berlin pro 1^{qm} 13 bis 14 Mark, pro 1 lauf. Meter Bordschwelle 8 bis 8,5 Mark.

185) Preis im Rheinlande 8 bis 9 Mark pro 1^{qm} fertiges Trottoir.

186) Siehe auch Theil I, Bd. 1, Art. 48, S. 110 dieses Handbuchs.

187) Siehe ebendaf., Art. 76, S. 133.

Die Verwendung darf erst nach 10 bis 12 Monaten geschehen, da erst dann vollständige Erhärtung eingetreten ist¹⁸⁸⁾.

Gleiches gilt zum Theile vom Cementguss-Belag, welcher sich leicht abnutzt, häufig rissig wird und schwer zu repariren ist. In Frankreich, am Mittelrhein etc. hat sich in den letzten Jahren eine neue Technik für Cement-Trottoire auf Béton-Unterlage ausgebildet, welche die erwähnten Uebelstände in weit geringerem Mafse aufweist, so dafs in Frankfurt a. M. etc. derlei Cement-Beläge die Asphalt-Trottoire allmählich verdrängen. Hierzu mag allerdings der geringe Preis mit beitragen¹⁸⁹⁾.

Neuerdings kommt in Deutschland auch das in Amerika viel verbreitete Holzpflaster in Aufnahme, vorläufig allerdings mehr für Fahrbahnen, da andere Trottoir-Arten sich wesentlich billiger stellen. Wird dasselbe auf einer Béton-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. Dafs sich die früheren Holz-Trottoire in Deutschland (z. B. in der Breiten Strafe zu Potsdam) so schlecht bewährten, lag lediglich darin, dafs die Klötze direct in die Erde oder auf Bohlen gesetzt waren.

Eiserne Trottoir-Beläge sind hie und da in Deutschland und Oesterreich versuchsweise, auch in New-York mehrfach ausgeführt worden. Bei der geringen Belastung, welche die Trottoire aufzunehmen haben, dürfte für Einführung dieser Construction zunächst ein stichhaltiger Grund nicht vorliegen.

Die grösste Zukunft 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 verhältnismässig billig stellt. Die demselben anhaftenden Uebelstände, Weichwerden im Sommer und Glätte im Winter, sind bei gutem Materiale 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 bewährt¹⁹⁰⁾.

Gegner des Asphaltbelages führen an, dafs derselbe bei lebhafter Passage sich zu schnell abnutze und dafs die Controlirung der richtigen Mischung schwierig sei. Ein endgiltiges Urtheil läßt sich zur Zeit hierüber noch nicht sprechen. Ein ganz fehlerloses Trottoir-Material wird sich überhaupt nicht finden lassen.

Comprimirter Asphalt wird wegen seines zu hohen Preises für Trottoire bisher nicht verwendet¹⁹¹⁾.

Bevor wir auf die Herstellungsweise der verschiedenen Belagsarten übergehen, haben wir noch die in denselben vorkommenden Unterbrechungen zu erwähnen. Was zunächst die Abführung des Regenwassers aus den Dachrinnen und die oberirdische Abführung des Hauswassers anbelangt, so ist bereits im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« (Art. 240, S. 197) das Erforderliche gefagt worden.

¹⁸⁸⁾ In Hamburg stellt sich der Preis incl. 10^{cm} starker Kiesbettung auf 4 Mark pro 1^{qm}.

¹⁸⁹⁾ In Frankfurt kostet 1^{qm} Cement-Trottoir sammt Béton-Unterlage 5,5 Mark, auf Bahnhof Metz, ungeachtet der hohen Tagelöhne (8 Mark für den Bétonirer und 2,4 Mark für den Handlanger) 3,48 Mark.

¹⁹⁰⁾ Preis incl. Béton-Unterlage, bezw. Rollschicht 4,5 bis 6 Mark.

Siehe auch Theil I, Bd. 1, Art. 228 bis 235, S. 216 bis 220 dieses »Handbuches«.

¹⁹¹⁾ Aachen: Als Material zur Herstellung der Trottoir-Flächen sind nur gestattet: Asphalt, Kohlenandstein, Platines, Trachyplattens und Niedermendiger Platten. In besonderen Fällen soll auch die Anwendung von Thonplatten zugelassen werden.

Der Hausbesitzer, welcher ein Trottoir zu legen hat, ist nicht in der Wahl des vorstehenden Materials unbeschränkt, sondern er hat sich der Gleichartigkeit und des guten Aussehens wegen nach der Anweisung des Stadtbauamtes zu richten. Besonders empfohlen werden in schmalen und in sehr ansteigenden Strafen die Platines, in breiten Strafen der Asphalt.

Kellertreppen, welche in das Trottoir einschneiden, und Kohlenschachte zum directen Abstürzen von Kohlen in die Keller sind mit starken Eisenblechklappen zuzudecken, welche eine rauhe Oberfläche haben müssen. Bei den zweiflügeligen Keller-Fallthüren wird man durch Anbringung von Vorsprüngen oder sonstigen Hindernissen am Hause dafür sorgen, daß sie nicht ganz aufklappen können, sondern etwa unter 45 Grad geneigt stehen bleiben, um so die Passanten vor dem Herabstürzen zu bewahren¹⁹²⁾.

Wir kommen nun zur Art der Herstellung, und zwar nehmen wir der Wichtigkeit wegen zuerst die Anfertigung der Asphalt-Trottoire. Wir haben den sehr ausführlichen und bewährten Vorschriften des Aachener Stadtbauamtes nichts hinzuzufügen und führen diese daher unten stehend *verbotenus* an¹⁹³⁾.

Eben so fügen wir an gleicher Stelle¹⁹⁴⁾ die Vorschriften über Herstellung der Platines-Trottoire, welche auch für die in anderen Gegenden üblichen

164.
Asphalt-
belag.

165.
Platines-
Trottoire
u. Platten-
beläge.

¹⁹²⁾ Aachen: §. 12. Bei Anlage oder Erneuerung eines Trottoirs müssen die in der Gangfläche liegenden Kellerthüren und Kohlenschachtdeckel aus starkem, gerieftem Eisenblech in einem Rahmen von Niedermündiger Bafaltlava derart hergestellt werden, daß von den Verschlußtheilen nichts über der Gangfläche vorsteht.

¹⁹³⁾ Aachen: §. 13. Die Unterbettung der Asphaltflächen kann auf dreierlei Art hergestellt werden: a) als Ziegelstein-Rollschicht, b) als Cement-Béton, c) als Rauhpfaster mit Cement-Béton.

§. 14. a) Mit Ziegelrollschicht. Zur Ziegel-Rollschicht dürfen nur hart gebrannte Steine verwendet werden; dieselben sind auf einer Lage von hydraulischem Mörtel, am besten in Wafferkalkmörtel mit Trafszufatz, mit vollen Fugen nach genau abgewägtem Längen- und Quergefälle zu verlegen. Der Boden unter der Rollschicht ist gleichfalls sorgfältig abzugleichen und wo nöthig durch Einstampfen von Steinflücken zu befestigen.

§. 15. b) Mit Cement-Béton. Nach Abgleichung und Feftstampfen des Bodens ist eine Cement-Bétonschicht von 15 cm Stärke in Form eines steifen, gut durchgearbeiteten Breies einzubringen; dieselbe ist mittels Bretttafeln, welche der Arbeiter unter jeden Fuß nimmt, fest zu treten. Die Mischung des Cement-Bétons ist in der Regel 1 Theil Portland-Cement, 4 Theile Sand, 5 Theile Steinerschlag. Als Steinerschlag sind sowohl hart gebrannte Ziegelflücke, als zerleinerte Bruchsteine statthaft. Der Sand muß rein und scharf fein; der Aachener gelbe Sand darf nur in einer Mischung mit scharfem Kiesande oder reinem Schlackenande benutzt werden. Die völlige Abgleichung des Bétons erfolgt durch eine dünne Schicht reinen Cementmörtels.

§. 16. c) Mit Rauhpfaster-Unterlage. Das an Ort und Stelle befindliche rauhe Bürgersteigpfaster wird aufgehoben und in der erforderlichen Tiefenlage von Neuem in gewöhnlichem Sande verlegt, darauf begossen und tüchtig abgerammt. Darauf kommt, um dem Asphalt ein gleichmäßiges Lager zu bereiten, eine nach §. 14 herzustellende und abzugleichende Cement-Bétonschicht zu liegen, deren Stärke indess nur 6 bis 8 cm zu betragen braucht.

§. 17. Nach vollständiger Abbindung des Mörtels wird eine Asphaltdecke von 2½ bis 3½ cm Stärke, je nach näherer Vorschrift, in zwei gleichen Schichten über einander aufgetragen; die untere Schicht bleibt rau, die obere dagegen wird unter Anwendung eiserner Lineale und unter Aufwerfen feinen Sandes völlig glatt gebügelt so lange, bis die Asphaltmasse gänzlich erstarrt ist. An die bereits liegende Asphaltmasse ist die neue Masse anzuschließen, ehe erstere erkaltet ist, damit sich keine Fugen bilden können. Die Herstellung der Asphaltdecke in einzelnen, mit Linealen abgetrennten Bahnen, zwischen welchen sich Fugenlinien bemerkbar machen, ist unstatthaft.

§. 18. Die Mischung der heiß aufzubringenden Asphaltmasse soll bestehen aus der Grundmasse und aus scharfem Kies oder Bafaltklein. Die Grundmasse wird gebildet aus mindestens 45 Procent *Val-de-Travers*, 45 Procent *Seyffel*-Asphalt und höchstens 10 Procent Mineraltheer. Der gleichmäßig einzumischende Kies- oder Bafaltkleinschlag soll 30 Procent der Grundmasse betragen. Die Korngröße des Kieses oder Kleinschlages soll mindestens 3 mm, höchstens 6 mm betragen; dies ist durch 2 Siebe von entsprechender Maschengröße an Ort und Stelle zu bewirken.

§. 19. In den Asphalt-Trottoiren sind die Thoreinfahrten herzustellen wie folgt:

a) aus zwei Asphalt-schichten von zusammen mindestens 3½ cm Stärke auf einer besonders soliden oder verstärkten Unterbettung, oder
b) als Platines-Trottoir mit diagonalen oder longitudinalen Reihen auf besonders solider Unterlage, oder
c) als Straßenspfaster aus glattköpfigen, oblongen Steinen bester Qualität von 10 × 16 cm Kopfgröße und 13 cm Satzhöhe mit thunlichst fester Unterbettung.

¹⁹⁴⁾ Aachen: §. 20. Die Unterbettung kann auf dreierlei Art hergestellt werden: a) als Ziegelstein-Rollschicht; b) als Cement-Bétonschicht; c) als Rauhpfaster aus alten Steinen.

Die Herstellung ad a und b richtet sich nach den Paragraphen 14 und 15 (siehe Fußnote 193); über der Rollschicht, bzw. über dem Béton wird eine 3 bis 4 cm starke Lage reinen Sandes oder reiner Kohlenasche ausgebreitet.

§. 21. Das Unterpfaster wird nach den Bestimmungen des §. 16 (siehe Fußnote 193) gemacht mit dem Unterschiede, daß keine Cement-Bétonschicht, sondern eine 3 bis 4 cm starke Schicht reinen Sandes oder reiner Kohlenasche über dem Pfaster ausgebreitet wird.

§. 22. Die Platines sind genau nach der Schablone bearbeitete Pflastersteine aus festem Kohlenandstein, deren ebene Kopffläche parallel zur natürlichen Lagerung ist. Die Kopffläche ist quadratisch von 10, 12 oder 14 cm Seite. Die Satzhöhe beträgt mit geringen Abweichungen bzw. 7, 9 oder 11 cm. Bei schmalen Trottoiren sollen in der Regel 10 cm, bei gewöhnlichen 12 cm, bei breiten 14 cm-Platines verwendet werden.

§. 23. Die Platines werden in diagonalen Reihen auf einer Mörtelschicht und mit geschlossenen Mörtelfugen verlegt; für die an dem Bordstein und an der Hausfront übrig bleibenden Dreieckflächen sind besondere Dreieck-Platines, sog. *coins* zu

Würfelpflaster von Sandstein etc. volle Giltigkeit haben, so wie der Plattenbeläge¹⁹⁵⁾ an.

Größere Granit- und Sandsteinplatten werden in ein genügend starkes Kiesbett gelegt, gehörig unterstopft und mit hölzernen Rammen festgerammt.

166.
Pflasterungen.

Für alle Pflasterungen, das Mosaikpflaster einbegriffen, wird ebenfalls nur Kiesunterlager gewählt.

Klinkerpflaster wird auf gut gewalzte oder gerammte Unterbettung dicht schließend und zunächst ohne Sand zusammengesetzt. 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 Schlüsseln gehoben. Dann wird reiner Sand in trockenen Lagen übergestreut und unter Begießen in die Fugen gefegt.

Für eine gründliche Entwässerung des Planums durch Drainrohre ist Sorge zu tragen; denn auf der Trockenhaltung beruht die Dauerhaftigkeit des Klinkerpflasters.

167.
Cementbeläge.

Die neuere Technik in der Herstellung von Cementguß-Belägen schlägt folgendes Verfahren ein¹⁹⁶⁾. Die Trottoire, 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 Cementficht vollständig überzogen ist. Der so zubereitete Béton wird in Streifen von ca. 2 m Breite auf den vorher geebneten, fest gestampften und genäßten 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

verwenden. Die fertige Fläche wird mit einem leichten Stampfer abgerammt, so daß der Mörtel überall aus den Fugen hervorquillt, daß ferner die Platines den Bordsteinen entlang noch eine Strohdicke über letzteren hervorrage, im Uebrigen aber eine fauber geebnete Fläche bilden. Alsdann wird die Fläche abgewaschen und mit reinem Sande leicht überworfen.

Als Mörtel darf nur hydraulischer Kalkmörtel verwendet werden, der zweckmäßig mit einem Trafs- oder Cementzufatz zu versehen ist.

§. 24. Vor den Thoreinfahrten kann die Trottoir-Fläche entweder unverändert diagonal durchgeführt werden, oder die Platines werden hier parallel zum Bordstein verlegt, oder es wird eine untermauerte Straßenspflasterung aus glattköpfigen oblongen Steinen bester Qualität von 10 zu 16 cm Kopfgröße und 13 cm Satzhöhe mit thunlichst fester Unterbettung hergestellt.

¹⁹⁵⁾ §. 25. Niedermendiger und Trachyt-Platten von 8 bis 10 cm Stärke werden unmittelbar auf den gestampften Untergrund verlegt. Bei geringerer Stärke dieser Platten oder bei Anwendung von Thonplatten ist die Untermauerung mit einer Ziegel-Flachschicht oder Ziegel-Rollschicht erforderlich.

§. 26. Die Verlegung aller Platten geschieht auf einem vollen Lager von Trafsmörtel mit vollen Fugen, welche vor der Erhärtung des Mörtels fauber auszustreichen sind. Auch ist das Ausgießen der Fugen mit Cementmörtel statthaft. Die Platten sollen regelmäßige Reihen entweder parallel oder senkrecht zum Bordsteine bilden. Nach fertiger Verlegung werden die Platten sanft nachgerammt, wobei zu beachten ist, daß sie den Bordsteinen entlang etwa um Strohhalmstärke höher liegen, als diese, um die hier unausbleiblichen Senkungen thunlichst auszugleichen.

§. 27. Vor den Thoreinfahrten können die zur übrigen Trottoir-Fläche verwendeten Platten mit besonders starker Unterbettung unter sorgfältiger Herstellung der erforderlichen Anrampungen durchgelegt werden. Der größeren Sicherheit wegen kann indess auch die Durchfahrt als Platines-Trottoir mit diagonalen oder longitudinalen Reihen oder als untermauertes Straßenspflaster mit glattköpfigen Kohlenandsteinen erster Classe von 10 × 16 cm Kopffläche hergestellt werden.

¹⁹⁶⁾ Siehe: Zeitschr. f. Baukde. 1881, S. 519.

Messingwalze ein Muster eingewalzt, so das das Ganze das Aussehen eines fauber verlegten Plattenfußbodens erhält. Um die Erhärtung des Fußbodens ohne Bildung von Rissen zu begünstigen, wird derselbe mit einer Sandschicht überdeckt und etwa 14 Tage lang immer feucht erhalten¹⁹⁷⁾.

b) Hofflächen.

Für die Befestigung der Hofflächen werden sämtliche Materialien und Behandlungsweisen, welche wir bei den Trottoiren 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. 162 (S. 152) beschrieben, auf Bétonunterlage und Asphaltfüllung in den Fugen. Ferner ist Asphaltirung, bei leichtem Fuhrwerk von Gufsasphalt (*asphalte coulée*¹⁹⁸⁾, bei schwerem von Stampfasphalt (*asphalte comprimé*¹⁹⁹⁾, hier am Platze.

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 Bekiesung hinzu.

Dieselbe wird meistens in zwei Lagen ausgeführt. Zur unteren nimmt man in Rücksicht auf bessere Wasserabführung gröbere Flusgschicbe, in Ermangelung derselben auch wohl Abfälle von Sandsteinen, Granit und Kalksteinen, im Nothfalle selbst von hart gebrannten Backsteinen; 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. Sollen innerhalb der Kiesflächen Rasen oder Blumenstücke angelegt werden, so hat man zuerst für diese den Mutterboden nach Zeichnung aufzubringen und erst, wenn dieser regulirt ist, den Kies zu schütten, weil er bei umgekehrtem Verfahren vom Mutterboden verunreinigt werden würde.

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 Höfe gelangt, ist bereits im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« (Art. 218, 219 u. 222, S. 185, 186 u. 189) das Erforderliche gefagt worden.

Ist ein Hofraum mit Glas überdeckt, so kommen für die Befestigung seiner Bodenflächen auch noch einige Materialien und Herstellungsweisen in Frage, wie sie

168.
Offene Höfe.

169.
Bedeckte
Höfe.

197) 4 Bétonirer und 6 Handlanger fertigen pro Tag ca. 60 qm; an Material sind pro 1 qm erforderlich: 0,1 cbm rein gewaschener und gesiebter Kies, 0,02 cbm rein gewaschener Sand, 0,038 cbm Cement.

198) Siehe auch: Theil I, Bd. 1, Art. 235, S. 219 dieses »Handbuches«.

199) Stampfasphalt erfordert eine feste Unterlage, die auch vollständig trocken sein muß, bevor das über 100 Grad erhitze Pulver aufgetragen wird. Die solide Unterlage wird in der Regel durch eine Bétonschicht von mindestens 12 cm (in Berlin in der Regel von 20 cm) Dicke, die genau die Gefäll-Verhältnisse der Hofflächen (event. der Straßensfahrbahn) und keinerlei Höhlungen oder andere Unebenheiten haben soll, gebildet. Diese Bétonschicht läßt man ganz trocken werden, und auch das Comprimiren soll nur bei trockener Witterung vorgenommen werden. Der Asphalt selbst muß gleichmäßig aus reinem Kalk mit mindestens 7, höchstens 12 Procent Bitumen bestehen, gleichmäßig gepulvert, auf 130 Grad erhitzt fein und keine Unreinigkeiten, wie Holz oder Metalle, beigemischt haben.

Das Ausbreiten des Asphaltpulvers muß möglichst sorgfältig unter Anwendung subtil egalten Druckes und genauester Abstreichung der Oberflächen, am besten mittels fahrbarer Lehren geschehen. Das Stampfen mit erwärmten runden Stampfern (*pilons*) auf den Hofflächen (event. auf der Straße) und mit viereckigen Stampfern (*fouloirs*) an den Rändern muß so egal als möglich geschehen, so das jeder Punkt gleich viel Druck erhält. Verwendet man hierzu Walzen, so hat dies mit gleicher Vorsicht zu geschehen. Die Dicke der gestampften Asphalt-Deckschicht beträgt meist 4 bis 5 cm.

auch sonst für Innenräume Anwendung finden. Insbesondere ist es der Terazzo-Boden, von dem alsdann häufig Gebrauch gemacht wird; über diesen, so wie über andere einschlägige Fußboden-Ausführungen ist in Theil III, Band 3 (Abth. IV, Abfchn. 3) dieses »Handbuches« das Nöthige zu finden.

2. Kapitel.

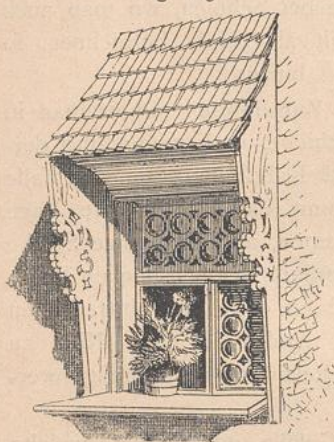
Vordächer.

VON FRANZ EWERBECK.

170.
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, Hôtels, größeren Privatgebäuden etc., eintretenden Personen oder vorfahrenden Equipagen gegen Regen, Schnee etc. Schutz zu gewähren²⁰⁰⁾, oder sie sollen, wie bei Güterschuppen auf Bahnhöfen, bei Waarenhäufeln 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 ausgesetzter 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. 203).

Fig. 203.



Von einem Hause in Appenzell²⁰¹⁾.

Sie werden gewöhnlich durch Consolen aus Holz, Stein oder Eisen getragen; doch kann die Unterstützung auch durch Säulen oder Pfeiler erfolgen; der Unterschied zwischen Vordächern und Vorhallen besteht vornehmlich darin, daß bei ersteren das Dach die Hauptrolle spielt, während bei Vorhallen die durch Säulen, Pfeiler oder feste Wände gebildete Halle vorwiegend betont ist.

Sie werden gewöhnlich durch Consolen aus Holz, Stein oder Eisen getragen; doch kann die Unterstützung auch durch Säulen oder Pfeiler erfolgen; der Unterschied zwischen Vordächern und Vorhallen besteht vornehmlich darin, daß bei ersteren das Dach die Hauptrolle spielt, während bei Vorhallen die

durch Säulen, Pfeiler oder feste Wände gebildete Halle vorwiegend betont ist.

Befindet sich vor dem betreffenden Gebäude ein Vorgarten oder ein Vorhof, der nicht befahren werden darf, so wird das Vordach vor der äußeren Einfriedigung angebracht und durch einen verglasten Gang mit dem Gebäude in Verbindung gesetzt²⁰²⁾.

171.
Dimensionen.

Die Dimensionen der Vordächer sind ungemein verschieden. Kleine Schutzdächer, welche an Wohngebäuden angebracht werden und nur dazu dienen, Einlaß begehrenden Personen Schutz vor Regen etc. zu gewähren, können eine Länge von nur 2 bis 2,5 m erhalten und je nach ihrer Höhe 1 bis 1,25 m vor der Gebäudefront vorspringen. Die Höhe der am tiefsten herabreichenden Constructionstheile über Pflaster-, bezw. über Thürschwelen-Oberkante wird meist durch die Gestaltung der Eingangsthür etc. gegeben sein; unter 2,25 m lichter Höhe zu gehen, empfiehlt sich indess 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 thatsächlich Schutz gegen Schlagregen etc. gewähren soll.

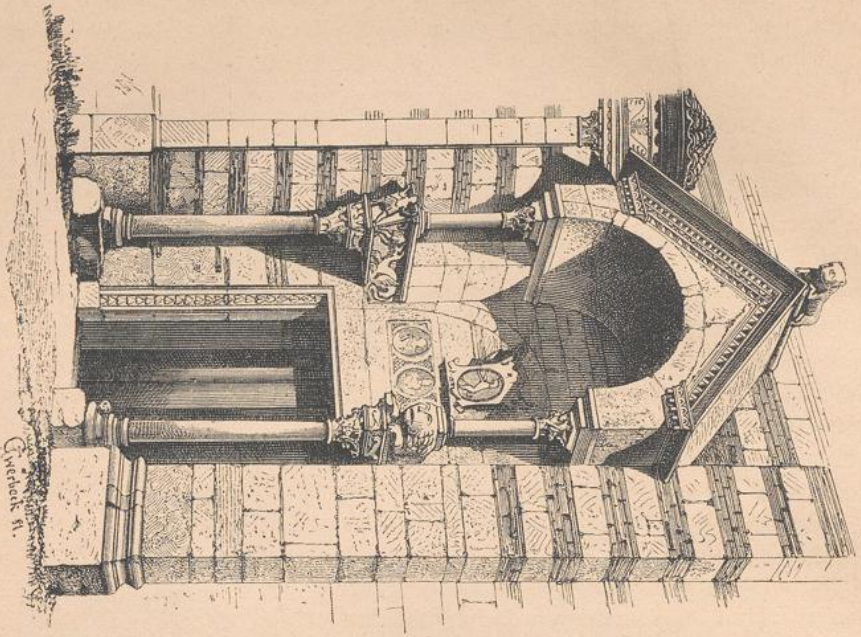
²⁰⁰⁾ Vergl. auch Theil IV, Halbbd. 1, Abfchn. 5, Kap. 1, a, 2: Eingänge und Thorwege.

²⁰¹⁾ Nach: GLADBACH, E. Der Schweizer Holzstyl etc. Darmstadt 1864—68.

²⁰²⁾ Siehe auch: *Glas shelters in streets. Builder*, Bd. 42, S. 220.

Vordächer.

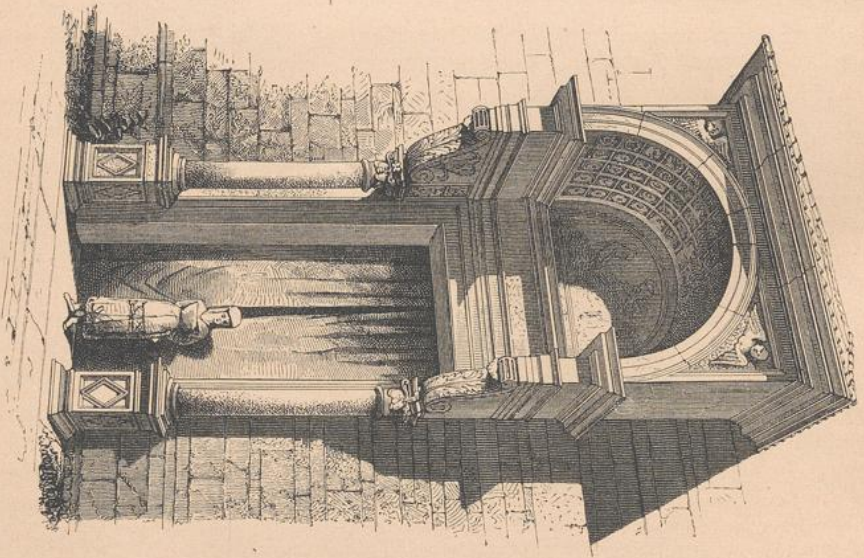
Fig. I.



Vom Seitenportal des Domes zu Verona.

Handbuch der Architektur. III. 6.

Fig. II.



Von der Kirche Santa Maria maggiore zu Bergamo.

Auss: Zeitlich, f. bild. Kunst 1889, S. 73 u. 77.

Solche kleinen 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^m Länge haben und nicht weniger als 2^m, besser 2,25^m vor der Gebäudefront vortreten. Soll nicht nur der Wagen, sollen auch die Pferde unter Dach stehen, so muß die Länge auf 5^m, besser auf 6^m gesteigert werden.

Ueber diese Dimensionen 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. 210 (S. 160) dargestellte Vordach am Hôtel »Kaiferhof« in Berlin hat beispielsweise eine Länge von 9,3^m und eine Ausladung von 2,8^m.

Vordächer erhalten eine noch größere 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 4,8^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.

Sollen unter einem Vordach Kutschen vorfahren können, so darf unter gewöhnlichen Verhältnissen kein Constructionstheil desselben tiefer als 2,75^m über Pflasteroberkante herabreichen. Für Staatscarossen u. dergl. muß man mit dieser lichten Höhe auf 3^m, selbst 3,2^m und darüber gehen.

Ueber die Dimensionen der Vordächer über Lade- und Eisenbahn-Perrons etc. wird an anderer Stelle dieses »Handbuches« berichtet werden.

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 anderen, weite Ausladungen ermöglichen, während bei Hausteinen oder bei Backsteinen nur verhältnismäßig 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 auf neben stehender Tafel ersehen werden kann.

Bei Weitem mannigfaltiger gestaltet sich die Construction der Vordächer bei Verwendung von Holz, deren Ausführung in der Regel eine Combination 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. 204 u. 205²⁰³).

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 ohnehin schon engen Strafsen 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 Asylen 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. 207²⁰⁴).

172.
Construction.

173.
Hölzerne
Vordächer.

203) Ueber die Berechnung solcher Dächer siehe: Theil I, Bd. 1, Abth. II, Abchn. 3, Kap. 3, b: Coufole-Dächer (S. 415).

204) Mitgetheilt in: VERDIER ET CATTOIS. *Architecture civile et domestique* etc. Paris 1852—58.

Fig. 204.

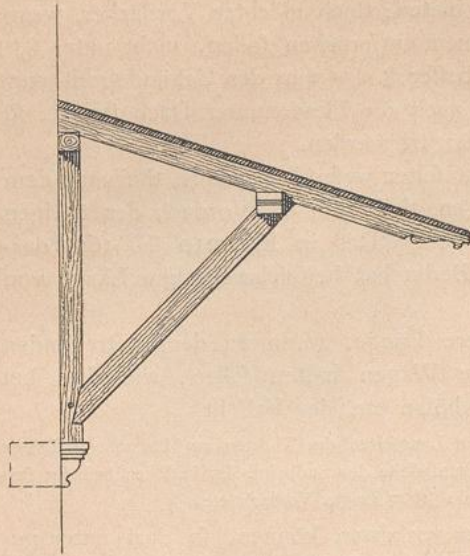
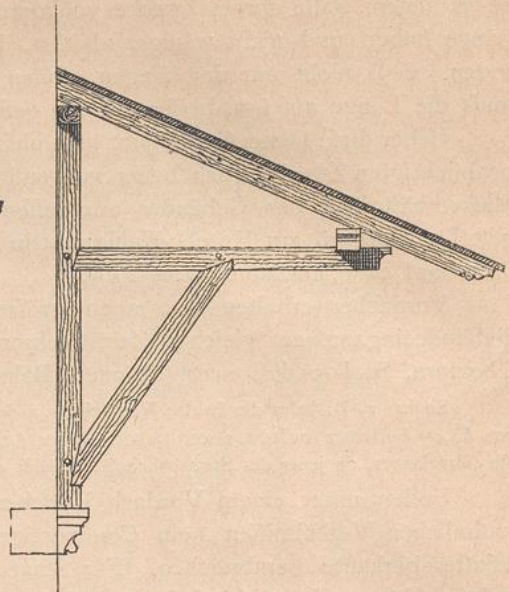
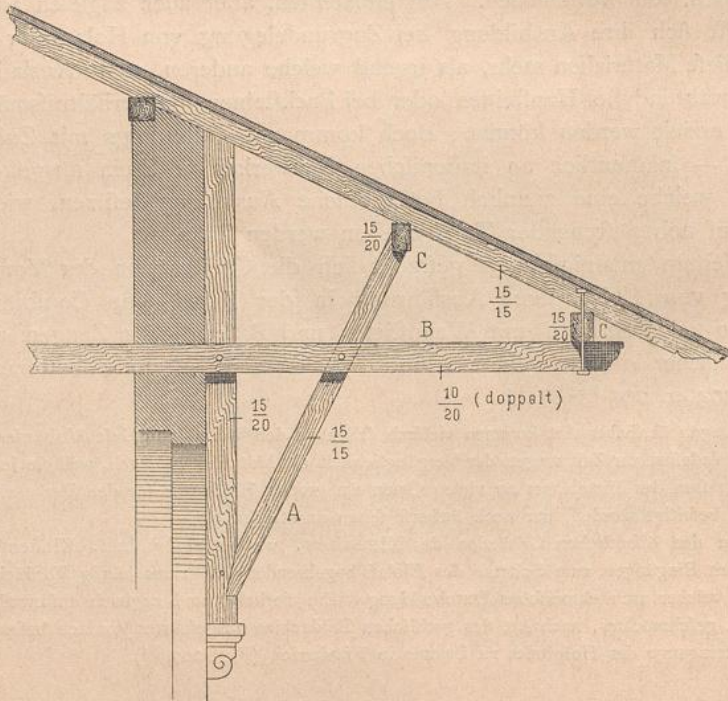


Fig. 205.



$\frac{1}{50}$ n. Gr.

Fig. 206.



Hölzerne Vordächer.

Recht interessante Ausbildungen von Vordächern finden sich in fast allen Theilen des Alpengebietes²⁰⁵). Als Beispiel dieser Art sei hier (Fig. 209) ein vom Verfasser gezeichnetes Vordach über einem Kirchen-Portal in Bormio (Ober-Italien) mitgetheilt.

In der modernen Bau-Praxis hat, allerdings mit verschiedenen Modificationen, besonders das in Fig. 204, 205 u. 206 mitgetheilte System Verwendung gefunden, namentlich bei den mit seitlich weit ausladenden Dächern versehenen Güterschuppen auf Bahnhöfen. Als Träger des Daches (Fig. 206) treten hier die Pfetten *C* auf, welche wiederum durch Doppelzangen *B* und zwischen diesen hindurch gefohlene Streben *A* unterstützt werden. Die Binderentfernung beträgt 4,5 bis 5 m.

In besonderen Fällen wird statt des in Obigem besprochenen Systemes eine andere Durchbildung des Vordaches vorzuziehen sein, welche sich giebelartig gestaltet, event. oben mit Abwalmung versehen ist (Fig. 208). Motive dieser Art sind

Fig. 207.

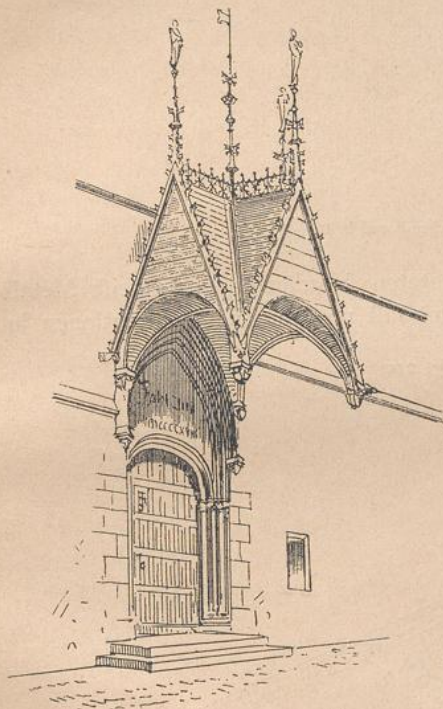
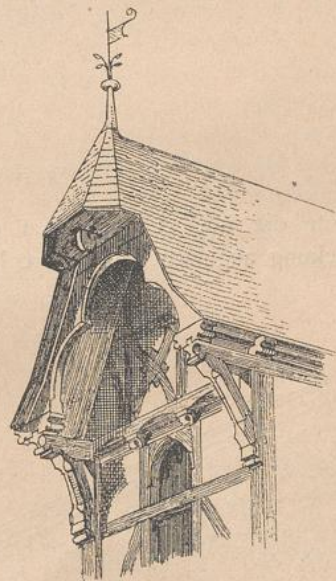
Vom Hospital in Beaune²⁰⁴).

Fig. 208.

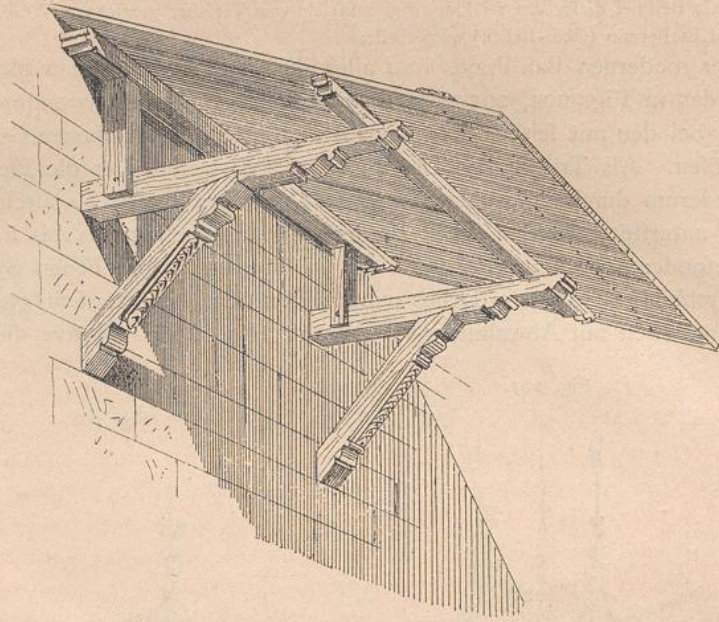


noch in ziemlicher Anzahl an den Fachwerksbauten der Mosel- und Rhein-Gegenden so wie an den Windluken der Nürnberger Häuser anzutreffen.

Hinsichtlich der Construction der Vordächer aus Holz und Eisen kann auf Theil III, Bd. 3 (Abth. III, Abschn. 2, E: Dachstuhl-Constructionen), so wie der Perron-Dächer auf Bahnhöfen auf Theil IV, Halbbd. 2 (Abth. II, Abschn. 4, Kap. 3: Perron-Dächer und Perron-Hallen) verwiesen werden; hier sei nur ein durch geschickte decorative Ausfüllung der Seitenflächen, so wie wegen der Behandlung der Streben beachtenswerthes Vordach erwähnt, welches sich vor dem durch *Henricke* und *v. d. Hude* erbauten Hôtel »Kaiserhof« in Berlin befindet (Fig. 210).

²⁰⁵ Siehe das Werk von *Gladbach* (Der Schweizer Holzstil etc. Darmstadt 1864—68), so wie jenes von *Graffenried* und *Stürler* (Architecture Suisse etc. Bern 1844).

Fig. 209.

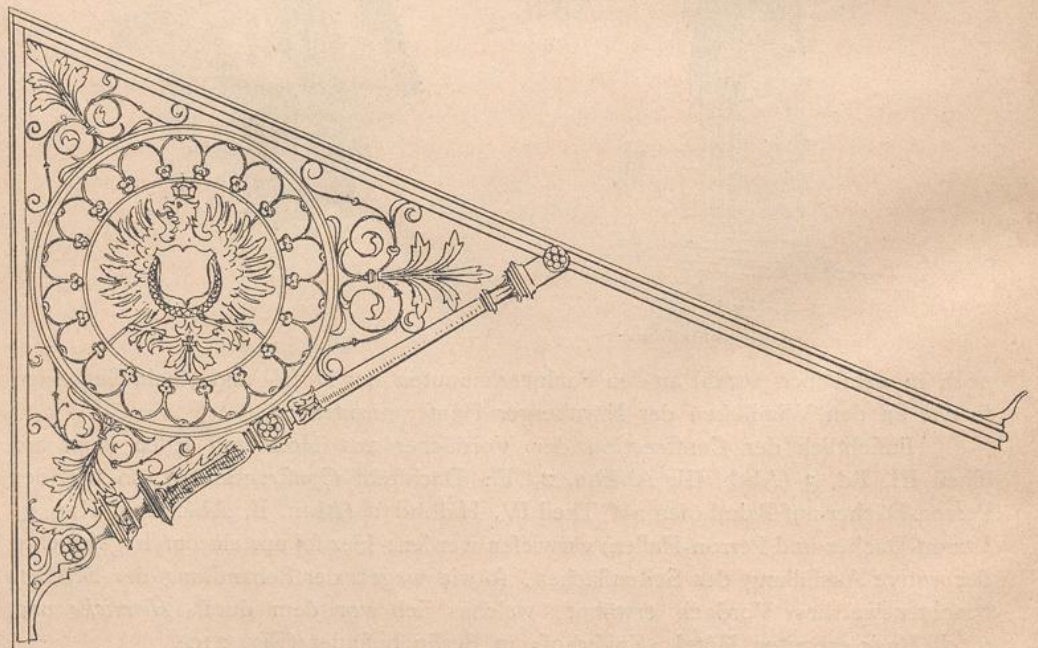


Von einem Kirchen-Portal in Bormio.

175.
Eindeckung.

Für die über Unterfahrten errichteten Vordächer sind meist Metall- oder Glasdeckung angewendet; letztere kommt fast nur für Eisenconstruktionen in Frage

Fig. 210.



Vom Hôtel »Kaiferhof« in Berlin. — $\frac{1}{20}$ n. Gr.
(Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1877, Bl. 20.)

und ist dann vorzuziehen, wenn dem hinter der Vorfahrt gelegenen Raume (Thorhalle, Vestibule etc.) möglichst wenig Licht entzogen werden soll.

Für Vordächer an interimistischen Bauwerken kann auch Dachpappe u. dergl. zur Eindeckung genommen werden.

3. Kapitel.

Befondere Constructionen für Eisbehälter.

Von E. SPILLNER.

Der Verbrauch des Eises steigert sich von Jahr zu Jahr. Nicht allein Bierbrauereien, Conditoreien, Restaurants, Hôtels, Schlächtereien, so wie Krankenanstalten etc. consumiren davon erhebliche Massen; sondern seit Einführung der Eischränke ist es auch in den besser situirten Familien zum unentbehrlichen Bedürfnis geworden. Längst schon reicht die Eisernernte auf den heimischen Flüssen und Seen nicht mehr aus; von Norwegen, Schweden und Nordamerika werden ganze Schiffsladungen verandt, 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.

176.
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.

177.
Abhaltung
der
Wärme.

Die atmosphärische Luft ist nahezu absolut 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: Häckfel, Torf, Sägespäne, Kohle, Schlacken und Asche. Auch dem viel genannten Antimerulion wohnt diese Eigenschaft bei.

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 mäßigem 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 ist man durch hohen Grundwasserspiegel gezwungen, 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 Isolierung 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 Eistücken befindlichen Höhlungen nach oben zu dringen. Zum mindesten ist der Erdboden mit einer starken Reisigschicht zu bedecken; besser ist ein Lattenrost in ca. 30 cm Entfernung vom Boden, der wiederum mit Reisig und Stroh bedeckt wird; noch sicherer ist es, außerdem den Erdboden mit einer Rollschicht abzupflatern. Will man die in kurzen Zwischenräumen nöthige Erneuerung des Rostes und seiner Tragbalken vermeiden — wodurch übrigens die Trockenhaltung der unteren Eischichten erschwert wird — so ist ein massiver Fußboden mit Isolierschicht oder ein solcher auf Wölbung mit darunter liegenden Hohlräumen (siehe Fig. 226) anzulegen.

Die Seitenwände schützt man bei Massivbau am besten durch Einlegung einer Luftschicht, über dem Terrain außerdem durch Umschüttung 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 cm aufzuführen und ebenfalls auszufüllen (siehe Fig. 226 u. 229, 222 u. 228).

Eben so muß die Decke 30 cm 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 Quantität, desto größer die Schmelzbarkeit ist. 12 cbm Inhalt möchte das Minimum sein.

178. Abhaltung des Grund- u. Hochwassers.

Ein Hauptfeind des Eises ist das Wasser. Die Sohle des Eisbehälters soll daher unbedingt über dem Hoch- und Grundwasserspiegel liegen. Allerdings kann 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 Cementmörtel auszuführen.

179. Abführung des Schmelzwassers.

Auch bei der sorgfältigsten Isolierung läßt sich die Entstehung des in hohem Grade schädlichen Schmelzwassers nicht vermeiden. Um dasselbe bequem abführen zu können, wird unter dem oben erwähnten Lattenroste ein kleines Sammelbassin gemauert (Fig. 211), aus welchem vermittle eines Bleirohres oder eines kleinen gemauerten Canales das Schmelzwasser entfernt wird. Damit durch die Ableitung nicht atmosphärische Luft eintreten kann, ist ein Wasserverschluß einzulegen, welcher entweder, wie beim Rohre *b* oder einfacher, wie bei *a* gebildet wird. Bei einem gemauerten Canälchen (Fig. 213) bildet eine $\frac{1}{2}$ Stein starke Zunge den Luftabschluss.

In flachem Terrain hilft man sich auch wohl durch Anlegung eines Pumpen-Bassins auferhalb des Eiskellers (siehe Fig. 223); 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, das man das Schmelzwasser in einen Brunnen abführen kann. In sehr durchlässigem Boden genügt ein Loch in der Mitte des abgewässerten Pflasters (Fig. 212).

Fig. 211.

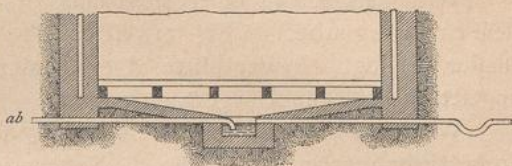


Fig. 212.

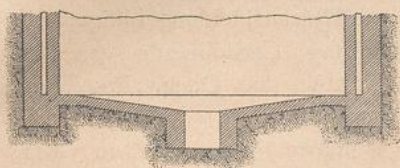
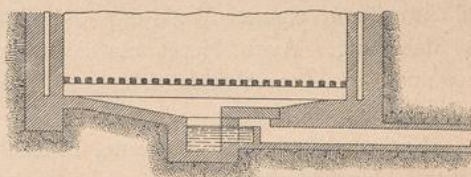


Fig. 213.

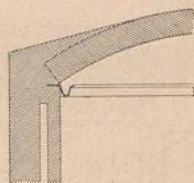


Bei sorgfältigen Anlagen wird man auch auf die Beseitigung des Niederschlagwassers Rücksicht nehmen. An horizontaler Decke ist diese allerdings nicht möglich, sehr wohl aber bei Kellern, die auf I-Trägern mit Backsteinen überwölbt oder mit bombirtem Wellblech überdeckt sind. Die Schweifsrinne wird alsdann an Zinkstreifen gehängt (Fig. 214), 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 Ableitungsröhr in eine Packung von grobem Kies mündet (Fig. 215).

Fig. 214.



Fig. 215.

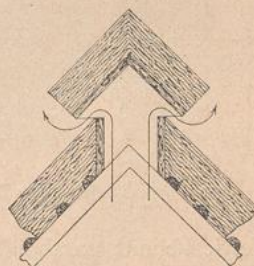


180.
Abführung
des
Niederschlag-
wassers.

Man hat auch die aufsteigende feuchte Luft durch eine Art Ventilation zu entfernen gesucht. So ist mehrfach die neben stehende Firstventilation (Fig. 216) ausgeführt worden. Indessen möchte zu erwägen sein, das für die entweichende Luft neue, natürlich wärmere, eintreten muß, was kaum ein Vortheil sein dürfte. Wohl aber ist es wünschenswerth, nach Entleerung des Kellers, bezw. vor der Neubefchickung in Frosttagen eine möglichst starke Auskühlung und Abtrocknung 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 möglich bei denjenigen Eishäusern, und -Kellern, welche aufer einem Eingange auch eine Oeffnung zum Einschütten des Eises aufweisen.

181.
Lüftung.

Fig. 216.



182.
Eismieten.

Die billigste Aufbewahrung des Eises bilden die Eismieten. Auf einer ca. 30 cm starken Sand- oder Kiesbettung wird Reisig und Stroh ausgebreitet, darüber das Eis möglichst dicht gepackt und schliesslich die Eispyramide in einer Stärke von 30 bis 50 cm mit Stroh oder Rohr in Form einer Miete regelrecht ab-

gedeckt. 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 Zeldach nebst vorgebautem Eingang zu errichten und mit Stroh einzudecken.

183.
Eisgruben.

Wird das Eis in einer Vertiefung des Erdbodens geborgen, so nennt man diese eine Eisgrube. In Fig. 218 ist dieselbe trichterförmig gestaltet, der Kies durch Pflaster befestigt. In der Mitte ist ein Drainrohr zur Abführung des Schmelzwassers eingefetzt; die Thür schlägt nach außen.

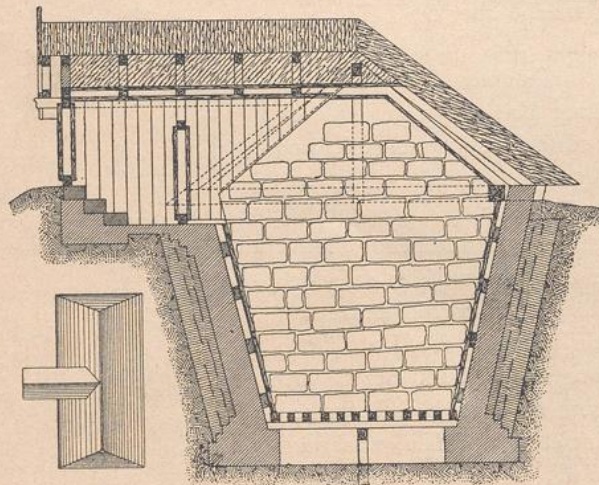
Will man die kühl haltende Wirkung des Erdbodens mehr ausnutzen und die Grube tiefer machen, so müssen die Seitenwände gegen Abrutsch durch Holz oder Mauerwerk geschützt werden. Holz in der Erde hält sich selten länger, als 5 bis 6 Jahre; dennoch kann die Rentabilitätsrechnung bei billigen Holzpreisen, wie z. B. auf Gütern mit eigener Waldung, ergeben, daß eine Holzaukleidung billiger wird, als Mauerung. Auch bietet ein Anstrich mit dem sog. Carbolineum von *Gebr. Avenarius* in Gau-Algesheim²⁰⁶⁾ ein geeignetes Mittel, die Dauer des Holzes wesentlich zu verlängern.

Fig. 221 stellt eine hölzerne, in Nachrodt ausgeführte Eisgrube²⁰⁷⁾ in Grundriß und Durchschnitt dar.

Der ganze Bau ist in Tannenholz ausgeführt, mit Ausnahme des die Seitenwände abschließenden Rahmens, welcher von Eifen 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 pyramidalen Form zeigt Fig. 217²⁰⁸⁾.

Fig. 217.



Gemauerte Eisgrube²⁰⁸⁾. — $\frac{1}{100}$ n. Gr.

Die $1\frac{1}{2}$ Stein starke massive Mauer ragt nur so weit aus dem Terrain hervor, daß das Tagewasser zwischen Mauerwerk und Dach nicht eindringen kann. Das Dach ist mit Stroh gedeckt; die inneren Wände und die Unterflächen der Sparren sind mit Brettern verschalt; 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 direct in den Sandboden.

Größere Sicherheit gegen den Erddruck wird man erreichen, wenn der Horizontalschnitt kreisförmig, der

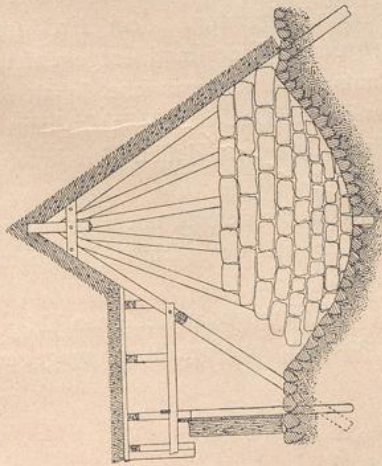
Verticalschnitt parabolisch gestaltet ist (Fig. 219). Eine derartige Form schützt auch vortrefflich gegen die aufsteigende Erdwärme; ein Lattenrost ist entbehrlich. Das

206) Großherzogthum Heffen; Filiale bei *Chambalu* in Steglitz.

207) Nach: HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw. 1870, S. 29, Bl. 6.

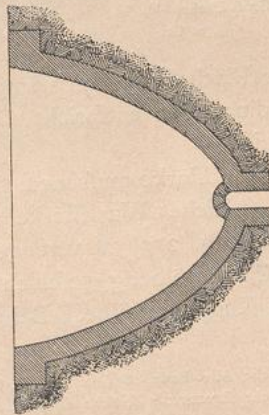
208) Nach: WANDERLEY, G. Ländliche Wirthschaftsgebäude. Leipzig 1878. S. 220.

Fig. 218.



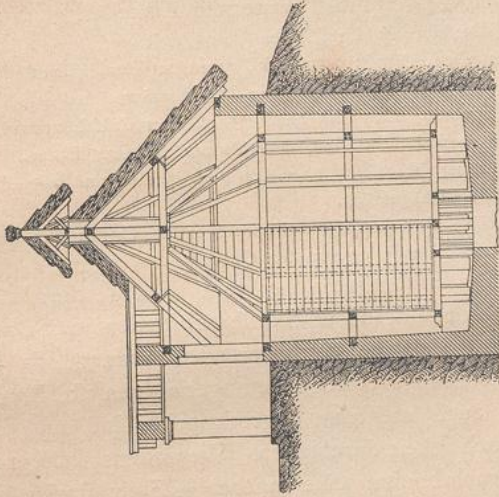
Gepflasterte Eisgrube. — $\frac{1}{100}$ n. Gr.

Fig. 219.



Gemauerte Eisgrube. — $\frac{1}{100}$ n. Gr.

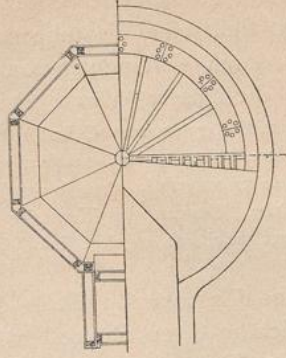
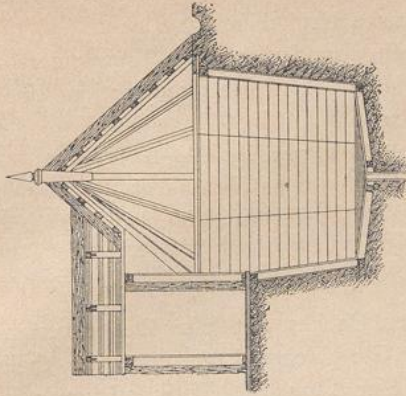
Fig. 220.



Brodsky's Eisgrube 200). — $\frac{1}{100}$ n. Gr.

Eisgruben.

Fig. 221.



Hölzerne Eisgrube in Nachrodt 207).

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

kleine Gewölbe über dem Abflufs wird aus Backsteinen mit eingemauerten Drainrohren hergestellt und darüber eine starke Reifigschicht gepackt.

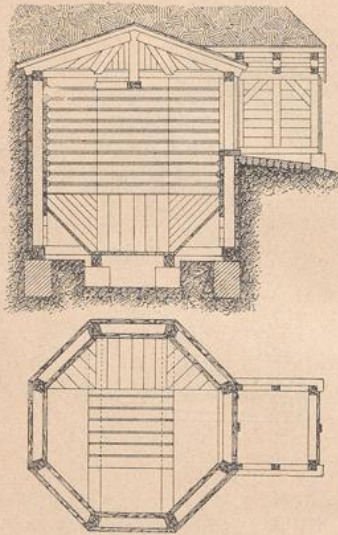
Fig. 220 stellt eine Eisgrube nach dem System des Amerikaners *Brodley*²⁰⁹⁾ dar, welches durch Verbindung von Maffiv- und Holzconfftruction einen kräftigen Schutz gegen die äußere Wärme erzielt.

In einem maffiv gemauerten Cylinder befindet sich ein zwölfckiges Holzgerüst. Jeder Zwischenraum zwischen dem hölzernen und maffiven Cylinder wird mit Rohr, Stroh, Torf oder einem anderen schlechten Wärmeleiter ausgefüllt, eben fo der Raum zwischen der inneren mit Brettern gefchaltten Decke und der Dachfläche. Der an der Nordseite gelegene Vorbau, welcher den Zugang bildet, ist mit 3 Thüren versehen, welche fo angelegt find, dafs, während die eine geöffnet ist, die beiden anderen geschlossen bleiben.

184.
Eiskeller.

Wird eine Eisgrube an Stelle des Daches mit fester Decke versehen, fo verwandelt sie sich in einen Eiskeller. Ein folcher kann entweder theilweise oder gänzlich in der Erde liegen. Auch hier kann die Holzconfftruction, obwohl sie eine schnell vergängliche ist, unter Umständen sich billiger stellen, als Maffivbau.

Fig. 222.



Hölzerner Eiskeller auf dem Gute
Grofs-Ziethen²¹⁰⁾.
1/150 n. Gr.

Fig. 222²¹⁰⁾ zeigt einen auf dem Gute Grofs-Ziethen ausgeführten hölzernen Eiskeller.

Derfelbe ist im Lichten 3,72 m weit und 3,40 m hoch; die Schwellen, 25 × 32 cm stark, ruhen auf Fundamentpfählern; die Bohlen find 10 cm stark; die Zwischenräume find mit Torfgrus ausgefüllt. Der Eiskeller liegt in einer Erdschüttung; der Eingang befindet sich mit dem Terrain in einer Ebene. Die Erdschüttung ist ca. 1 m über den Firft geführt und mit einem Garten-Pavillon gekrönt.

Eine ähnliche in Rundholz ausgeführte Confftruction findet sich in der unten²¹¹⁾ 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, Bruchsteine auch meistens hygroskopisch sind und die Erdfeuchtigkeit durchlassen. Wenigstens follte man bei Bruchsteinbau eine innere, 1/2 Stein starke, gehörig eingebundene Backsteinverblendung anwenden.

Will man ökonomisch bauen, fo müssen nicht nur die Umfassungswände dem Erddruck einen möglichst grofsen Widerstand entgegenfetzen; sondern es mus auch der cubische Inhalt möglichst

grofs, 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 mus dem steigenden Erddrucke gemäfs nach unten zunehmen. Will man gleiche Wandstärke beibehalten, fo ist der lichte Querschnitt nach unten (siehe Fig. 219) zu verengen.

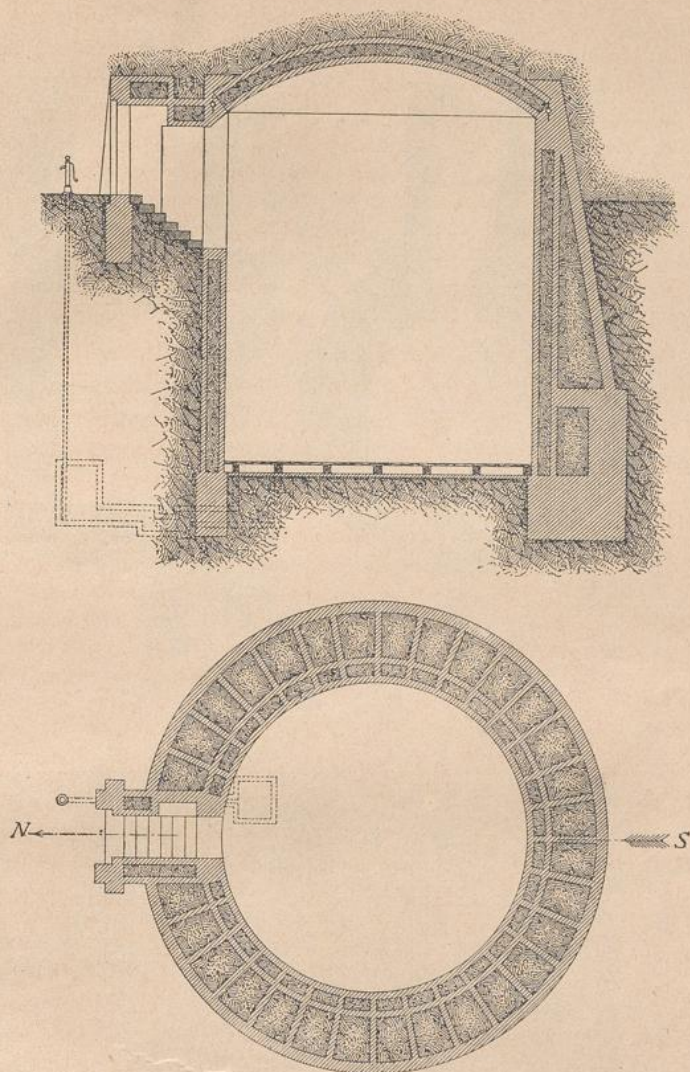
Die Ueberwölbung geschieht entweder mit Kappen auf eisernen Trägern oder mit einem Kuppelgewölbe. Bei letzterem hat man zu beachten, wogegen häufig

209) Nach: Allg. Bauz. 1854, S. 381, Bl. 652.

210) Nach: ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 19, Taf. 7.

211) *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 113.

Fig. 223.

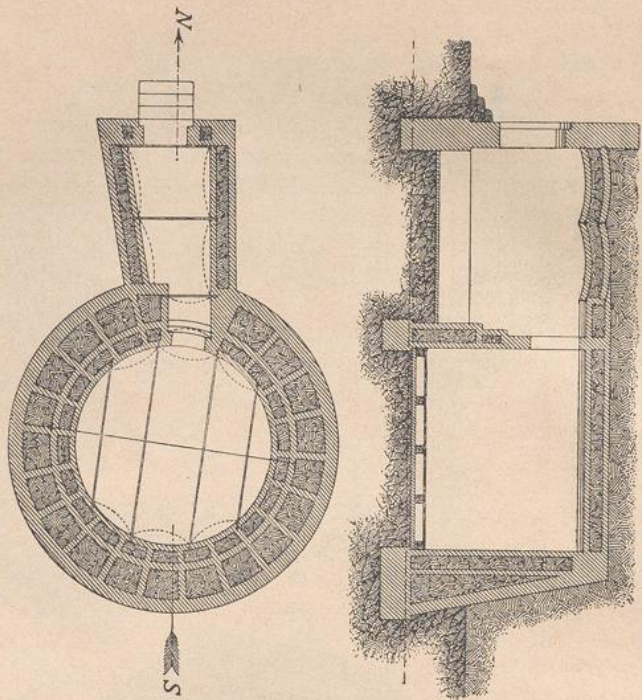
Gemauerter Eiskeller. — $\frac{1}{150}$ n. Gr.

gefehlt wird, daß die Widerlagsmauern gegen den Gewölbefschub 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. 223 u. 224 stellen zwei von *Petzholtz* in Potsdam mitgetheilte Eiskeller dar. Der eine ist mit einem Kuppelgewölbe überdeckt, der zweite mit preussischen Kappen auf eisernen Trägern.

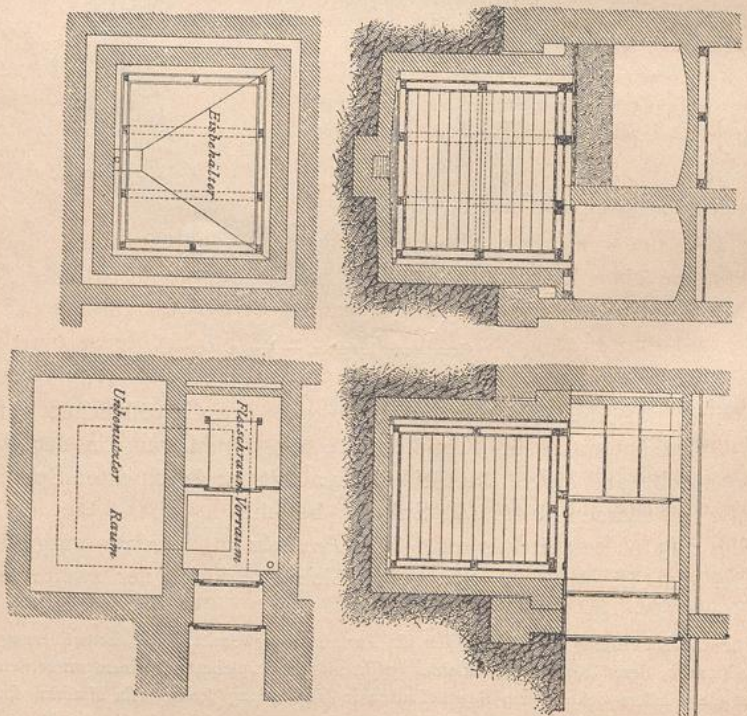
Für die Ausfüllung der Widerlager ist Torfasche verwendet. Die Entwässerung geschieht durch eine Handpumpe, deren Rohr in ein kleines Bassin mündet, welches mit einem unter dem etwas geneigten Fußboden des Kellers befindlichen Sammelkasten in Verbindung steht. Als Material sind theils Klinker, theils Rathenower Backsteine in Cementkalk verwendet; nach außen hin ist das Mauerwerk mit Cement

Fig. 224.



1/100 n. Gr.

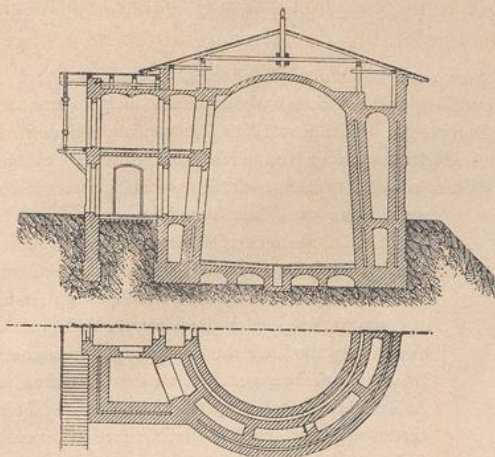
Fig. 225.



1/100 n. Gr.

Gemauerte Eiskeller.

Fig. 226.



Eishaus der Irren-Anstalt zu Dalldorf²¹²⁾.
 $\frac{1}{300}$ n. Gr.

berappt und mit heißem Theer geftrichen. Beide Keller sind mit Erde bedeckt, welche dicht mit Bäumen und Sträuchern bepflanzt ist.

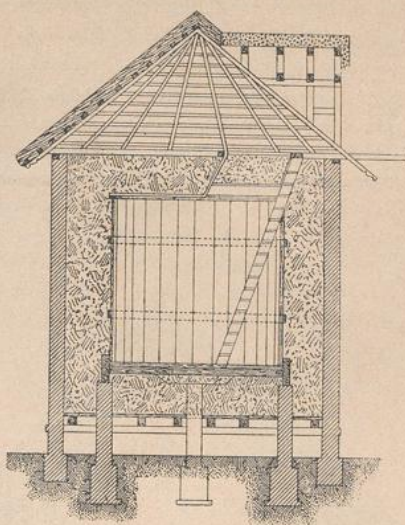
Häufig kommt man in die Lage, in einem vorhandenen Keller einen Eisraum anzulegen. Ist vom Hochwasser keine Gefahr zu befürchten, so wählt man zweckmäÙig die in Fig. 225 gegebene Disposition²¹³⁾.

In den von massiven Wänden eingefassten 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 Vorraum, welcher das Einsteige Loch enthält, befindet sich ein Raum zur Aufbewahrung von Fleisch.

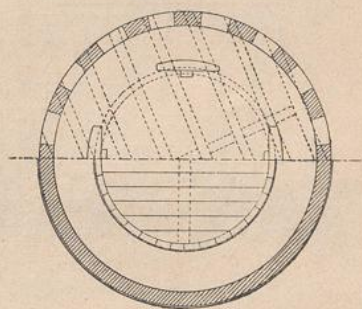
In Gegenden mit hohem Grundwasserstande, wozu auch Gebirgsgegenden gehören können, eben so auf flachem Terrain, wo die Abführung des Schmelzwassers lange unterirdische Leitungen erfordern würde, ist die Ausführung von Kellern nicht möglich, und man muß zu Eishäusern übergehen. Sind letztere massiv ausgeführt, 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 zulässig, so muß man den Wärmeschutz durch Vorlegung von Kühlräumen zu erreichen suchen oder doppelte Isolierung anwenden. Ein Beispiel hierfür bietet das Eishaus der städtischen Irren-Anstalt zu Dalldorf (Fig. 226²¹²⁾, für den Eisbedarf von 1000 Kranken berechnet.

Die Beschickung des Kellers und die Entnahme von Eis geschieht seitlich oben, für welche Zwecke ein durch eine Treppe zugänglicher Vorbau vorhanden ist. Die Isolierung der Wände und des Fußbodens ist eine sehr sorgfältige; das Gewölbe würde ebenfalls besser mit Isolierschicht versehen worden sein.

Fig. 227.



Eishaus des chemischen Institutes an der
 Universität Marburg²¹⁴⁾.
 $\frac{1}{150}$ n. Gr.



185.
 Eishäuser.

²¹²⁾ Nach: Deutsches Bauhandbuch. Band II. Berlin 1882. S. 354.

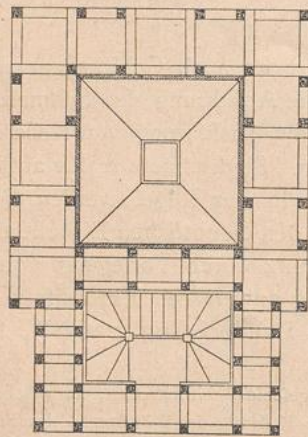
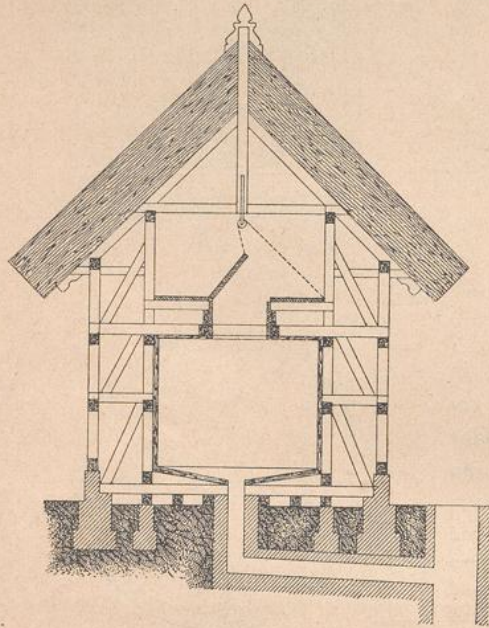
²¹³⁾ Nach: ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1861, S. 117, Taf. 19.

²¹⁴⁾ Nach: ENGEL, F. Handbuch des landwirtschaftlichen Bauwesens. 6. Aufl. Berlin 1879. S. 196.

Ein massives Eishaus mit cylinderförmigem, hölzernen Eisbehälter, ausgeführt nach Angaben Kolbe's für das chemische Institut der Universität zu Marburg zeigt Fig 227²¹⁴⁾.

Die massive äussere Wand besteht 0,81 m hoch aus gebrannten Backsteinen und 3,76 m hoch aus Lochsteinen und ist unterstützt durch 16 Mauersteinpfeiler, 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 1,0 m stark mit schlechten Wärmeleitern umgeben. Zur Unterstützung dienen vier über Kreuz gestellte Sandsteinpfeiler und vier sich auf diesen stützende eichene Pfosten von 0,71 m Länge und 24 cm Stärke im Quadrat,

Fig. 228.



Eishaus auf dem Rittergut Lagowitz bei Schwiebus²¹⁵⁾.
1/150 n. Gr.

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 Woldecken gefertigtes 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 Backsteinen veretzt und kann leicht zur Herausnahme und Erneuerung des Häckfels geöffnet werden. Das Dach ist wegen 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 Uebelfänden: schneller Vergänglichkeit durch Schwamm- und Fäulniss, so wie sehr geringer Feuer-sicherheit, wie eine wahrhaft erschreckende Zahl von Bränden in Amerika und Deutschland jährlich auf das Neue beweist. Man thut daher gut, derartige

²¹⁵⁾ Nach: ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 134, Taf. 22.

Gebäude durch Anstrich des Holzwerkes mit dem in Art. 183 (S. 164) schon erwähnten Carbolineum zu sichern und sie möglichst entfernt von anderen zu errichten. Fig. 228 zeigt ein auf Rittergut Lagowitz bei Schwiebus durch *Steinbarth* ausgeführtes Eishaus²¹⁵⁾.

Der 0,94 m messende Zwischenraum der Fachwände ist bis zur Balkenlage mit Torfgrus, der Raum bis zum Dachfirst mit Häckfel 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 Gufsplatte. Der gemauerte Abzugscanal von 25 cm Weite mündet in eine bedeckte Senkgrube; ein Wafferverchluss wird darin vermifft, auch ist der Querschnitt des Canales zu groß.

Aehnliche Anlagen sind durch *Gropius und Schmieden* in Berlin beim Krankenhaus im Friedrichshain und beim Central-Militärhospital zu Tempelhof ausgeführt worden²¹⁶⁾; ferner enthält das unten²¹⁷⁾ genannte Werk mehrere praktische Beispiele.

Die Räume zur Aufbewahrung von Fleisch und Getränken, welche durch das Eis kühl gehalten werden sollen, kann man über, neben und unter dem Eisraum anbringen. Kleinere Quantitäten lassen sich im Eingangs-Vorbau, welcher zur Anbringung der doppelten Thüren erforderlich ist, bergen²¹⁸⁾. In Fig. 229 geben wir eine von *Ende & Boeckmann* in Berlin am Halensee bei Charlottenburg ausgeführte Anlage, welche in Verbindung mit einer Restauration steht.

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 Lattenroste. 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.

Ueber Eiskeller in unmittelbarer Verbindung mit Bierbrauereien wird in Theil IV, Halbband 3 dieses »Handbuches« (Abth. III, Abchn. 2, C, Kapitel über »Bierbrauereien«) das Erforderliche besprochen werden.

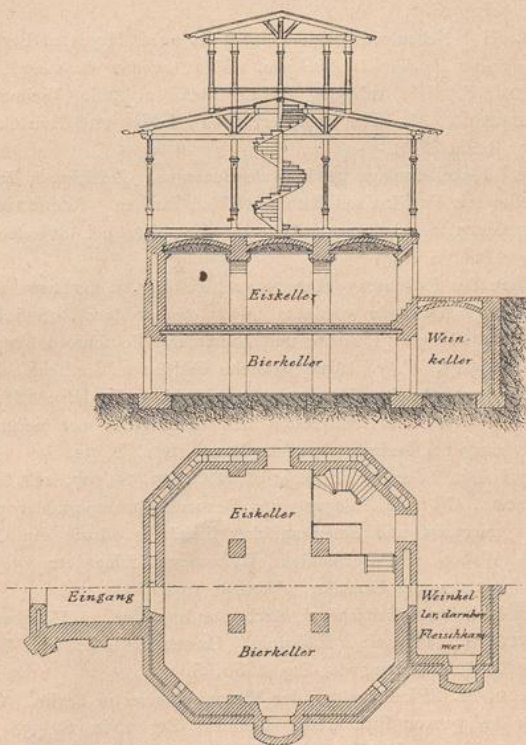
²¹⁶⁾ Veröffentlicht in: *Zeitchr. f. Bauw.* 1876, Bl. 30 und 1879, Bl. 23.

²¹⁷⁾ WANDERLEY, G. *Die ländlichen Wirthschaftsgebäude.* 2. Bd. Halle 1879.

²¹⁸⁾ Siehe auch: Theil III, Band 4 dieses »Handbuches«, Art. 288, S. 246.

186.
Auf-
bewahrungs-
räume.

Fig. 229.



Eishaus am Halensee bei Charlottenburg.

1/300 n. Gr.

187.
Einbringen
des
Eises.

Zum Schlufs hätten wir noch etwas über das Einbringen des Eises zu fagen. Am besten ist es, grofse Stücke durch Zerfägen der Eisdecke zu gewinnen und verbandmäfsig zu packen. Hat man nur kleine, unregelmäfsige Stücke, fo find diese während des Einwerfens in möglichst kleine Stücke zu zerfchlagen. Durch Einstreuen von Kochfalz (ca. 9 kg auf die zweifpännige Fuhre), Uebergiefsen mit Wasser und fleifsiges Oeffnen der Thüren an den Frosttagen erreicht man, dafs die ganze Masse zu einem koloffalen Blocke zusammenfriert²¹⁹⁾.

Literatur

über »Eisbehälter«.

- BRAASCH, W. Eiskeller. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1854, S. 7.
 Ueber Eiskelleranlagen. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1860, S. 33.
 EMMICH. Mittheilungen über die Anlage von Eisgruben und Eishütten. ROMBERG's Zeitschr. 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. Zeitschr. f. Bauw. 1863, S. 5.
Les glaciers du bois de Boulogne. Nouv. annales de la const. 1863, S. 177.
 HARZER, F. Die Anlegung der Eiskeller. 2. Aufl. Weimar 1864.
 SCHLESINGER, J. Der Eiskellerbau in Maffiv- und Holz-Construction, sowohl in wie über der Erde. Berlin 1864.
 ROTH. Eiskelleranlage im Bois de Boulogne. Zeitschr. f. Bauw. 1864, S. 589.
 Eiskeller mit Pavillon auf Rittergut Grofs-Ziethen. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 19.
 STEINBARTH. Eiskeller auf Rittergut Lagowitz bei Schwiebus. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 133.
 Der Bau des Eishaufes. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1866, S. 106.
De la construction des glaciers. Revue gén. de l'arch. 1866, S. 53.
 HELDBERG. Ueber Eiskeller und Eishäufer. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1867, S. 24.
 STREERUWITZ, W. v. Amerikanische Eishäufer. 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 Eishäufer in Rummelsburg bei Berlin. Deutsche Bauz. 1871, S. 52.
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 Eishäufer, sowie die Construction und der Gebrauch von Milch-, Wasser- und Luftkühlern, Gefornesmaschinen 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 Eishaufes. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1877, S. 41.
 Zwei Eishäufer. Baugwks.-Ztg. 1880, S. 27.
 POLACK, M. Eiskelleranlage der Victoriabrauerei in Berlin. Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 138.
 Ueber Anlage von Eishäufern. 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.
 Siehe auch die Literatur-Angaben über »Landwirthschaftliche Gebäude« in Theil IV, Halbbd. 3 (Abfchn 1) dieses »Handbuches«.

²¹⁹⁾ Siehe auch Theil III, Band 4 dieses »Handbuches«, Art. 284, S. 242.

Berichtigung.

S. 47, Zeile 6 v. u.: Statt »Ergänzung« zu lesen: »Erzeugung«.



GHP: 03 M18967

P
03

Einbruch...
Eishaus
Glockenstuhl
Muschel
Rauschen
Vorwand, Ritz

M
18 967