

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II
L. inv.

~~2620~~

A. OPDERBECKE

DER

MAURER

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297437



DAS HANDBUCH
DES
BAUTECHNIKERS

EINE ÜBERSICHTLICHE ZUSAMMENFASSUNG DER AN BAUGEWERK-
SCHULEN GEPFLEGTEN TECHNISCHEN LEHRFÄCHER



ZUM GEBRAUCHE
FÜR
STUDIERENDE UND AUSFÜHRENDE BAUTECHNIKER

UNTER MITWIRKUNG
VON
ERFAHRENEEN BAUGEWERKSCHULLEHRERN

HERAUSGEGEBEN
VON
HANS ISSEL
ARCHITEKT UND KGL. BAUGEWERKSCHULEHRER

II. BAND
BAUKONSTRUKTIONSLEHRE II. TEIL
DER MAURER



LEIPZIG 1900
VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.

DER MAURER

UMFASSEND:

DIE GEBÄUDEMAUERN, DECKEN, FUSSBÖDEN, DIE PUTZ-
UND FUGEARBEITEN

FÜR DEN SCHULGEBRAUCH UND DIE BAUPRAXIS

BEARBEITET

VON

ADOLF OPDERBECKE

PROFESSOR AN DER BAUGEWERKSCHULE ZU CASSEL

MIT 625 TEXTABBILDUNGEN UND 17 TAFELN



24. 9. 1900
Stella-Sawicki

LEIPZIG 1900

VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.



II- 349391

**BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW**

~~II 2620~~

Akc. Nr. ~~1733~~ 149

BOK-B-262/2017

Dem Regierungs- und Baurat

im Ministerium für Handel und Gewerbe

H e r r n A l f r e d W e b e r

zu Berlin

in hoher Verehrung gewidmet

vom Verfasser.

Vorwort.

Bei Abfassung dieses Bandes leitete mich, ebenso wie bei meinen seitherigen Arbeiten, die Absicht, den Schülern der Baugewerkschulen und denjenigen Bautechnikern und jüngeren Baugewerksmeistern, die ihre theoretische Ausbildung auf einer solchen Lehranstalt erfahren haben, ein Lehr- und Nachschlagebuch an die Hand zu geben, welches über die Konstruktionen, praktischen Erfahrungen und Regeln aus dem Gebiete des Steinbaues in leicht verständlicher Form Aufschluss gibt. Aus diesem Grunde habe ich besonders diejenigen Konstruktionen hervorzuheben gesucht, welche bei Hochbauausführungen alltäglich in Stadt und Land zur Anwendung gelangen und auch solchen Konstruktionen Aufmerksamkeit geschenkt, die ihr Dasein den gewaltigen Fortschritten verdanken, welche seit etwa vierzig Jahren in der Herstellung künstlicher Baustoffe gemacht sind.

Aus den gleichen Gründen, welche bei der Bearbeitung des ersten, die Arbeiten des Zimmermanns behandelnden Bandes dieses Handbuches bestimmend waren, habe ich auch im vorliegenden Falle von statischen Untersuchungen der Konstruktionen, die ja überdies nur bei grösseren Gewölbekonstruktionen unentbehrlich sind, Abstand genommen und mich mit der Wiedergabe der durch die Erfahrung gegebenen, empirischen Regeln begnügt.

Der Text wurde so knapp als möglich zusammengestellt und das Hauptgewicht auf gute und zahlreiche Abbildungen gelegt, da diese weit mehr als die

ausführlichsten Beschreibungen geeignet sein dürften, das Verständnis für Wesen, Wert und Zweck einer Konstruktion zu wecken.

Möchte die vorliegende Arbeit sich als willkommenes Hilfsmittel bei Lehrenden und Lernenden erweisen!

Cassel, im Februar 1900.

Der Verfasser.

VOTWOTL

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort	Seite VII
-------------------	--------------

Allgemeines.

A. Gebäudemauern	3
Bezeichnung der Mauern nach ihrer Lage	3
Unterscheidung der Mauern nach Baustoffen	4
1. Mauern aus Ziegelsteinen	4
Läuferverband	7
Binderverband. Blockverband, Endverband	7
Kreuzverband	10
Holländischer, polnischer, Stromverband	11
Verblendmauerwerk	12
Eckverbände	13
Einbindende Mauern	15
Sich kreuzende Mauern	16
Pfeilervorlagen	21
Freistehende Pfeiler	25
Schornsteinverbände	28
Luft- oder Isolierschichten	35
Maueröffnungen	41
Mauerbögen	43
Bogen- und Widerlagerstärke	64
Ueberdeckung der Oeffnungen mit Eisenbalken	66
Untere Begrenzung von Maueröffnungen	69
2. Mauern aus natürlichen Steinen	71
Mauern aus unbearbeiteten Bruchsteinen	73
Mauern aus bearbeiteten Steinen	75
Ueberdeckung der Oeffnungen	80
Fenstersohlbänke	90
3. Mauern aus Stampf- oder Gussmassen	95
Erdstampfbau	95
Kalksand-Stampfbau	97
Betonbau	98
4. Leichte Mauern aus verschiedenen Baustoffen	103
Rabitzwände	103
Brucknersche Gipsplattenwände	104

	Seite
Stoltes Stegzementdielenwände	108
Monierwände	109
Magnesitwände	111
B. Decken	112
1. Eiserne Balkendecken mit Ausfüllung der Deckenfelder durch Steine oder Mörtelkörper	112
Kleinesche Decke	112
Schürmannsche Decke	114
Förstersche Decke.	117
Horizontaldecke	119
Betondecken	119
Koenensche Voutendecke	123
Terrast	123
Stoltesche Decken	124
2. Gewölbe	126
a Tonnengewölbe	127
z Preussische Kappengewölbe	140
c Klostergewölbe	147
Mulden- oder Kuppelgewölbe	163
Spiegelgewölbe	163
d Kuppelgewölbe	167
Hänge- oder Stutzkuppeln	171
Elliptische Gewölbe	175
Böhmische Kappengewölbe	179
e Kreuzgewölbe	183
Stern- oder Netzgewölbe	205
f Fächer- oder Trichtergewölbe	208
C. Fussböden	209
1. Fussböden aus natürlichen Steinen	212
Pflasterungen	213
Plattenbeläge	214
Mosaik- und Terrazzo-Fussböden	215
2. Fussböden aus künstlichen Steinen	216
Ziegelsteinpflaster	216
Thonplatten	218
Zementfliesen	218
Kunststein- und Terrazzo-Fliesen	218
3. Estrich-Fussböden	218
Lehmestrich	218
Gipsestrich	219
Kalkestrich	219
Zementestrich.	220
Asphaltestrich	221
D. Putz- und Fugarbeiten	222

Allgemeines.

Die Arbeiten des Maurers erstrecken sich auf diejenigen Konstruktionen, zu deren Herstellung als Hauptstoff natürliche Steine oder solche Baustoffe erforderlich sind, welche durch Brennen oder durch die Einwirkung der Luft oder des Wassers die erforderliche Härte erlangt haben.

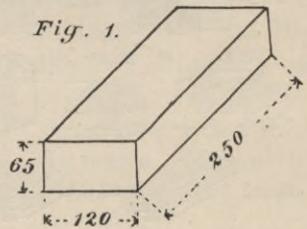
Von den natürlichen Steinen werden zumeist die verschiedenen Sand- und Kalksteine, dann aber auch Granit, Syenit, Porphyr, Diorit, Lava, Gneis, Trachyt und viele andere Felsarten (vergl. Band XII „Die Baustofflehre“ dieses Handbuches) verwendet.

Aus Thon gebrannte Steine, sogen. Backsteine oder Ziegelsteine, dienen namentlich zur Herstellung von Mauern, massiven Decken (Gewölben), Fussböden und Gesimsen. Gegenüber den natürlichen Steinen kennzeichnen sie sich durch ihre regelmässige prismatische Form und geringen Abmessungen, welche in ganz bestimmten Verhältnissen zu einander stehen müssen, um einen regelrechten Mauerverband herstellen zu können. Die meisten deutschen Staaten haben für ihre Bauausführungen das sogen. Normalformat — $250 \times 120 \times 65$ mm — vorgeschrieben (vergl. Fig. 1).

Besonders in Norddeutschland (Hamburg, Bremen, Oldenburg u. a. O.) werden indes noch heute Steine anderer Abmessungen verwendet.

Gebrannte Thonplatten werden vielfach zur Ausführung von Fussböden (Fliesen) und zur Verkleidung innerer Wände (Wandplättchen) verwendet, während poröse, durchlochte oder wasserdichte, glasierte Thonröhren zur Herstellung von Entwässerungsanlagen dienen.

Soll Backsteinmauerwerk eine äussere Verblendung mit anderem besseren Material erhalten, so können hierfür natürliche Steine oder Backsteine, welche aus besonders gutem und sorgfältig vorbereiteten Thon hergestellt sind, die sogen. Verblendsteine, Verwendung finden. Die den inneren Kern des Mauerwerkes bildenden Steine bezeichnet man dann als Hintermauerungssteine. Je nachdem diese mit der Hand oder durch Maschinen geformt worden sind, spricht man auch von Handsteinen und Maschinensteinen.



Zur Herstellung profilierter senkrechter, wagerechter oder bogenförmiger Gliederungen dienen besonders gestaltete Steine, welche von den meisten grösseren Ziegeleien hergestellt werden und von denen gewisse Formen unter der Bezeichnung „Normalformsteine“ von den Werken und grösseren Baumaterialienhändlern auf Lager gehalten werden. Die Abmessungen und Formen derselben (vergl. Fig. 2 bis 4) sind von dem Architekten-Verein zu Berlin und dem Deutschen Vereine für Fabrikation von Ziegeln, Thonwaren, Kalk und Zement festgelegt worden. Neben diesen Normalformsteinen wird natürlich von den leistungs-

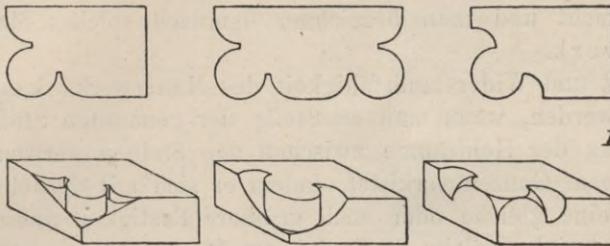


Fig. 4.

fähigen Ziegeleierwerken auch jede beliebige andere Form nach Wunsch und Zeichnungen des Bestellers angefertigt (vergl. Band III dieses Handbuches „Der Backsteinbau“ vom gleichen Verfasser).

Stoffe, welche die zur Herstellung von Maurerarbeiten erforderliche Härte durch die Einwirkung der Luft oder des Wassers erlangen, sind der Lehm, Kalk, Zement, Trass und Gips. Der Lehm wird meist für sich mit Wasser zu einem mehr oder weniger strengflüssigen Brei angerührt und in diesem Zustande zur Herstellung von Mauerwerk (Lehm-Pisé), Staakwänden und Mauerputz verwendet oder er wird zu Steinen geformt, welche in lufttrockenem Zustande vermauert werden. Die übrigen Stoffe werden meist mit anderen Stoffen (Quarzsand, zerkleinertem Granit, Kalkstein, Basalt, Schilf, Korkabfällen, Haaren u. s. w.) vermischt und zu sogen. Kunststeinen geformt oder unmittelbar auf der Baustelle zur Aufführung von Mauerwerk (Kalk-Pisé, Zementbeton), Decken, Fussböden oder Mauerputz verwendet.

Der Hauptsache nach erstreckt sich die Thätigkeit des Maurers bei Hochbau-Ausführungen auf die Herstellung der Gebäudemauern, gemauerter, gestampfter oder gegossener Fussböden und Decken und das Ausfugen und Verputzen des Mauerwerks.

A. Gebäudemauern.

Der Höhenlage nach unterscheidet man Grund- oder Fundamentmauern, Sockel- oder Plinthenmauern, Geschoss- und Kniestockmauern. Mit Bezug auf die Umgrenzung und innere Teilung eines Gebäudes durch Mauern spricht man von Umfassungs- oder Aussenmauern und Innenmauern. Die letzteren nennt man, je nach ihrer Lage zur Längs- oder Querachse des Gebäudes, Längs- oder Querscheidewände.

Haben die Mauern Balkenlagen oder andere senkrecht wirkende Lasten zu tragen, so bezeichnet man sie als Tragwände; sind sie seitlichem Drucke ausgesetzt, so gibt man ihnen den Namen Stütz- oder Widerlagsmauern.

Ist eine Mauer ihrer Höhe nach aus mehreren Steinschichten zusammengesetzt, so wird sie um so widerstandsfähiger sein, je ebener die Berührungsflächen zwischen den einzelnen Steinen sind. Da nun vollkommen ebene Flächen nur mit grossem Zeit- und Kostenaufwande und bei manchen Baustoffen überhaupt nicht hergestellt werden können, so bringt man zwischen die Lagerflächen der Steine solche Stoffe (Moos, Erde, Filz, Blei), welche die Eigenschaft besitzen, die Unebenheiten der Steinflächen mit wachsendem Drucke immer vollkommener auszugleichen und so den Druck eines oberen Steines auf einen unteren gleichmässig überzuleiten. Derartige Stoffe werden in trockenem Zustande zwischen die Steine eingebracht und man bezeichnet demnach solches Mauerwerk als Trockenmauerwerk.

Die Festigkeit und Widerstandsfähigkeit des Mauerwerks kann aber noch wesentlich erhöht werden, wenn man an Stelle der genannten Stoffe einen solchen zur Ausfüllung der Hohlräume zwischen den Steinen verwendet, welcher die letzteren zu einem Ganzen verkittet, indem er sich mit denselben verbindet und mit der Zeit eine gleiche oder auch grössere Festigkeit annimmt wie das verwendete Steinmaterial. Solche Stoffe heissen Mörtel und werden in mehr oder weniger flüssigem Zustande verwendet. Einen von Mörtel ausgefüllten Hohlraum nennt man Lagerfuge, wenn derselbe sich zwischen zwei übereinander liegenden Steinen und Stossfuge, wenn er sich zwischen zwei nebeneinander liegenden Steinen befindet.

Je nach den Stoffen, aus welchen Mauern hergestellt werden, unterscheidet man:

1. Mauern aus Ziegelsteinen,
2. Mauern aus natürlichen Steinen

und zwar

- a) Mauern aus unbearbeiteten Bruchsteinen,
- b) Mauern aus bearbeiteten Werksteinen,
3. Mauern aus Stampf- oder Gussmassen,
4. Leichte Mauern aus verschiedenen Baustoffen.

1. Mauern aus Ziegelsteinen.

Die Festigkeit der Mauern ist, abgesehen von der Güte der verwendeten Steine und des Mörtels, wesentlich von der Art und Weise abhängig, wie die Steine seitens des Maurers neben- und aufeinander gelegt werden. Dieses Neben- und Aufeinanderlegen der Steine bezeichnet der Maurer als den Verband des Mauerwerks.

Zur Herstellung des Mauerverbandes sind neben den ganzen Steinen auch Teilsteine erforderlich, welche für gewöhnlich durch Zerteilen der ganzen Steine seitens der Maurer auf der Baustelle gewonnen werden.

Solche Teilsteine sind:

1. Dreiquartiere oder Dreiviertelsteine (Fig. 5), welche die gleiche Breite, aber nur $\frac{3}{4}$ der Länge eines ganzen Steines zeigen;
2. Halbe Steine oder Köpfe (Fig. 6). Diese haben die gleiche Breite und die halbe Länge eines ganzen Steines;

3. Riemchen (Fig. 7 bis 9), welche entweder die ganze, die dreiviertel oder die halbe Länge und in jedem Falle die halbe Breite eines ganzen Steines haben. Riemchen, welche nur die halbe Länge eines ganzen Steines haben (Fig. 9), bezeichnet man auch als Viertelsteine oder Quartierstücke.

Fig. 5.



Fig. 6.

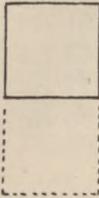


Fig. 8.

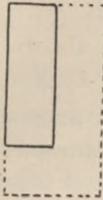


Fig. 7.

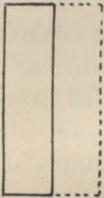


Fig. 9.

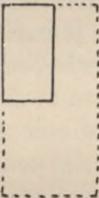


Fig. 10.

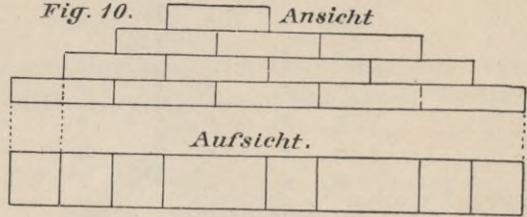
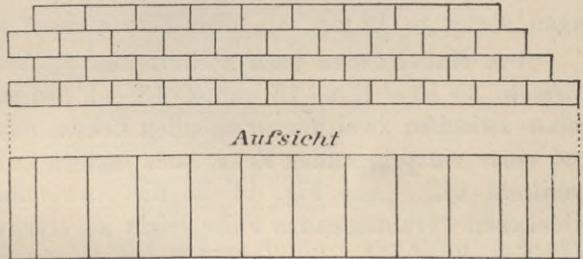
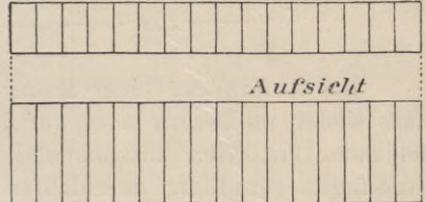


Fig. 11. Ansicht.



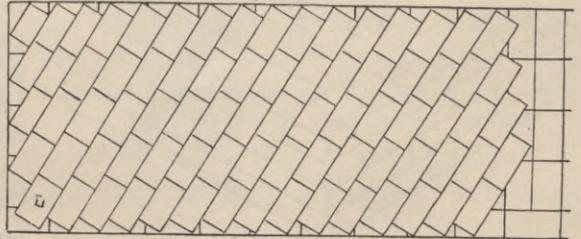
Im Mauerwerk bezeichnet man die ganzen Steine als Läufer, wenn sie die Längseite, und als Strecker oder Binder, wenn sie die Breit- oder Kopfseite in der Ansicht zeigen. Demzufolge spricht man auch von Läufer- oder Streckerschichten, je nachdem in der Ansichtseite die Lang- oder Breitseiten der Steine sichtbar sind (vergl. Fig. 10 und 11). Liegen die Steine einer Schicht derart auf einer Längseite, dass in der Ansicht die Kopfseiten sichtbar sind und die Schichthöhe gleich der Steinbreite ist, so nennt man die Schicht eine Rollschicht (Fig. 12). Eine Schicht, in der die mit der Flachseite aufliegenden Steine eine solche Richtung haben, dass ihre Stossfugen in schräger Richtung (meist 45°) gegen die Mauerflucht verlaufen (Fig. 13), bezeichnet man als Stromschicht, Strom- oder Kreuzlage.

Fig. 12. Ansicht



Während die Länge und Höhe einer Mauer in Meter und Zentimeter ausgedrückt wird, gibt man die Mauerstärke meist in Backsteinbreiten an, so dass eine Mauer, welche eine Steinbreite zur Stärke hat, eine $\frac{1}{2}$ Stein starke, eine solche, welche eine Steinlänge zur Stärke hat,

Fig. 13.



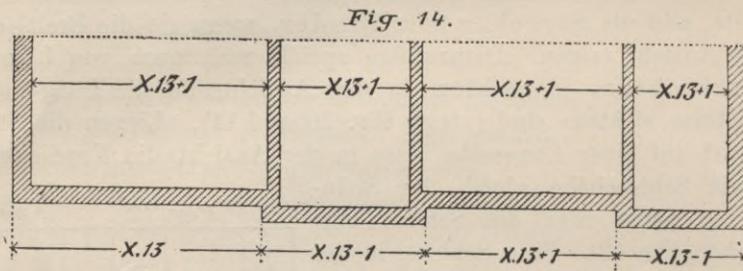
eine 1 Stein starke Mauer genannt wird u. s. w. Die Stärke der Stossfugen ist schon durch das Steinmaass bestimmt, weil zwei Steinbreiten einschliesslich einer Stossfuge gleich einer Steinlänge sein müssen. Da die Steinbreite 12 cm, die Steinlänge 25 cm beträgt, so muss die Stossfuge 1 cm weit sein. Hiernach ergeben sich folgende Mauerstärken:

Für eine Mauer,	$\frac{1}{2}$ Stein stark	=	12 cm
" "	" 1	" "	= 25 cm
" "	" $1\frac{1}{2}$	" "	= 38 cm
" "	" 2	" "	= 51 cm
" "	" $2\frac{1}{2}$	" "	= 64 cm
" "	" 3	" "	= 77 cm
" "	" $3\frac{1}{2}$	" "	= 90 cm u. s. w.

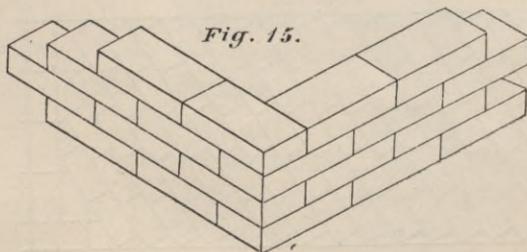
je 13 cm mehr für jede Steinbreite.

Die Stärke der Lagerfugen nimmt man etwas grösser als die der Stossfugen, meist zu 12 mm, an, oder man rechnet auf 1 m Höhe 13 Mauerschichten.

Um Mauerlängen nach Steinbreiten zu berechnen, kann man sich der drei Formeln $x \cdot 13 - 1$, $x \cdot 13$ und $x \cdot 13 + 1$ bedienen, je nachdem man das Längenmaass zwischen zwei ausspringenden Ecken, oder zwischen einer ausspringenden und einer einspringenden Ecke, oder endlich zwischen zwei einspringenden Ecken ermitteln will. Aus Fig. 14 ist die Anwendung dieser Formeln auf die verschiedenen vorkommenden Fälle leicht zu ersehen. In denselben bedeutet x die jeweilige Kopffzahl, die Zahl 13 das Kopfmaass + Fuge in Zentimetern ausgedrückt.



Bei Aufführung einer Mauer hat der Maurer vor allem darauf zu achten, dass weder im Innern noch auf den Sichtflächen die Fugen zweier aufeinander folgender Schichten zusammenfallen und dass in den einzelnen Schichten die Stossfugen geradlinig durchlaufen oder — wie der Maurer sagt — es muss Schnittfuge gehalten werden. Des weiteren ist dahin zu streben, dass im Innern einer Mauer so viel als möglich ganze Steine vorhanden sind und thunlichst so verlegt werden, dass sie sich in zwei aufeinander folgenden Schichten um das halbe Längen- und das halbe Breitenmaass überdecken.



Bei Mauern von $\frac{1}{2}$ Steinstärke liegen die Stossfugen jeder Schicht über der Mitte der Steine der vor-

hergehenden Schicht. An einer rechtwinkligen Mauerecke beginnt man deswegen jede Schicht mit einem ganzen Stein, welcher abwechselnd als Läufer und Strecker auf der gleichen Aussenseite sichtbar ist (Fig. 15). Da alle Schichten Läufer-schichten sind, so bezeichnet man den Verband als Läuferverband.

Den Gegensatz zum Läuferverband bildet der

Binderverband (Fig. 16),

bei welchem alle Schichten Streckerschichten sind. Da die Steine sich nur um ihre halbe Breite überdecken, so besitzt dieser Verband keine grosse Festigkeit. Er kommt jedoch ausnahmsweise bei 1 Stein starken Mauern vor und wird besser durch den haltbareren

Blockverband (Fig. 17)

ersetzt, bei welchem Läufer-schichten und Binderschichten derart wechseln, dass die Stossfugen aller Läufer-schichten beziehungsweise die Stossfugen aller Binderschichten lotrecht übereinander liegen.

Soll eine Mauer an einer Stelle einen lotrechten Abschluss erhalten, so ist hier ein Endverband herzustellen.

Dieser wird erreicht unter Benutzung von Drei- und Viertelsteinen oder unter Verwendung von Riemchen. Sind bei einer Mauer zwei solcher Endverbände zu bilden, so muss die Strecke zwischen diesen Mauerabschlüssen durch Steinbreiten teilbar sein, oder die Teilung muss einen Rest von $\frac{1}{4}$ Steinlänge ergeben. Im ersteren Falle (vergl. Fig. 18 bis 22 und Fig. 28 bis 30) ist der Endverband an beiden Mauerenden der gleiche, im letzteren Falle (vergl. Fig. 23 bis 27 und Fig. 31 bis 33) ist an der einen Mauerendigung der Verband umzuwerfen, d. h. es geht hier die Läufer-schicht in eine Binderschicht und umgekehrt die Binderschicht in eine Läufer-schicht über. Diese verschiedene Behandlung der Mauerendigungen, welche namentlich bei Aussenmauern wegen des ungleichen Aussehens stört, lässt sich leicht vermeiden, wenn man beim Entwerfen der Gebäudegrundrisse die Längen der Mauerkörper zwischen ihren Endigungen, (also zwischen den Thür-, Fenster- und anderen Mauerecken) unter Anwendung der durch Fig. 14 veranschaulichten Formeln genau nach Steinbreiten berechnet. Da indes erfahrungsgemäss in der Praxis häufig eine solche Berechnung vernachlässigt wird und demzufolge der Maurer nicht selten vor die Aufgabe gestellt wird, auch Mauerendigungen auszuführen, deren gegenseitiger Abstand beispielsweise $5\frac{1}{4}$, $5\frac{3}{4}$, $6\frac{1}{4}$, $6\frac{3}{4}$ Steinlängen beträgt, so halte ich nicht für überflüssig, Verbände für solche Fälle hier wiederzugeben.

Der Verband mit Drei- und Viertelsteinen ist dem mit Riemchen unbedingt vorzuziehen, weil das Aufspalten der ganzen Steine in Riemchen nur

Fig. 16.

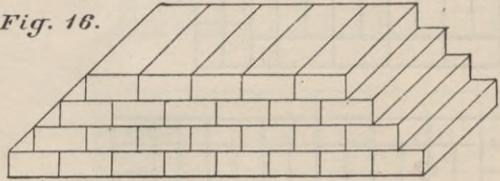
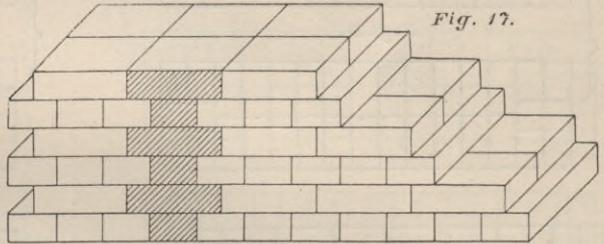
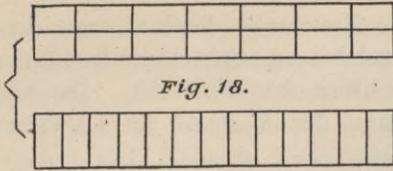
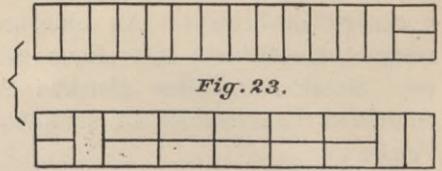
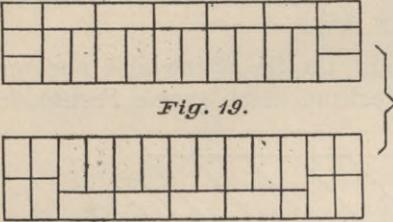
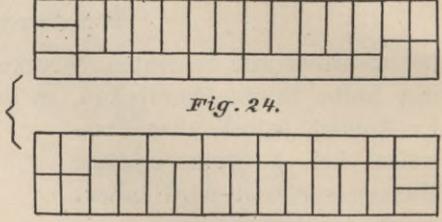
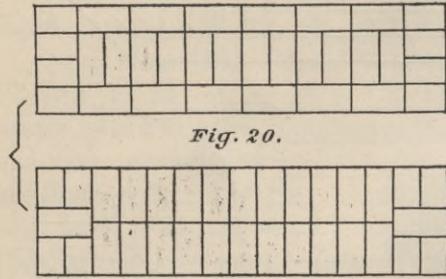
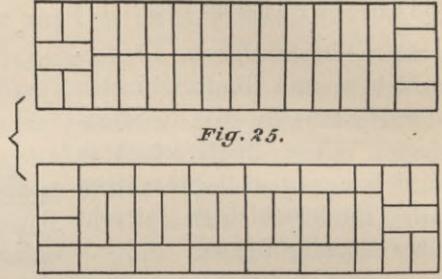
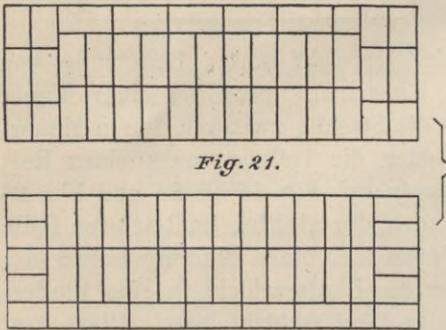
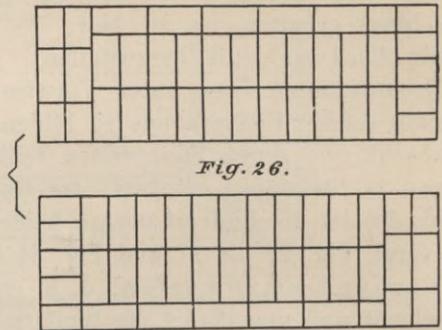
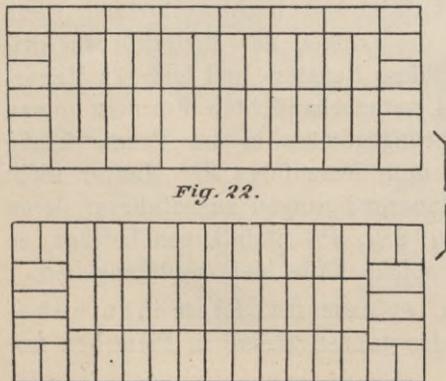
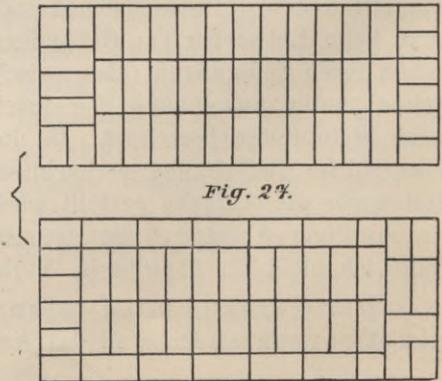


Fig. 17.



*Fig. 18.**Fig. 23.**Fig. 19.**Fig. 24.**Fig. 20.**Fig. 25.**Fig. 21.**Fig. 26.**Fig. 22.**Fig. 27.*

selten gelingt und deshalb gewöhnlich Brocken zur Herstellung des Verbandes vermauert werden. Dennoch wird dieser Verband in der Praxis vielfach verwendet, weil zu seiner Herstellung weit weniger Dreiquartiere benötigt werden und infolgedessen auch weniger Abfall (Klamotten) an Steinen entsteht.

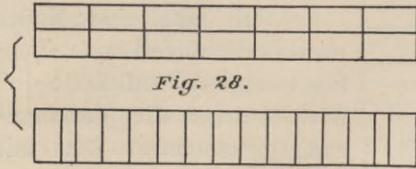


Fig. 28.

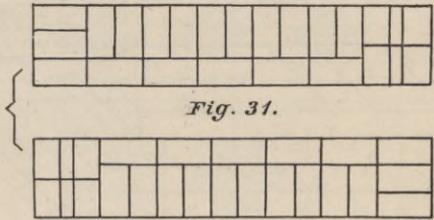


Fig. 31.

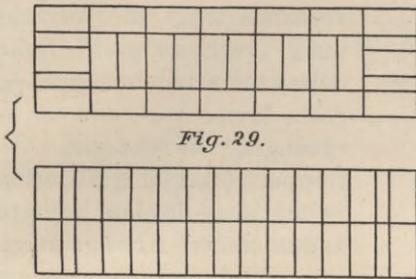


Fig. 29.

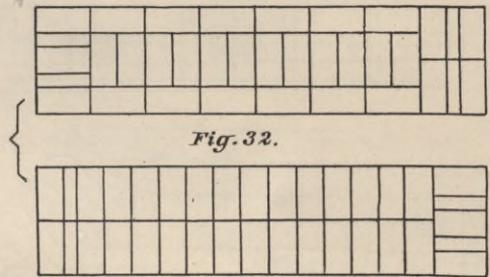


Fig. 32.

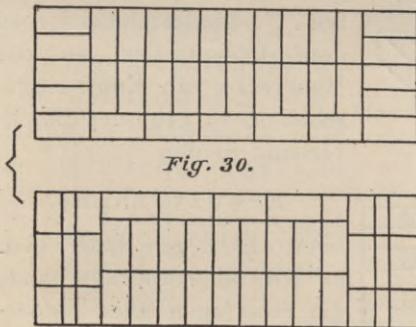


Fig. 30.

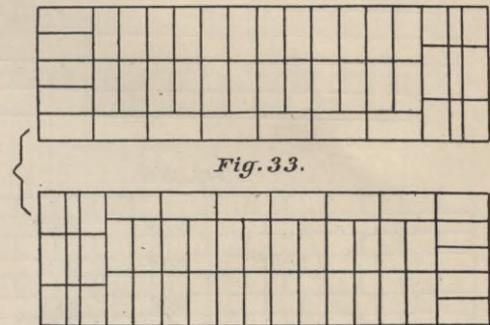


Fig. 33.

Aus der Betrachtung der Figuren 18 bis 33 lassen sich folgende Regeln ableiten:

1. Beim Endverbande mit Dreiquartieren liegen am Ende jeder Läufer-schicht so viel Dreiquartiere als die Mauer Steinbreiten zur Stärke hat, während in den Binder-schichten (abgesehen von 1 Stein starken Wänden) je zwei Dreiquartiere auf der äusseren und inneren Wandseite liegen.
2. Jede Schicht einer Mauer, deren Stärke eine gerade Anzahl Steinbreiten zeigt (vergl. Fig. 18, 20 und 22), hat auf beiden Wandseiten Läufer beziehungsweise Binder, während bei Mauern, die eine ungerade Anzahl Steinbreiten zur Stärke haben (vergl. Fig. 19 und 21), in der gleichen

Schicht auf der einen Wandseite Läufer, auf der anderen Binder liegen.

3. Beim Endverbande mit Riemchen beginnt die Läufer-schicht mit ganzen Steinen; die Riemchen liegen in der Binderschicht neben dem ersten Binder.

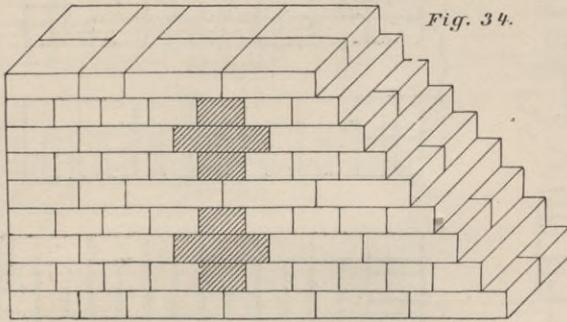


Fig. 34.

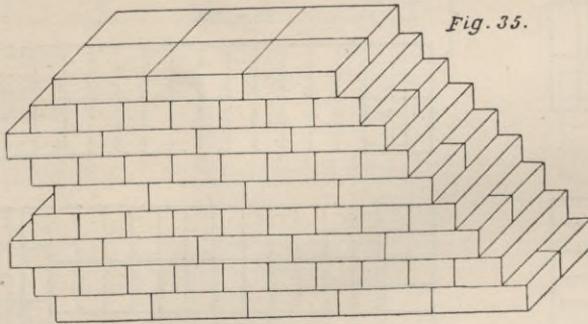
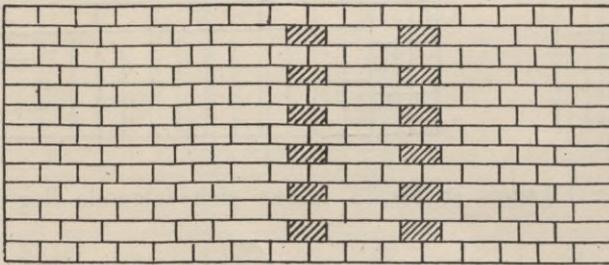


Fig. 35.

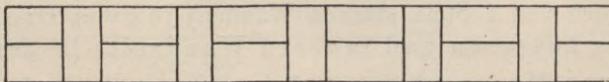
Will man eine Mauer nachträglich verlängern, so führt man sie auf der Seite, nach welcher die Verlängerung beabsichtigt ist, mit Verzahnung oder mit Abtreppung aus. Beim Blockverbande zeigt die Verzahnung (vergl. Fig. 17 linke Seite) ganz regelmässige $\frac{1}{4}$ Stein breite Vor- und Rücksprünge, während die Abtreppung (vergl. Fig. 17 rechte Seite) abwechselnd breitere und schmalere Absätze zeigt.

Wird in jeder ersten, dritten, fünften . . . oder in jeder zweiten, vierten, sechsten . . . Läuferschicht neben dem Dreiquartier an der Mauerecke ein Kopf eingeschoben, so geht der Blockverband in den

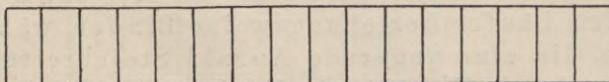
Fig. 36.



2. Schicht.



1. Schicht



Kreuzverband

über. Es liegen dann ebenso wie beim Blockverbande die Stossfugen aller Binderschichten, in den Läuferschichten jedoch nur die Stossfugen der ersten, dritten, fünften . . . beziehungsweise der zweiten, vierten, sechsten . . . Schicht lotrecht übereinander. In der äusseren Ansicht macht sich der Unterschied zwischen dem Block- und Kreuzverbande dadurch bemerklich, dass die Stossfugen, welche beim Kreuzverband über und unter den durch den Mauerverband sich

bildenden Kreuzen liegen, (vgl. Fig. 34) beim Blockverband (vergl. Fig. 17) fehlen.

Auch die Verzahnung und Abtreppung zeigt im Gegensatz zum Blockverbande Abweichungen (vergl. Fig. 35 linke Seite), da die erstere nur in jeder fünften Schicht Vorsprünge mit dazwischen liegenden Rücksprünge, die letztere (vergl. Fig. 35 rechte Seite) dagegen ganz regelmässige Vorsprünge von $\frac{1}{4}$ Stein-Breite zeigt.

Hinsichtlich des Endverbandes gelten die gleichen Regeln, welche bei Besprechung des Blockverbandes gegeben wurden.

Weit weniger im Gebrauch wie der Block- und Kreuzverband sind:

- a) Der holländische Verband (Fig. 36),
- b) Der polnische oder gotische Verband (Fig. 37),
- c) Der Strom- oder Festungsverband (Fig. 38).

Bei dem holländischen Verband ist in der Läufer-schicht neben jedem Läufer ein Binder eingeschoben, während die Binderschichten die gleichen wie beim Block- und Kreuzverbande sind.

Der gotische Verband, welcher wegen seines guten Aussehens im Mittelalter viel zur Anwendung gelangte, zeigt in jeder Schicht abwechselnd Binder

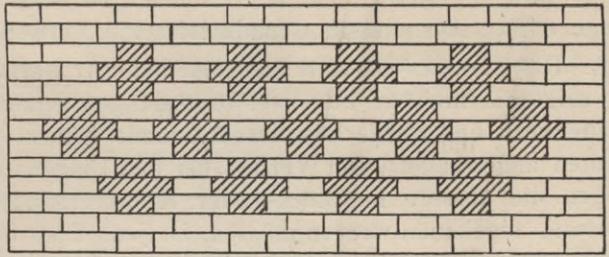


Fig. 37.

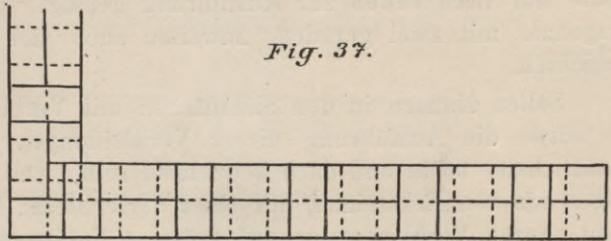
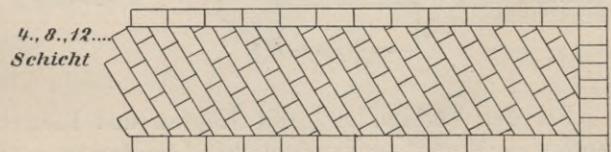
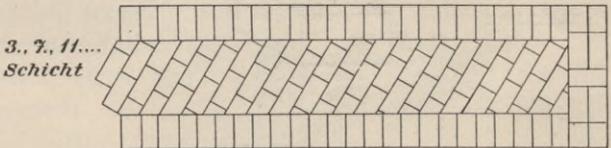
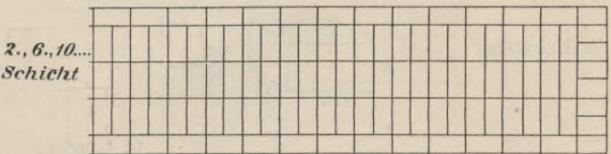
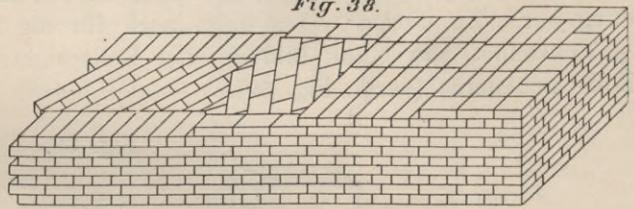


Fig. 38.



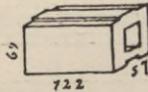
und Läufer, weshalb nicht zu vermeiden ist, dass an manchen Stellen Fuge auf Fuge trifft. Aus diesem Grunde ist seine Verwendung nicht zu befürworten.

Der Stromverband kann nur bei sehr starken Mauern Anwendung finden; er zeigt die meisten Fugenverwechslungen, erzeugt deswegen ein sehr festes Mauerwerk und wurde aus diesem Grunde früher viel bei Wasser- und Festungsbauten angewendet. Der Verlust bei den Diagonalschichten, welche dort, wo sie gegen die äussere im Block- oder Kreuzverbande gemauerte Verblendung anstossen, zugehauen werden müssen, ist jedoch so bedeutend, dass dieser Verband heute nur noch selten zur Ausführung gelangt. Es wechseln gewöhnlich zwei diagonale mit zwei geraden, zuweilen auch vier diagonale mit zwei geraden Schichten.

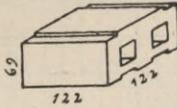
Sollen Mauern in den Sichtflächen mit Verblendsteinen verkleidet werden, so würde die Ausführung dieser Verkleidungen mit ganzen ($\frac{1}{4}$) Steinen die natürlichste, beste und auch bequemste sein, weil man dann auf der Baustelle, abgesehen von Ecksteinen, nur einer Sorte Steine bedürfte. Da jedoch der Versand ganzer Verblendsteine auf grössere Entfernungen bedeutende Kosten verursacht, auch zu denselben verhältnismässig viel Material erforderlich ist, so stellen die Ziegeleien meist nur noch $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ Lochsteine für Flächenverblendung her. Zu diesen treten dann noch für die Eckbildungen $\frac{4}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ Ecksteine, sowie zur Bildung von Rollschichten die zwei Schichten hohen Rollschichtsteine (vergl. Fig. 39).

Fig. 39.

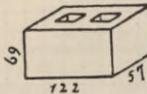
$\frac{1}{4}$ Stein
(Riemchen)



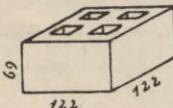
$\frac{1}{2}$ Stein (Kopf)



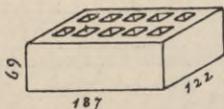
$\frac{1}{4}$ Eckstein



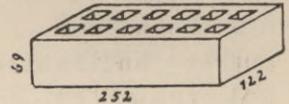
$\frac{1}{2}$ Eckstein



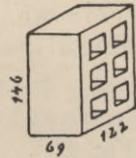
$\frac{3}{4}$ Eckstein



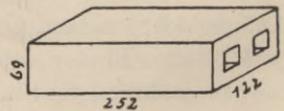
$\frac{4}{4}$ Eckstein



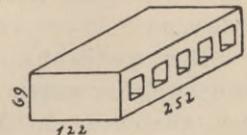
Rollschichtstein
(2 Schichten hoch)



$\frac{4}{4}$ Läufer

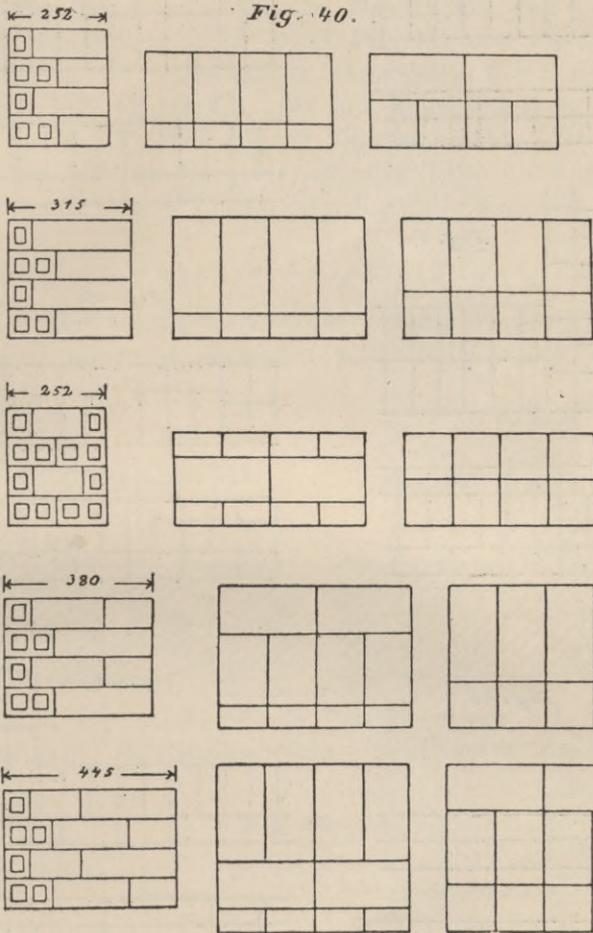


$\frac{4}{4}$ Strecker



Bei der Verblendung mit Köpfen und Riemchen kann man diese in den eigentlichen Mauerkörper einbinden lassen oder man verstärkt den letzteren um

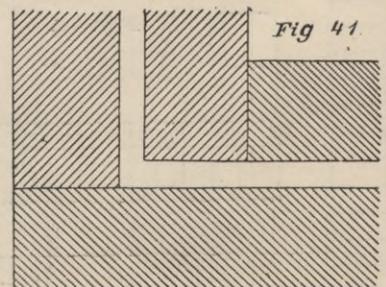
die Riemchenstärke, legt also die Verblendung vor die Mauerfläche. Der ersteren Weise wird man bei stärkeren Mauern, der zweiten bei verhältnismässig schwachen Mauern den Vorzug geben müssen. Durch Fig. 40 sind einige Beispiele für die Verblendung 1 Stein starker und $1\frac{1}{2}$ Stein starker Mauern gegeben.



Nach Besprechung und Vorführung der verschiedenen Verbandarten, welche für die Ausführung von Ziegelmauerwerk zur Anwendung gelangen können, wenden wir uns nunmehr denjenigen Fällen zu, welche besondere Aufmerksamkeit unter Beobachtung gewisser Regeln erheischen.

Wenn Mauern aufeinander treffen, so können hierbei folgende Fälle vorkommen:

1. Zwei Mauern bilden eine Ecke;
2. Eine Mauer ist in eine andere eingebunden;
3. Zwei Mauern durchkreuzen sich.



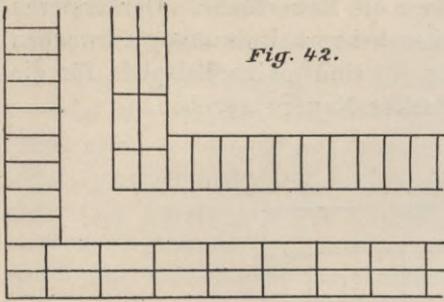


Fig. 42.

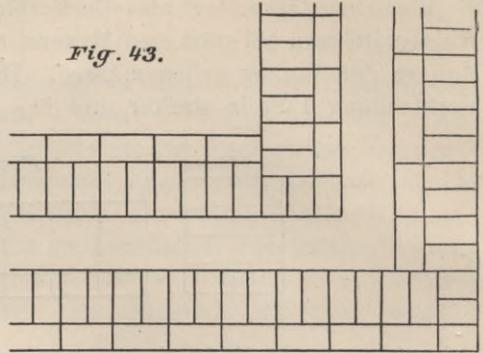


Fig. 43.

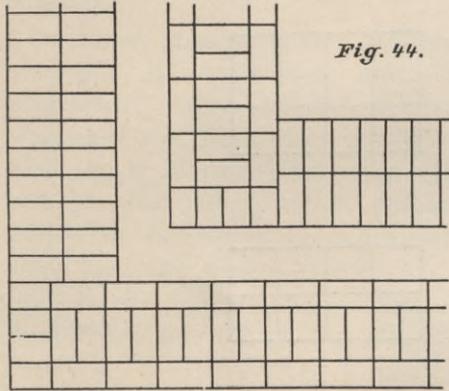


Fig. 44.

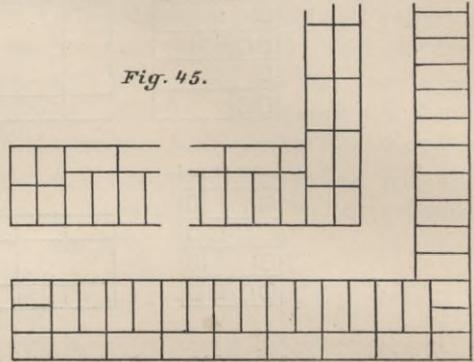


Fig. 45.

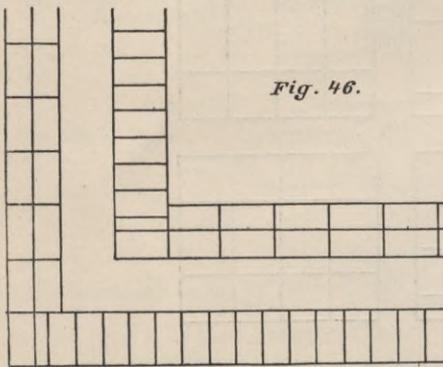


Fig. 46.

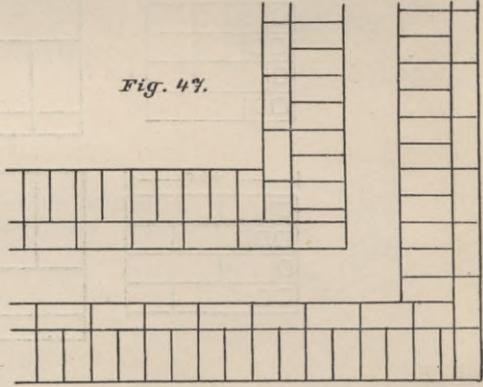


Fig. 47.

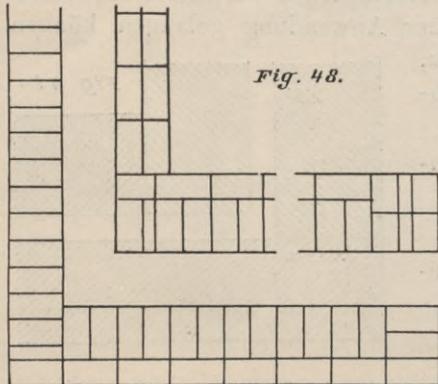


Fig. 48.

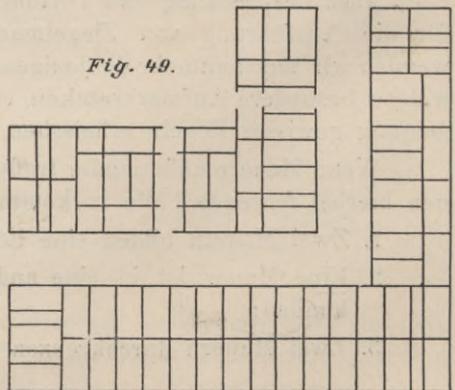


Fig. 49.

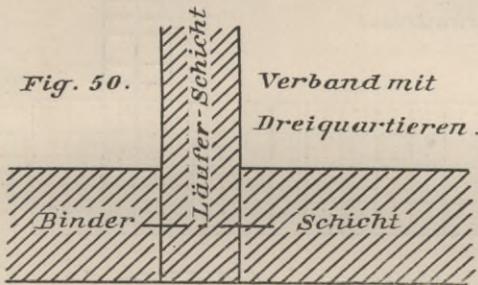
Hierbei ist dann weiter zu unterscheiden, ob der Winkel, welchen die Mauern miteinander bilden, ein rechter oder ein anderer Winkel ist.

a) Zwei Mauern bilden eine rechtwinkelige Ecke.

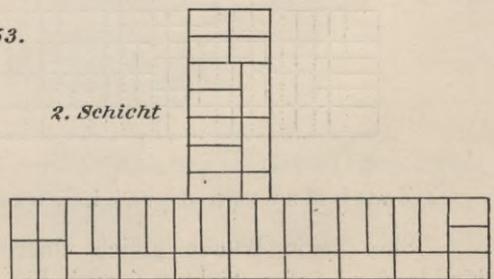
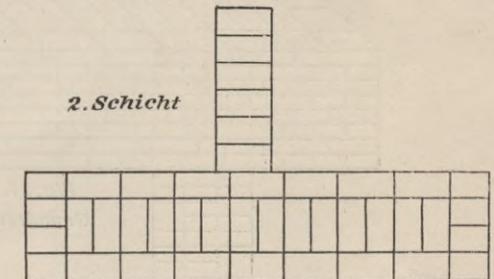
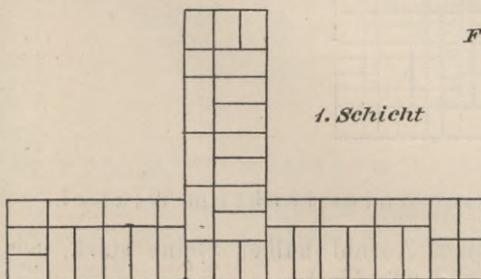
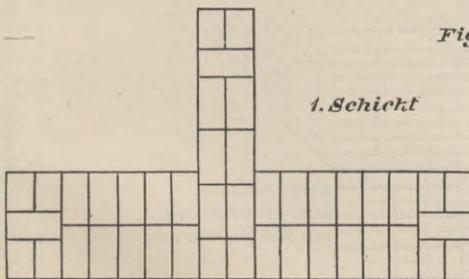
Hierbei gehen die Innenkanten der Mauern mit den einzelnen Schichten abwechselnd als Schnittfuge durch (vergl. Fig. 41) und zwar entweder in der Läuferschicht oder in der Binderschicht, je nachdem der Endverband mit Drei-
quartieren (vergl. Fig. 42 bis 45) oder mit Riemchen (vergl. Fig. 46 bis 49) gebildet wird. Aus der Betrachtung der Figuren erhellt, dass jeder Eckverband falsch ist, bei dem sich in der einspringenden Ecke die Fugen kreuzen, weil dann unbedingt Fugen zweier übereinander liegender Schichten aufeinanderfallen.

b) Eine Mauer bindet rechtwinkelig in eine andere ein.

Es ist auch hier auseinanderzuhalten, ob der Verband unter Verwendung von Drei-
quartieren oder von Riemchen hergestellt werden soll. Im ersteren



Falle (Fig. 50) ist die durchbindende Schicht immer eine Läuferschicht, im
zweiten Falle (Fig. 51) eine Binderschicht. Beispiele für den Verband mit Drei-



quartieren geben die Figuren 52 bis 57, solche für den Verband mit Riemchen die Figuren 58 bis 61.

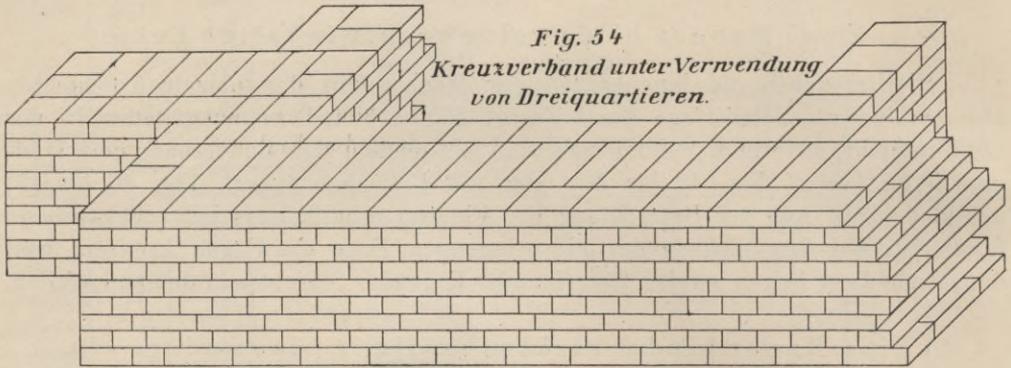


Fig. 54
Kreuzverband unter Verwendung
von Dreiquartieren.

Aufriss

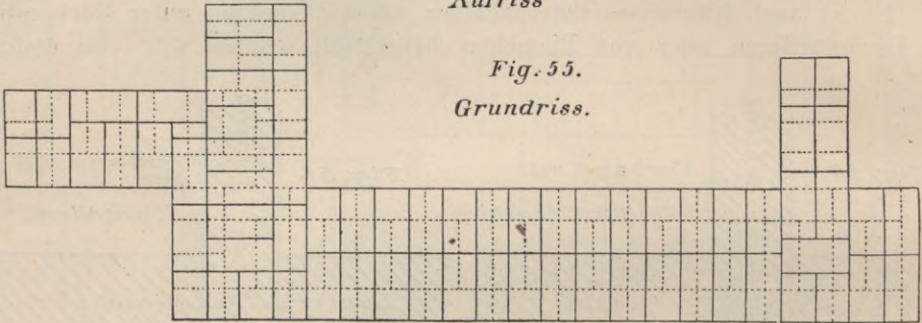


Fig. 55.
Grundriss.

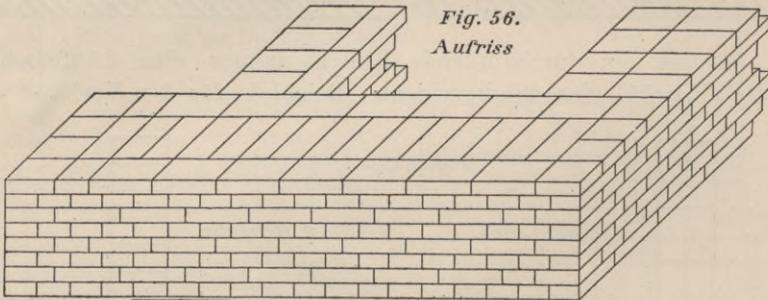


Fig. 56.
Aufriss

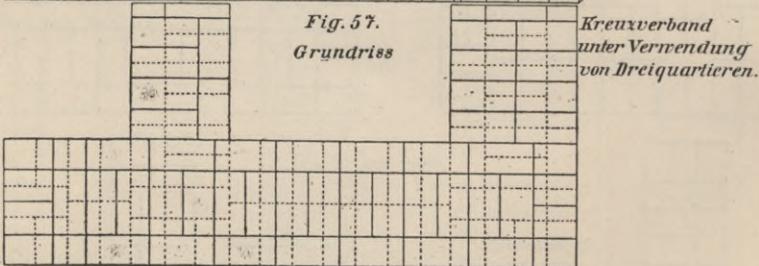


Fig. 57.
Grundriss

Kreuzverband
unter Verwendung
von Dreiquartieren.

c) Zwei Mauern durchkreuzen sich unter rechtem Winkel.

Sind beide Wände gleich einer geraden Anzahl halber Steine stark, so binden die Läuferschichten (vergl. Fig. 62 und 63) durch.

Ist eine der Mauern gleich einer geraden, die andere gleich einer ungeraden Anzahl Steinbreiten stark, so muss die durchbindende Schicht der ersteren Wand eine Läuferschicht sein (vergl. Fig. 64).

Sind beide Mauern gleich einer ungeraden Anzahl Steinbreiten stark, so ist es gleichgültig, welche von diesen Wänden wechselweise durchbindet (vergl. Fig. 65 und 66).

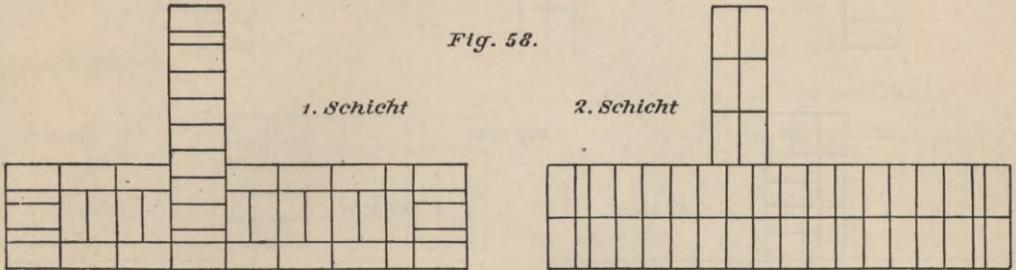


Fig. 58.

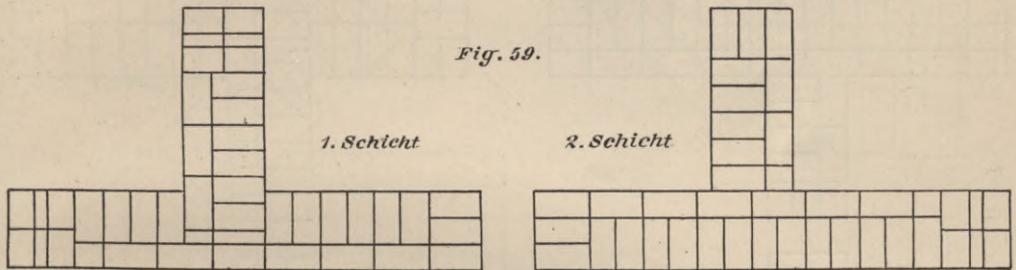


Fig. 59.

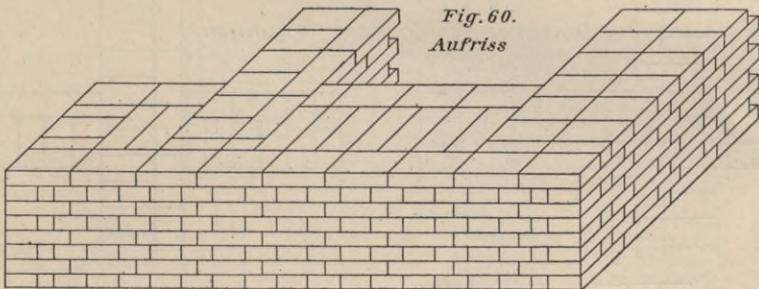
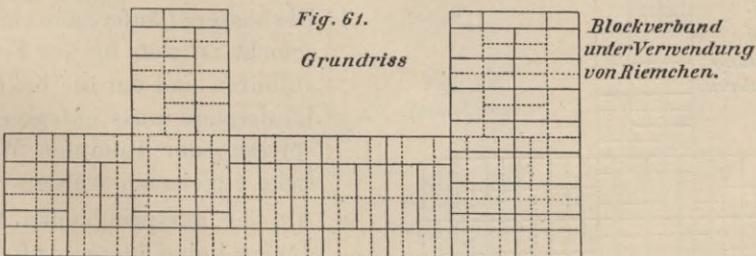
Fig. 60.
Aufriss

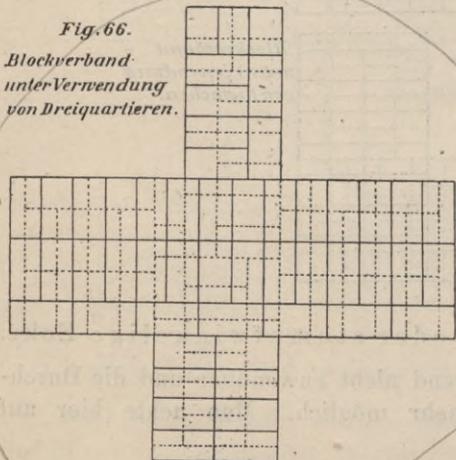
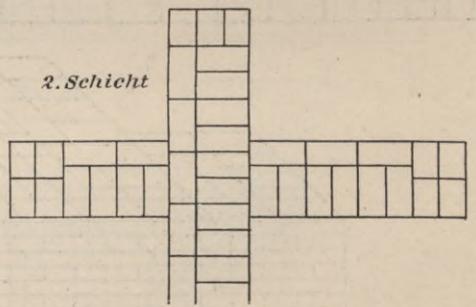
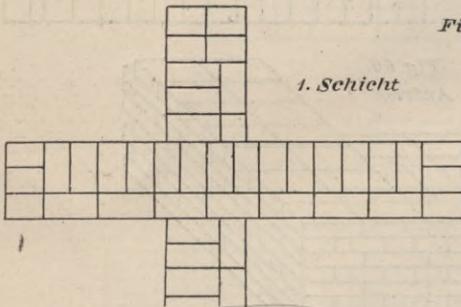
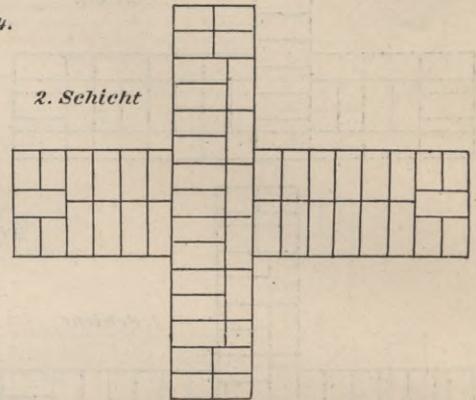
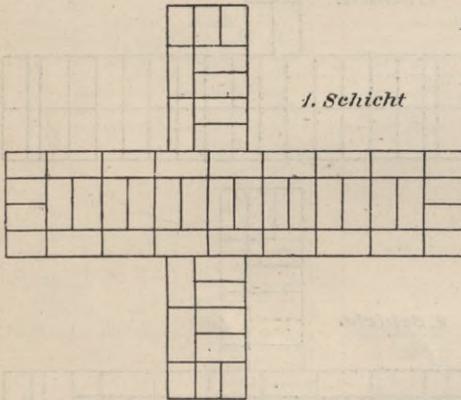
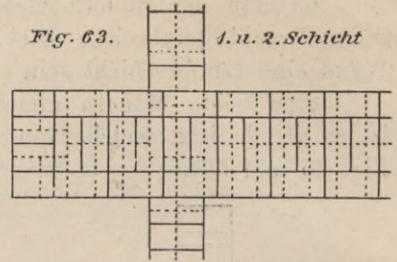
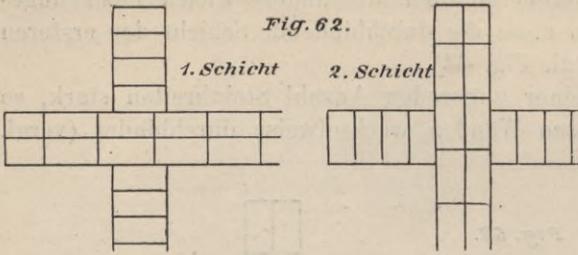
Fig. 61.

Grundriss

Blockverband
unter Verwendung
von Riemchen.

d) Zwei Mauern bilden eine spitz- oder stumpfwinkelige Ecke.

Für solche Fälle ist ein normaler Verband nicht anwendbar und die Durchführung der angegebenen Regeln nicht mehr möglich. Man achte hier auf folgendes:



1. Die äussere Läuferreihe einer Läufer-schicht ist stets bis zur Ecke durch-zuführen und der die Ecke bildende Läuferstein muss entsprechend dem spitzen oder stumpfen Winkel der Ecke zugehauen werden.
2. An der ausspringenden Mauerecke dürfen keine Fugen auftreten.
3. Die Stossfugen sind rechtwinkelig zu den Mauerfluchten anzuordnen.
4. Es sind möglichst viel ganze Steine zu verwenden.

Die Figuren 67 bis 74 veranschaulichen eine Reihe von Beispielen, aus denen zu ersehen ist, dass der Verband sich ändert, sobald der Winkel, den die Mauerfluchten bilden, ein kleinerer oder grösserer wird.

Fig. 67.

1. u. 2. Schicht

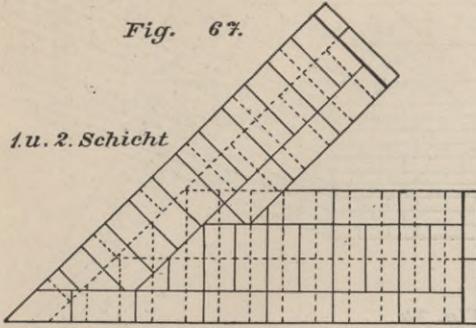
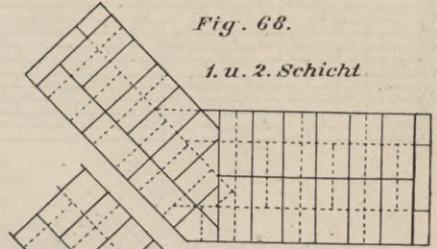
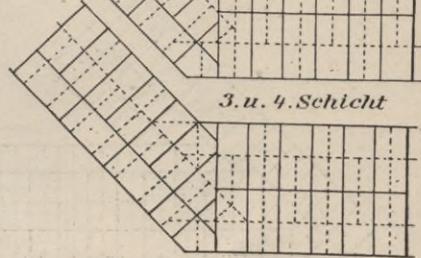


Fig. 68.

1. u. 2. Schicht



3. u. 4. Schicht



3. u. 4. Schicht

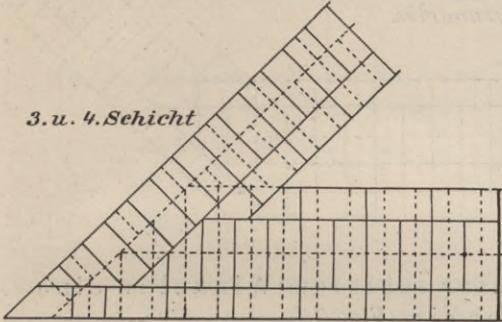


Fig. 69.

Mauerecke im
Kreuzverband
Aufriß

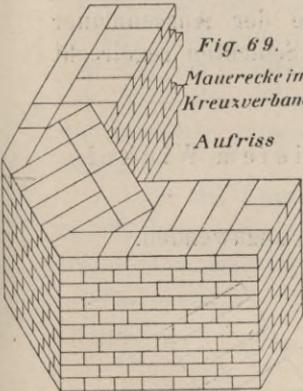


Fig. 70.

Grundriß

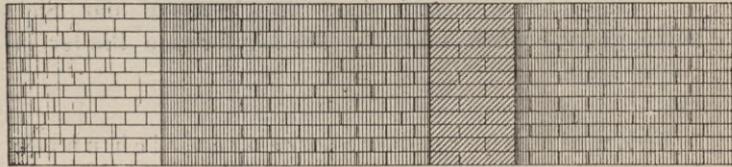
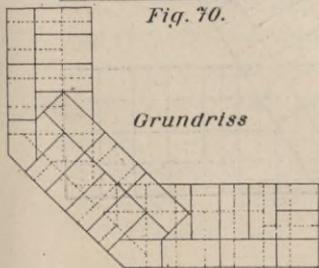


Fig. 71. Ansicht und
Schnitt A-B

Fig. 72.
Grundriß.

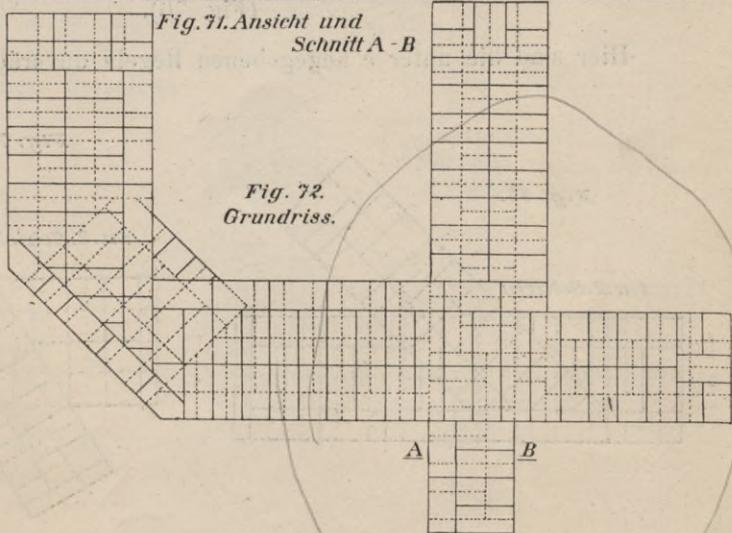


Fig. 73.
Aufriß.

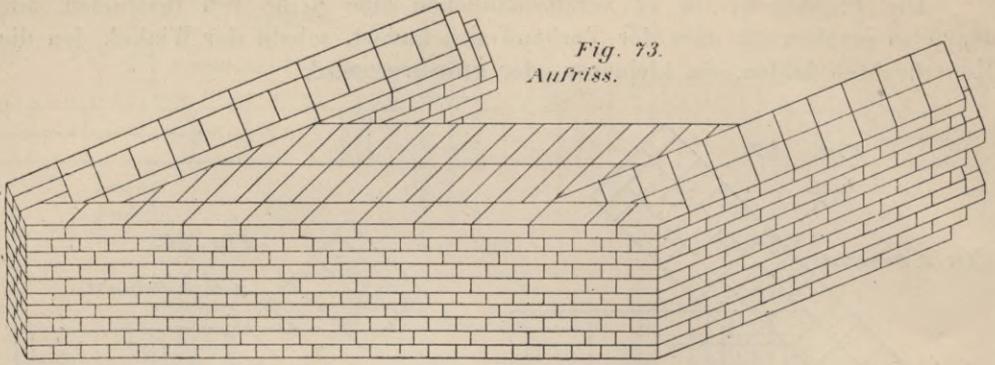
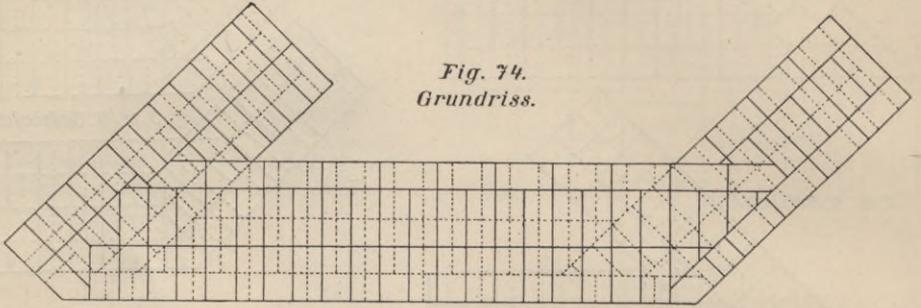


Fig. 74.
Grundriß.



- e) Eine Innenmauer bindet unter schiefem Winkel in eine Aussenmauer ein (Fig. 75).

Man achte darauf, dass der Verband der Sichtfläche der Aussenmauer nicht gestört wird, dass also die Läufer und Binder in den Schichten regelrecht abwechseln.

- f) Zwei Mauern durchkreuzen sich unter schiefem Winkel (Fig. 76).

Hier sind die unter e angegebenen Regeln unverändert anzuwenden.

Fig. 75.

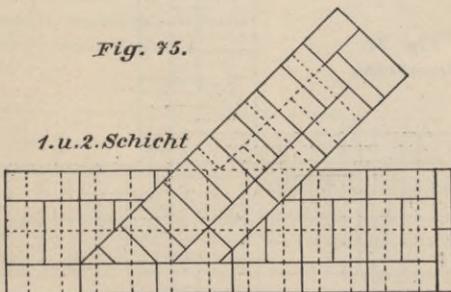
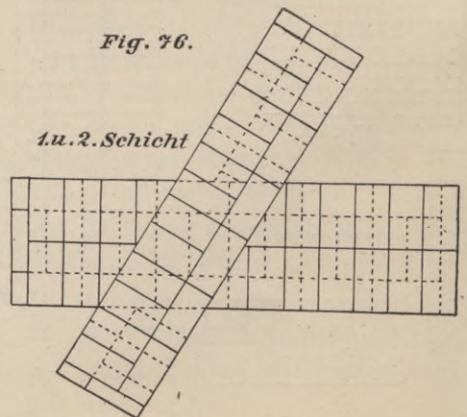


Fig. 76.



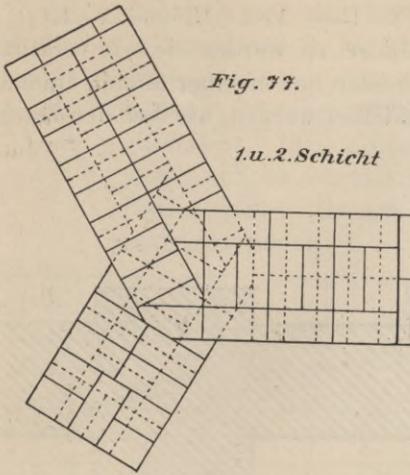


Fig. 77.

1. u. 2. Schicht

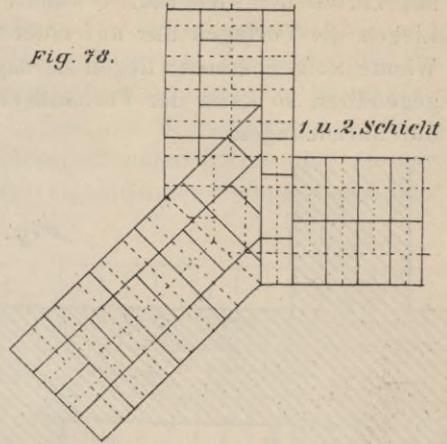


Fig. 78.

1. u. 2. Schicht

g) Es treffen mehrere Mauern unter schiefen Winkeln zusammen.

Es ist gleichgiltig, welche der Mauern einbindet; man achte jedoch darauf, dass möglichst viele ganze Steine vermauert werden und dass kleinere Teilstücke namentlich an den Sichtflächen der Mauern vermieden werden. Die Fig. 77 bis 80 erweisen, dass der zu wählende Verband auch hier von den Winkeln, welche die Mauerfluchten miteinander bilden, abhängig ist.

Um die Festigkeit einer Mauer zu erhöhen, ordnet man zuweilen an den Ecken oder im Zuge derselben Lisenen oder

Pfeilervorlagen

an. Zur Erzielung eines regelrechten Verbandes ist erforderlich, dass sowohl die Breite b als auch der Vorsprung v und der Abstand l der Vorlagen (vergl. Fig. 81) voneinander durch Steinbreiten teilbar ist. Um die Abmessungen dieser Mauer-teile nach Zentimetern zu berechnen, bedient man sich

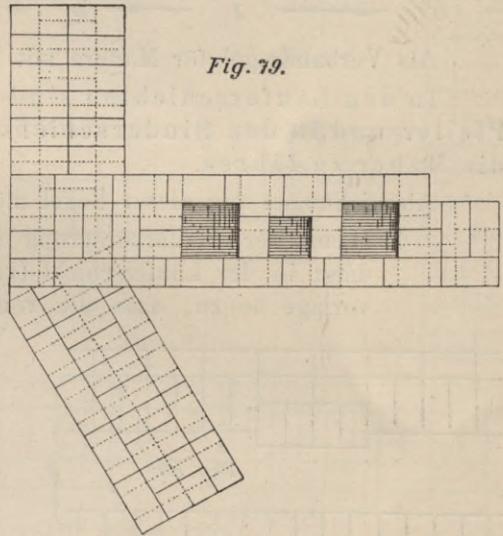
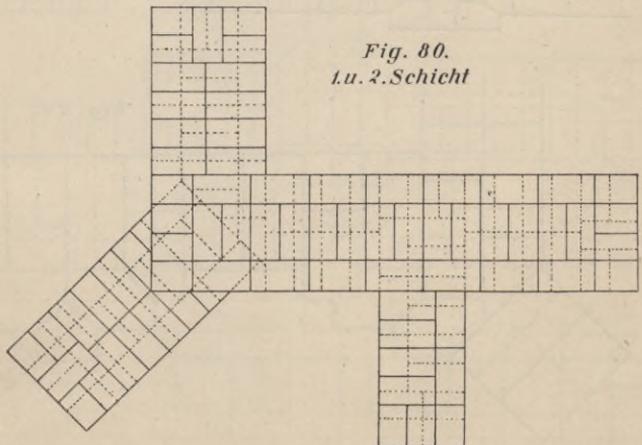
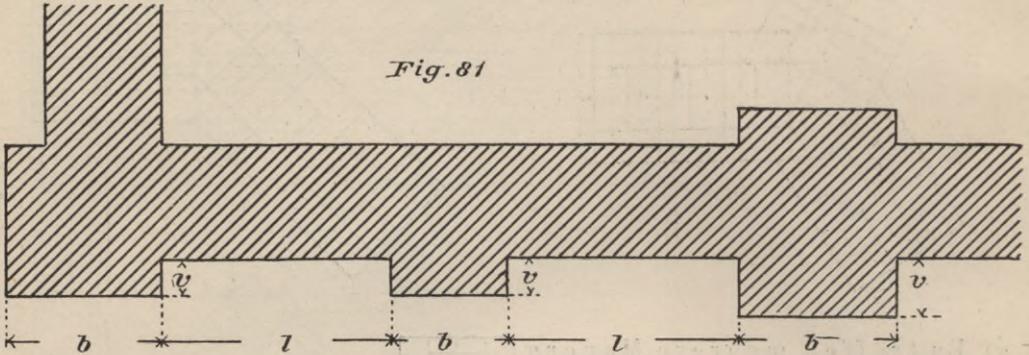


Fig. 79.

Fig. 80.
1. u. 2. Schicht

mit Vorteil der wiederholt erwähnten Formeln $x \cdot 13 - 1$, $x \cdot 13$ und $x \cdot 13 + 1$. Liegen die Vorlagen nur auf einer Seite der Mauer, so werden sie wie verkürzte Wände aufgenommen; liegen sie dagegen auf beiden Seiten einer Mauer einander gegenüber, so kann der Verband ebenso eingerichtet werden wie bei den Mauerdurchkreuzungen.

Fig. 81



Als Verbandregel für Mauern mit Pfeilervorlagen ist zu merken:

In den Läufer-schichten sind die Kanten der Mauer durch den Pfeiler und in den Binders-chichten die Kanten der Pfeiler durch die Mauer zu führen.

Abweichungen von dieser Regel müssen jedoch eintreten:

1. Wenn der Pfeilervorsprung nur $\frac{1}{4}$ Steinlänge beträgt. Man haut dann in der Läufer-schicht (vergl. Fig. 82) die Ecksteine der Pfeilervorlage so zu, dass die von der einspringenden Ecke ausgehende

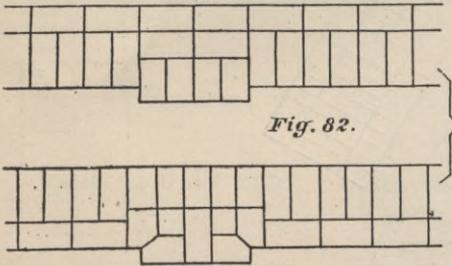


Fig. 82.

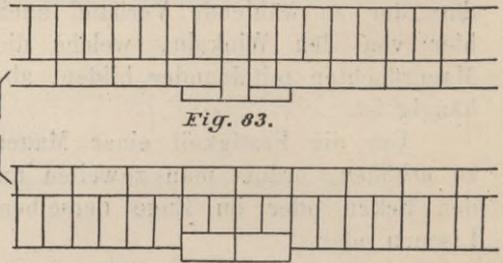


Fig. 83.

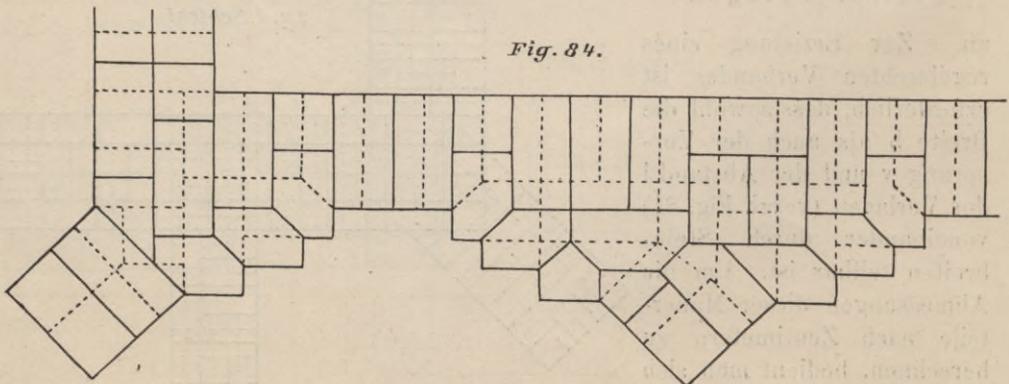
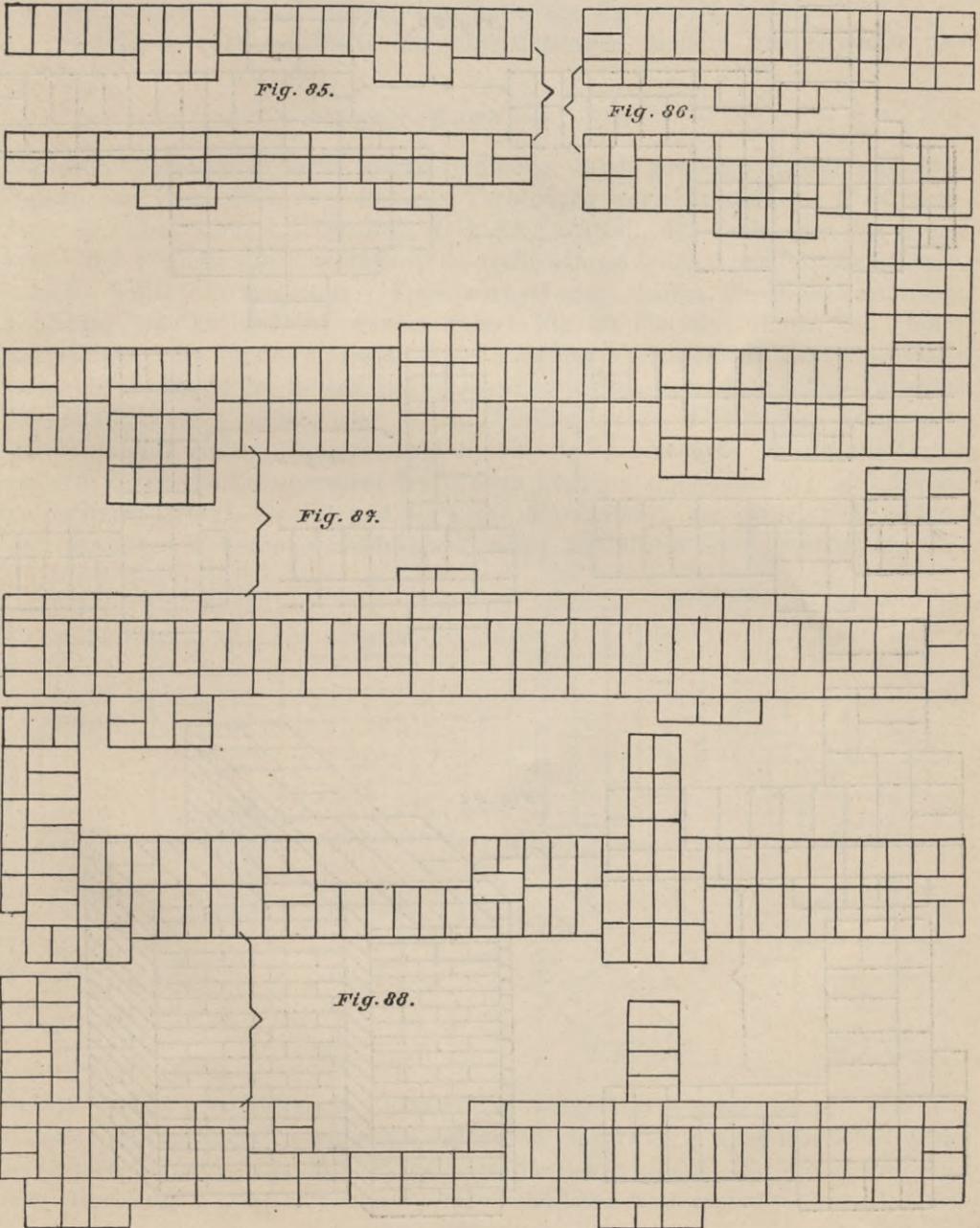
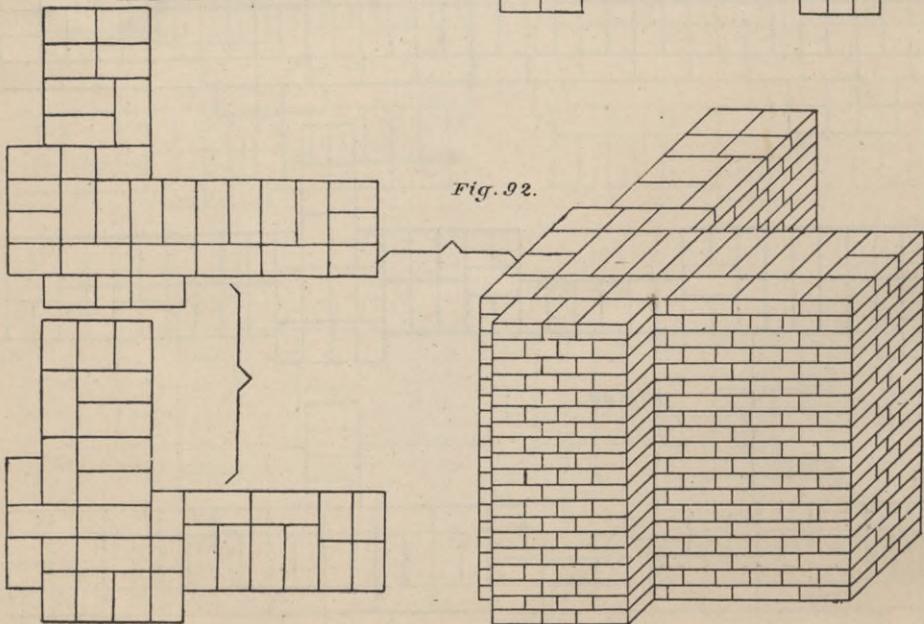
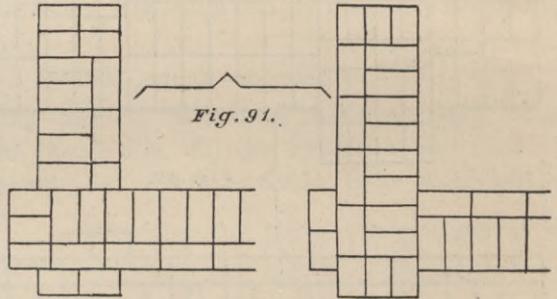
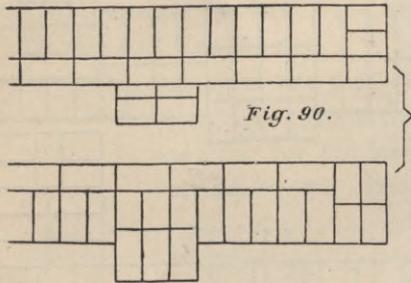
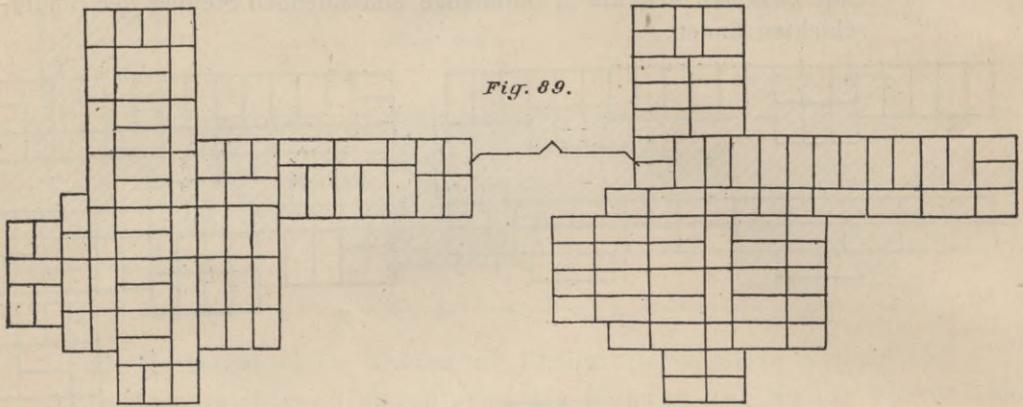


Fig. 84.

Stoßfuge mit der Mauerflucht 45° bildet und die Ecksteine um je $\frac{1}{4}$ Steinlänge in die Mauer einbinden. Der Vorteil dieser Anordnung wird klar, wenn man die Fig. 83, bei welcher der Verband unter Einhaltung der angegebenen Regel angeordnet ist, näherer Betrachtung unterzieht. In der Läufer-schicht liegen hier Riemchen von $\frac{3}{4}$ Steinlänge und es leuchtet ein, dass diese schmalen Steine nur geringen Halt zwischen den um $\frac{1}{4}$ Steinlänge einbindenden Steinen der Binderschichten finden.



2. Wenn die Seitenflächen der Pfeilervorlagen unter 45° gegen die Mauerflucht vortreten (Fig. 84), wie dies häufig bei Giebelbildungen im Backsteinrohbau (vergl. Band III dieses Handbuchs) vorkommt. Ein regelrechter Verband mit Läufer- und Binderschichten ist dann nicht mehr durchführbar und man hat nur darauf zu sehen, dass in den aufeinander folgenden Schichten die Stossfugen nicht zusammen-



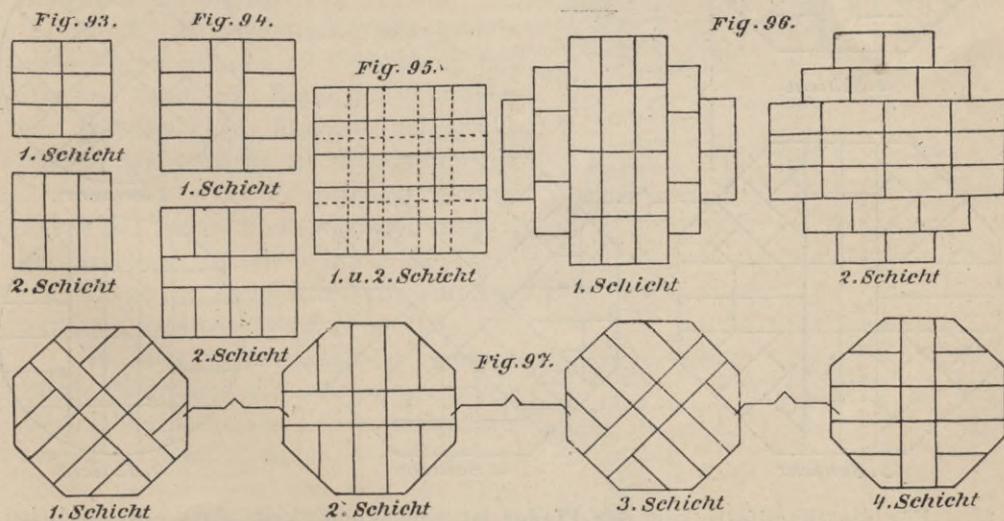
fallen. Die Schwierigkeit, guten Verband zu halten, wächst, wenn sich (wie bei vorliegendem Beispiele) weitere Pfeilervorlagen von $\frac{1}{4}$ Stein Vorsprung an die über Eck gestellten Pfeiler anschliessen. In solchem Falle ist selbst dem geübten Maurer anzuraten, den Verband nur nach reiflichster Ueberlegung und auf Grund eines Schichtenplanes zur Ausführung zu bringen.

Beispiele für Mauern mit rechtwinkelig vortretenden Pfeilervorlagen, deren Breiten und Vorsprünge durch Steinbreiten teilbar sind und bei denen mithin ein regelrechter Verband möglich ist, bieten die Figuren 85 bis 92.

Häufig werden an Stelle der durchgehenden Mauern aus Gründen des besseren Verkehrs einzelne

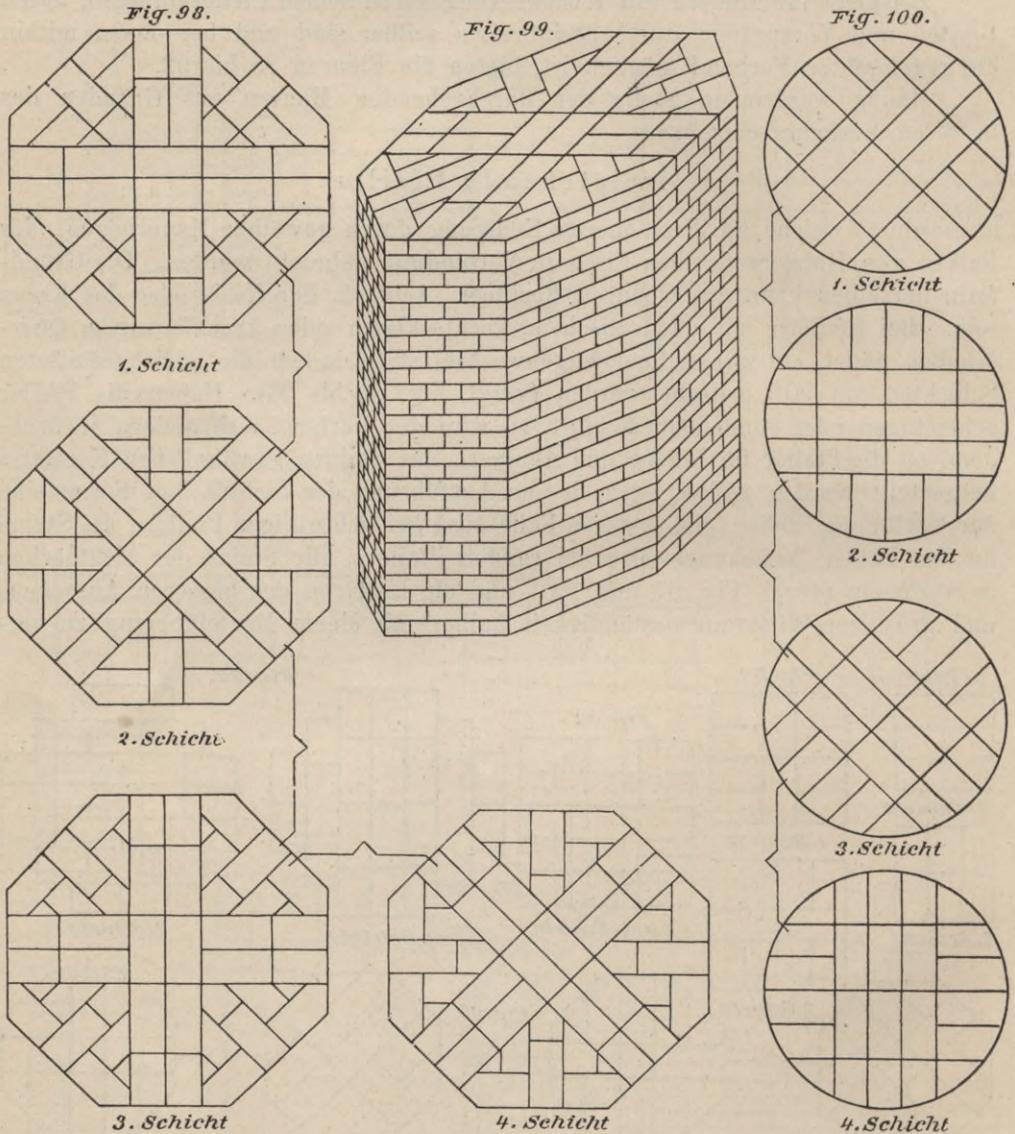
freistehende Pfeiler

angeordnet, welche an ihrer oberen Endigung durch gewölbte Mauerbögen oder Balken von Holz, Stein oder Eisen in Verbindung gebracht werden. Die Grundform derselben kann das Quadrat, Rechteck, Achteck, der Kreis oder das Kreuz sein. Bei Pfeilern mit quadratischem, rechteckigem oder kreuzförmigem Querschnitte findet ein zweimaliger Fugenwechsel statt, indem die gleichgestalteten Schichten um 90° gedreht werden (vergl. Fig. 93 bis 96). Haben die Pfeiler achteckigen oder runden Querschnitt, so wird der Verband sich ändern je nachdem, ob die Pfeiler im Innern und Aeussern mit Steinen gewöhnlichen Formates hergestellt werden sollen, oder ob zur Ausführung der Sichtflächen Formsteine zur Verfügung stehen. Im ersteren Falle sind bei achteckigen Pfeilern die Steine an den Ecken, beziehungsweise bei runden Pfeilern alle Steine der Sichtflächen zu verhauen (vergl. Fig. 97 und 100) und die letzteren des besseren Aussehens und grösserer Witterungsbeständigkeit halber mit einem Mörtelüberzug zu ver-



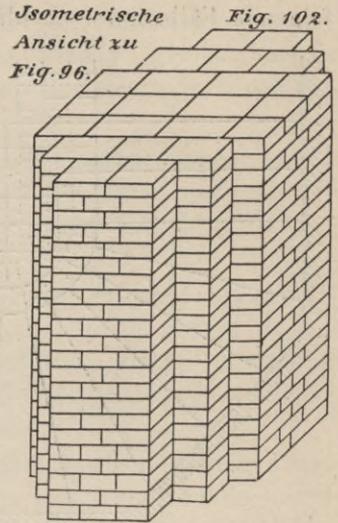
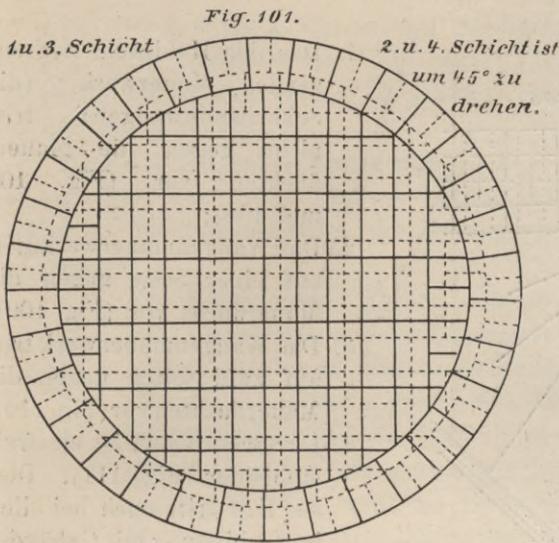
sehen. Sollen die Pfeiler in Ziegelrohbau ausgeführt werden, so hat man zur Ersparung unnötiger Kosten den Verband so einzurichten, dass möglichst wenig verschiedene Arten von Formsteinen erforderlich werden. Für die Ausführung des durch die Figuren 98 und 99 in Grundrissen und isometrischem Aufrisse

dargestellten Achteck-Pfeilers ist nur ein einziger Formstein, der sogenannte Achteckstein, erforderlich. Zur Herstellung der verschiedenen gestalteten links- und rechtsseitigen Ecke ist nur nötig, den Eckstein das eine Mal auf die untere, das andere Mal auf die obere Lagerfläche zu legen. Bei Pfeilern runden Querschnittes (vergl. Fig. 101) kommt man mit zwei Formsteinarten aus, welche in den einzelnen Schichten abwechselnd um $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ Steinlänge einbinden.



Für die Standfestigkeit der Pfeiler ist von Wichtigkeit, dass ein möglichst häufiger Fugenwechsel in den einzelnen Mauerschichten stattfindet. Bei achteckigen und kreisrunden Pfeilern wird dies gewöhnlich dadurch erreicht, dass jede Schicht um 45° gegen die vorangehende gedreht wird, so dass ein viermaliger Fugenwechsel entsteht (vergl. Fig. 97 bis 101).

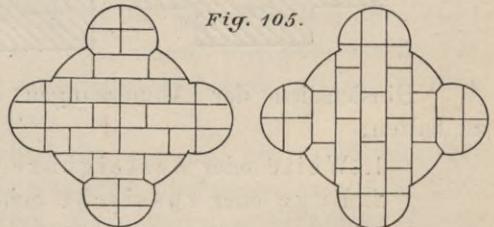
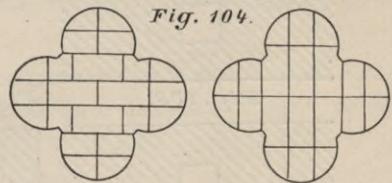
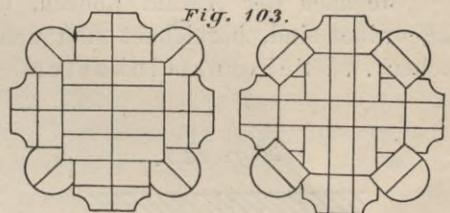
Den kreuzförmig gestalteten oder runden Pfeilern werden häufig runde Vorlagen angegliedert. Wenn solche Pfeiler sich auch mit Ziegelsteinen gewöhn-



lichen Formates ausführen lassen, so empfiehlt sich dieses doch nur, wo es sich um die Herstellung einiger weniger zu verputzender Pfeiler handelt. Sollen dagegen die Pfeiler unverputzt bleiben, oder ist eine grosse Anzahl gleichgestalteter Pfeiler auszuführen, so sind immer Formsteine anzuwenden. Beispiele hierfür geben die Figuren 102 bis 105.

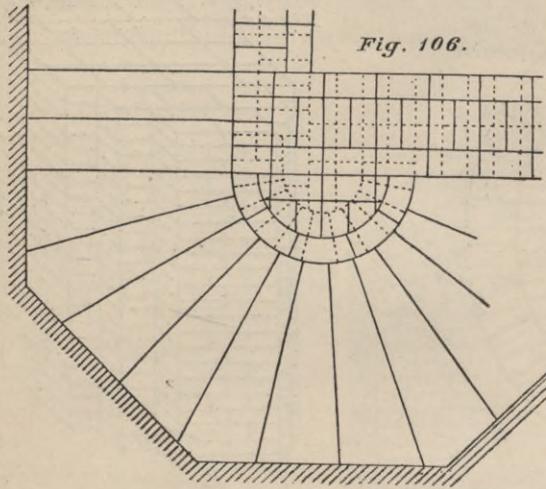
Auch bei halbkreisförmig gestalteten Pfeilervorlagen in Verbindung mit Mauern kann der Kern der Vorlagen aus gewöhnlichen Steinen hergestellt werden, während für die Sichtflächen die Verwendung von Formsteinen vorzuziehen ist. Solche Pfeilervorlagen können beispielsweise für die Bildung der inneren Wange in Treppenhäusern zur Anwendung kommen (vergl. Fig. 106).

In den Gebäudemauern müssen häufig Hohlräume zur Unterbringung von Schornsteinröhren und Lüftungsschächten ausgespart werden, welche meist wesentliche Abweichungen von den für alles Mauerwerk geltenden Verbandregeln bedingen. Da es nun für die Ausführung solcher Hohlmauern gleichgiltig ist, ob die Hohlräume zur Ableitung von Heizgasen, zur Einleitung kalter oder erwärmter Luft oder schliesslich zur Abführung verbrauchter Luft dienen, so lassen sich die hier anzuwendenden unter der Bezeichnung:



„Verbände für Schornsteine“

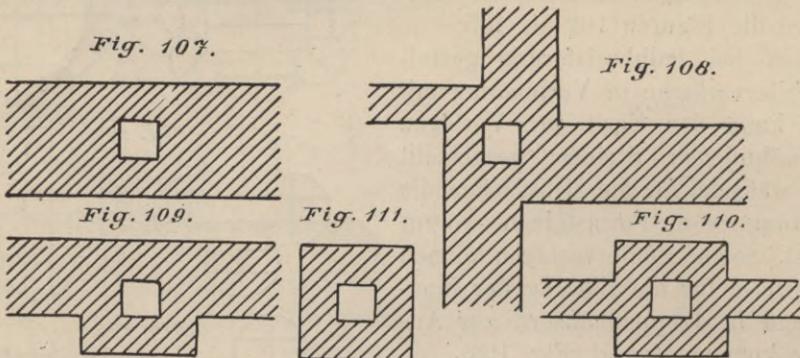
zusammenfassen. Mit Bezug auf die Lage der Schornsteinröhren lassen sich folgende Fälle unterscheiden:



1. Das den Hohlraum begrenzende Mauerwerk (die Schornsteinwangen) tritt nicht gegen die Mauerfluchten vor (Fig. 107 und 108);
2. Das Wangenmauerwerk tritt auf einer Seite gegen die Mauerflucht vor (Fig. 109);
3. Das Wangenmauerwerk tritt auf zwei Seiten gegen die Mauerfluchten vor (Fig. 110);
4. Der Schornstein ist ein freistehender (Fig. 111). Dieser Fall tritt auch bei allen in Verbindung mit Gebäude-

mauern stehenden Schornsteinen in dem über Dach befindlichen und meist auch in dem im Dachraume vorhandenen Teile auf.

Je nach der Anzahl Röhren, welche in einem freistehenden Mauerkörper angeordnet sind, bezeichnet man den letzteren als einfachen, zweifachen, dreifachen . . . Schornsteinkasten.



Hinsichtlich der Abmessungen der Schornsteinröhren sind auseinander zu halten:

1. Weite oder besteigbare Schornsteine.
2. Enge oder russische Schornsteine.

Die ersteren sollen nach den gesetzlichen Bestimmungen mindestens 42×47 cm weit sein, während die Bestimmungen über die Weite russischer Röhren nicht überall die gleichen sind. Als kleinster Querschnitt ist für dieselben ein Quadrat von $\frac{1}{2}$ Stein Seitenlänge, als grösster ein Quadrat von 1 Stein Seitenlänge anzusehen. Dazwischen kommen noch verschiedene andere Abmessungen

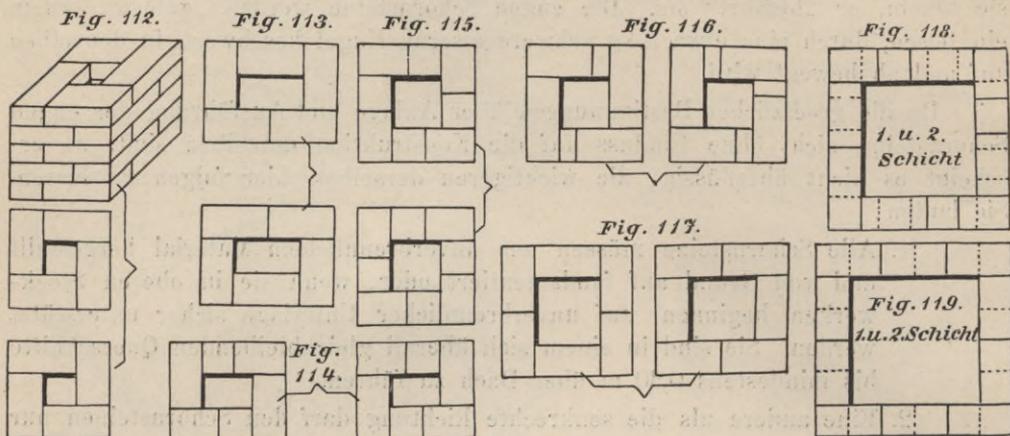
($\frac{1}{2}$ auf $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ auf 1, $\frac{3}{4}$ auf $\frac{3}{4}$ Steine u. s. w.) zur Anwendung. Sollen die Röhren kreisrunden Querschnitt erhalten, so sind zu deren Herstellung die Mauersteine entsprechend zu verhauen oder Formsteine zu verwenden.

Bei der Reinigung der weiten Schornsteine steigt der Schornsteinfeger in sie hinein, er „befährt“ sie. Die engen Schornsteine werden „gefegt“, indem ein Besen, durch eine etwa 3 kg schwere eiserne Kugel beschwert, in denselben auf und ab bewegt wird.

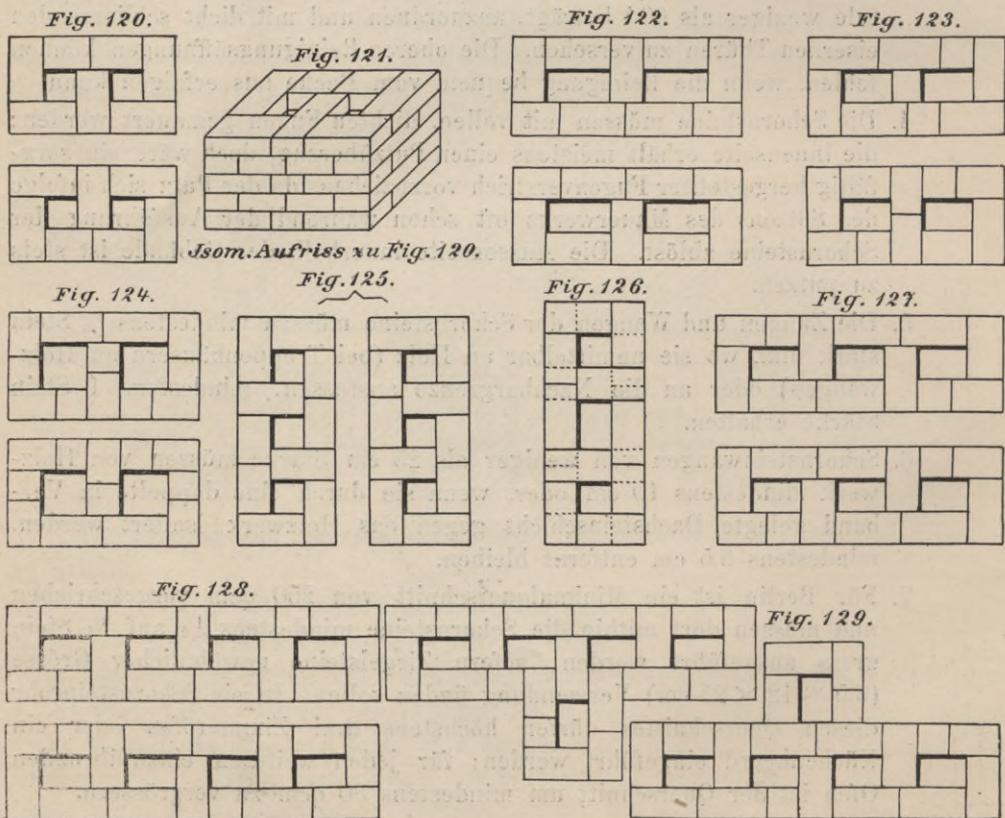
Da die gesetzlichen Bestimmungen über Anlage und Ausführung der engen Schornsteine nicht ohne Einfluss auf die Konstruktion derselben sind, so erscheint es nicht überflüssig, die wichtigeren derselben hier folgen zu lassen. Sie lauten:

1. Alle Schornsteine müssen aus unverbrennlichem Material hergestellt und von Grund auf fundamementiert oder, wenn sie in oberen Stockwerken beginnen, auf unverbrennlicher Unterlage sicher unterstützt werden. Sie sind in einem sich überall gleichbleibenden Querschnitte bis mindestens 0,30 m über Dach zu führen.
2. Eine andere als die senkrechte Richtung darf den Schornsteinen nur gegeben werden, wenn sie ringsum zwischen massiven Wänden liegen oder durch gemauerte Bögen oder eiserne Träger sicher unterstützt sind.
3. Reinigungsöffnungen sind in der Regel unten und oben, ausserdem auch bei Richtungsänderungen, wenn die Neigung gegen die Horizontale weniger als 60° beträgt, anzuordnen und mit dicht schliessenden eisernen Thüren zu versehen. Die oberen Reinigungsöffnungen können fehlen, wenn die Reinigung bequem vom Dache aus erfolgen kann.
4. Die Schornsteine müssen mit vollen, dichten Fugen gemauert werden; die Innenseite erhält meistens einen Putzüberzug, doch wäre ein sorgfältig hergestellter Fugenverstrich vorzuziehen, da der Putz sich infolge des Setzens des Mauerwerks oft schon während der Ausführung der Schornsteine ablöst. Die Aussenseite innerhalb der Gebäude ist stets zu putzen.
5. Die Zungen und Wangen der Schornsteine müssen mindestens $\frac{1}{2}$ Stein stark und, wo sie unmittelbar an Holz (bei Treppenhäusern an Holzwanen) oder an die Nachbargrenze anstossen, mindestens 1 Stein Stärke erhalten.
6. Schornsteinwangen von weniger als 25 cm Stärke müssen von Holzwerk mindestens 10 cm oder, wenn sie durch eine doppelte in Verband gelegte Dachsteinschicht gegen das Holzwerk isoliert werden, mindestens 6,5 cm entfernt bleiben.
7. Für Berlin ist ein Minimalquerschnitt von 250 qcm vorgeschrieben und müssen dort mithin die Schornsteine mindestens $\frac{1}{2}$ auf $\frac{3}{4}$ Stein gross ausgeführt werden, sofern Ziegelsteine gewöhnlicher Grösse ($6,5 \times 12 \times 25$ cm) Verwendung finden sollen. In ein Schornsteinrohr diesen Querschnittes dürfen höchstens drei Zimmeröfen oder ein Küchenheerd eingeführt werden; für jeden weiteren einzuführenden Ofen ist der Querschnitt um mindestens 80 qcm zu vergrössern.

Fig. 112 zeigt den Verband eines Schornsteinkastens mit einem Rohre quadratischen Querschnitts, dessen Seitenlänge gleich einem halben Stein ist. Zu seiner Herstellung sind in jeder Schicht vier ganze Steine erforderlich und wir sehen in den Ansichtsflächen neben dem Läufer einen Strecker liegen.



Verbände einfacher Schornsteinkasten mit Rohren von $1/2 : 3/4$, $1/2 : 4/4$, $3/4 : 3/4$ und $4/4 : 4/4$ Stein lichter Weite veranschaulichen die Figuren 113 bis 117, solche für bestiegbare Schornsteine von $1 3/4 : 2$ und $2 : 2$ Stein lichter Weite die



Figuren 118 und 119, während die Figuren 120 bis 129 Beispiele für den Verband zweifacher, dreifacher, vierfacher und fünffacher Schornsteinkasten vorführen. In allen Fällen können wir beobachten, dass in einer und derselben Schicht Läufer oder Dreiquartiere mit Streckern abwechseln und dass zur Bildung des Verbandes möglichst viele ganze Steine verwendet sind. Will man die Dreiquartiere vermeiden, so muss man Riemchen verwenden, wie dies aus Fig. 116 zu ersehen ist. Die letztere Anordnung wird zwar in der Praxis häufig getroffen und sie bewirkt auch eine Vermehrung der ganzen Steine, dürfte aber trotzdem nicht zu empfehlen sein, weil die schmalen Riemchen nur geringen Halt im Mauerwerk finden.

Hinsichtlich der Ausführung und Güte der Schornsteinverbände können wir als Richtschnur festhalten:

Viertelsteine sind sowohl im Innern als im Aeussern thunlichst zu vermeiden.

Ein Schornsteinverband ist um so besser, je mehr ganze Steine zur Verwendung gelangen und je weniger Stossfugen innerhalb der Wangen und Zungen sich befinden, je weniger also ein Eintreten von Luft in die Röhren, beziehungsweise ein seitliches Austreten der Rauchgase aus diesen zu befürchten steht. Die letztere Gefahr liegt allerdings nicht vor, wenn die Stossfugen voll mit Mörtel gefüllt sind; die Erfahrung hat aber bewiesen, dass nur zu oft die Maurer in dieser Hinsicht sich Verstösse zu Schulden kommen lassen.

Jeder Schornsteinverband ist falsch, bei welchem in den Ecken der Röhren in der Richtung beider Wangen Fugen vorhanden sind, weil dann unbedingt in den aufeinanderfolgenden Schichten Fuge auf Fuge treffen muss.

Die Figuren 130 bis 132 stellen Verbände für Schornsteinröhren dar, welche im Mauerwerk ausgespart sind. Wir beobachten hier, dass in den Läuferschichten die Seitenwangen durch je einen Dreiviertelstein und in den Binderschichten durch je vier Dreiviertelsteine gebildet sind.

Fig. 130.

Fig. 131.

Fig. 132.

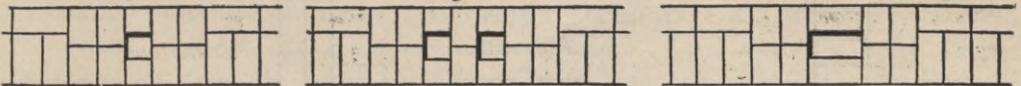
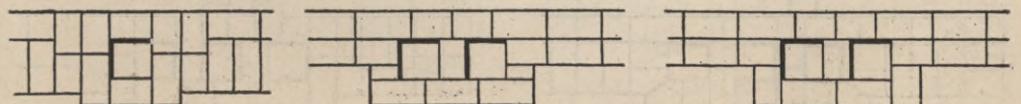
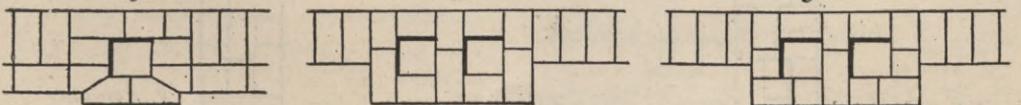


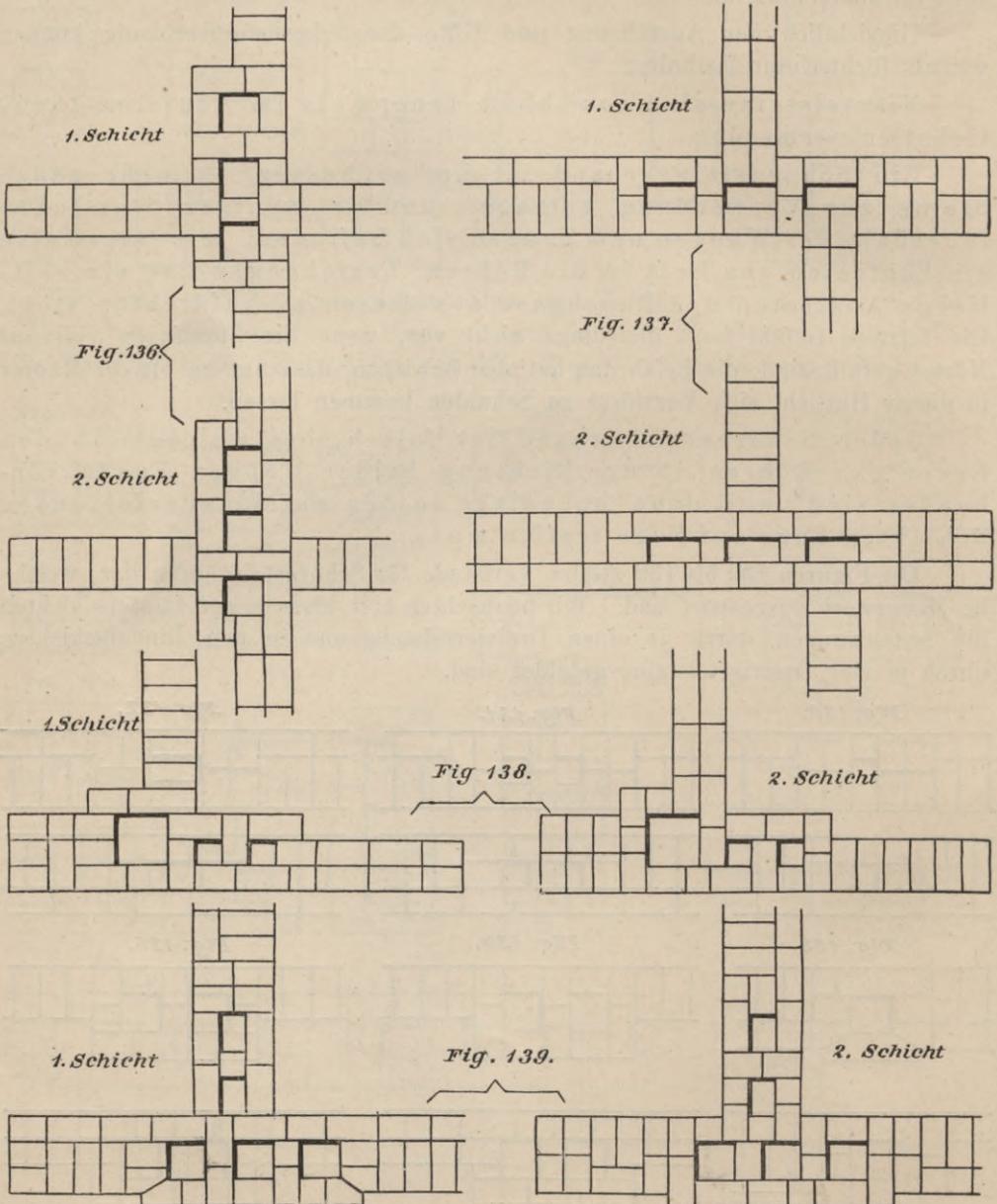
Fig. 133.

Fig. 134.

Fig. 135.



Die quadratischen Schornsteinröhren der Figuren 133 bis 135 von $\frac{3}{4}$ Stein Seitenlänge bedingen ein Vortreten der Schornsteine gegen die eine Mauerflucht um $\frac{1}{4}$ beziehungsweise $\frac{3}{4}$ Steinlänge. Im ersteren Falle sind in der Läufer-schicht die Ecksteine der Vorlage schräg zugehauen, um die Verwendung von Riemchen zu umgehen. Im zweiten Falle ist der Verband das eine Mal (Fig. 134) unter Verwendung von Riemchen, das andere Mal (Fig. 135) mit Dreiquartieren hergestellt. Die erstere Art ist die in der Praxis zumeist übliche, weil sie eine möglichst geringe Anzahl von Dreiquartieren bedingt und die teilweise Verwendung der abgeschlagenen Viertelsteine zulässt. Da aber die Viertelsteine häufig



nur nachlässig und so vermauert werden, dass sie um ein Geringes in das Rohr hineinragen, so werden dieselben beim Fegen des Rohres oft in ihrer Lage gelockert und geben dann Veranlassung zu Rohrverengungen und Verstopfungen. Man sollte deswegen stets streng darauf achten, dass die Maurer für Schornsteinverbände nie Viertelsteine benutzen.

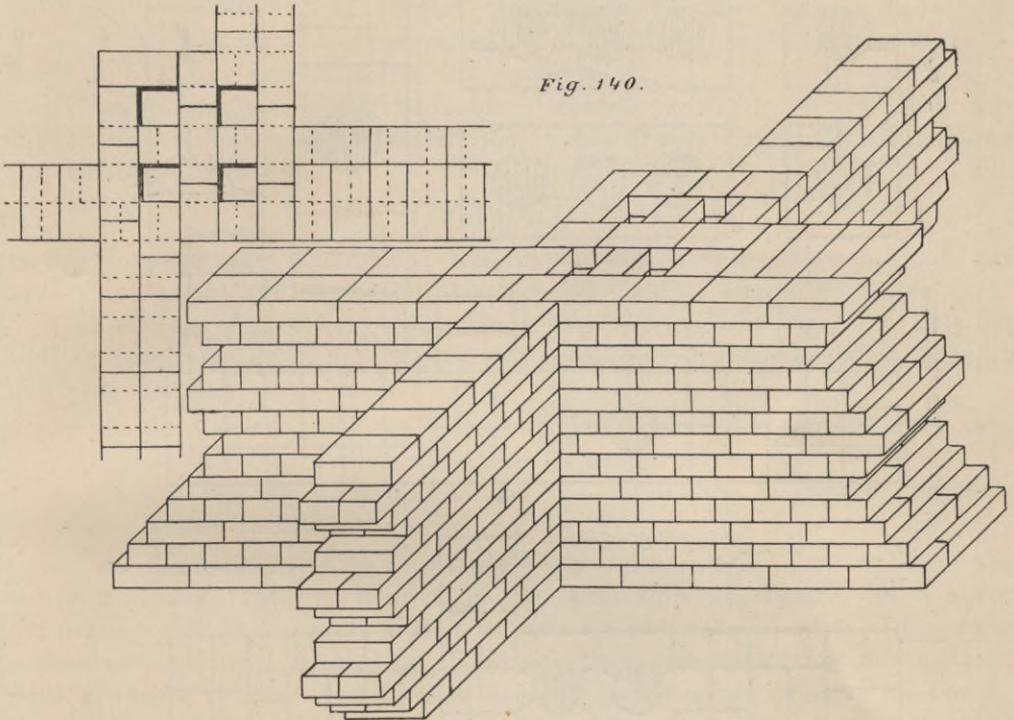


Fig. 140.

Mit Vorliebe legt man die Rauchröhren in die Kreuzungsstellen der Innenwände oder dorthin, wo eine Wand in eine andere einbindet, weil in den Raumecken die Schornsteinvorlagen weit weniger als im Zuge der Mauer hindern und die Oefen hier den besten Aufstellungsort finden. Auch sind die in den Innenwänden der Gebäude liegenden Röhren weit mehr als solche in den Aussenwänden gegen die Temperaturschwankungen der Aussenluft geschützt. Die Figuren 136 bis 140 geben hierfür einige Beispiele.

Um die unschön wirkenden rechtwinkelig vortretenden Schornsteinvorlagen zu umgehen, ordnet man zuweilen runde Nischen an, in welchen die Oefen Aufstellung finden. Es ist dann ein mehrfaches Verhauen der Steine, welche die Nische bilden, nicht zu vermeiden. Ein Beispiel hierfür bietet Fig. 141.

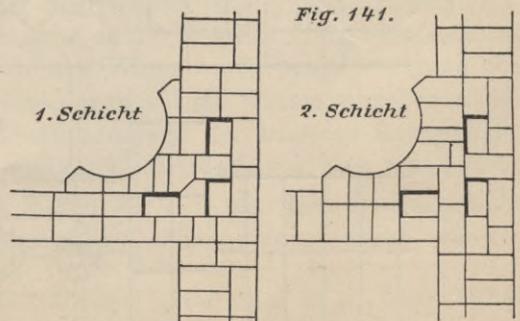


Fig. 141.

Da die Rauchgase um so besser aufsteigen, je weniger Reibungswiderstand an den Wandflächen zu überwinden ist, so leuchtet ein, dass unter Beibehaltung gleicher Weite Röhren mit kreisrundem Querschnitt den Vorzug vor quadratischen oder rechteckigen Röhren verdienen. Zur Herstellung der

Fig. 142.



Fig. 143.

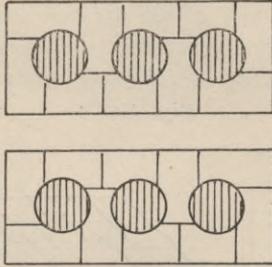


Fig. 144.

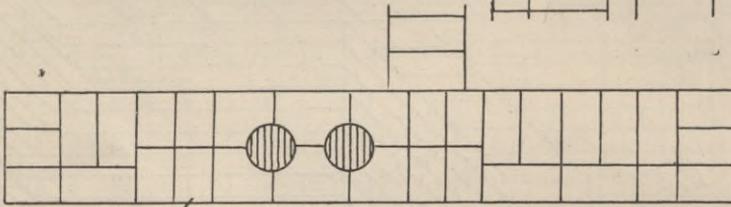
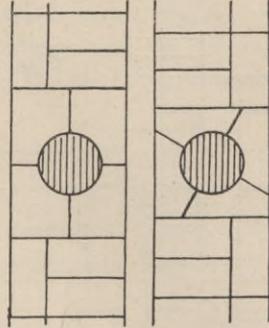


Fig. 145.

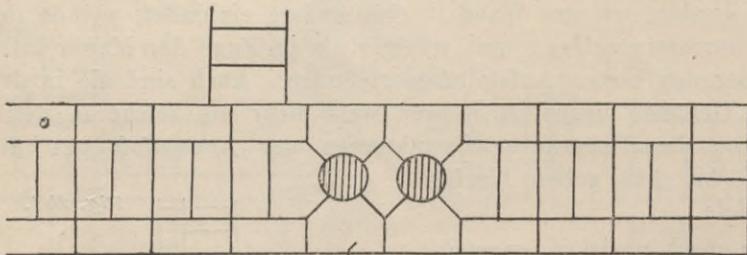
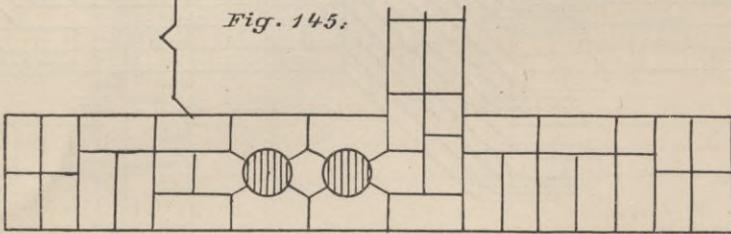
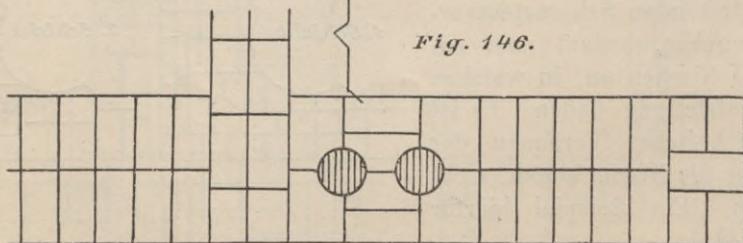


Fig. 146.



runden Röhren bedient man sich wohl als Lehre eines runden, etwa 60 cm langen Klotzes, der beim Mauern stets höher gerückt wird. Die Steine müssen dann entsprechend zugehauen werden. Besser, aber auch wesentlich teurer, ist die Verwendung von Formsteinen, welche in verschiedener Weise (vergl. die Figuren 142 bis 146) gestaltet sein können. Da jedoch die Formsteine meistens nur schwer zu beschaffen sind und von vielen Ziegeleien nur auf besondere Bestellung angefertigt werden, dieselben auch für das Ziehen der Rohre, welches häufig nicht zu umgehen ist, nicht zu verwenden sind, so kommen runde Röhren nur äusserst selten zur Ausführung.

Namentlich für solche freistehenden Gebäude, welche in hohem Grade den Einflüssen der Witterung ausgesetzt sind, wurde früher vielfach die Anordnung von Hohlräumen, sogen.

Luft- oder Isolierschichten

in den Aussenmauern empfohlen, weil die in diesen eingeschlossene Luft als ruhende Schicht und somit als schlechter Wärmeleiter angesehen wurde.

In neuester Zeit hat man sich jedoch mehr der Ansicht zugeneigt, dass die Luft in den Hohlräumen der Mauern sich nicht im ruhenden Zustande befindet und dazu beiträgt

1. die Uebertragung der Temperaturunterschiede von aussen nach dem Gebäudeinnern oder umgekehrt zu beschleunigen und
2. auf den Mauerflächen, welche die Hohlräume begrenzen, Schwitzwasser zu bilden.

Dass die Luftschicht keine ruhende sein kann, erhellt ohne weiteres aus der Betrachtung, dass im Winter die der Aussenluft zugekehrte, im Sommer die der Zimmerluft zugekehrte Mauerchale die kältere sein wird. Die eingeschlossene Luft wird mithin auf der einen Seite abgekühlt, auf der anderen Seite erwärmt, so dass dieselbe sich dauernd in Bewegung (wenn auch nur in einer schwachen) befinden muss. Sie kann aber auch dem Durchgange der Aussen- oder Zimmerluft gewiss kein grösseres Hindernis bereiten als volles Mauerwerk, da ja bekanntlich von zwei gleichzeitig aufgeführten Mauern gleicher Stärke, von denen eine mit Luftschicht, die andere ohne eine solche ausgeführt ist, immer diejenige schneller austrocknet, welche Luftschichten enthält. Diese Beobachtung hat wohl hauptsächlich Anlass zu der irrigen Annahme gegeben, dass die Luftschichten dauernd trockene Mauern erzeugten; thatsächlich ändert sich aber der Zustand, wenn das Gebäude bewohnt, also die Innenräume gegen die Aussenluft durch Thüren und Fenster in gewissem Grade abgeschlossen sind. Es wird dann im Winter die im Hohlraume an der inneren Mauerchale hochstreichende Luft aus den geheizten Zimmern Wärme aufnehmen, während die an der äusseren kalten Mauerchale herabsinkende Luft Wärme abgeben muss. Die Folge ist dann die Bildung von Schwitzwasser auf der äusseren Mauerchale.

Der Königl. Landbauinspektor Astfalck*) schreibt hierzu dem Sinne nach:

„Tritt im Winter bei mildem Wetter der Fall ein, dass die Luftschicht von den nach aussen durchdringenden Zimmertemperaturen stärker

*) Vergl. dessen Abhandlungen über Luftschichten in Nr. 9 und 10 des Centralblattes der Bauverwaltung, 1898.

erwärmt wird und wird dann bei plötzlich eintretendem scharfem Frost mit Nord- oder Nordostwind die nur einen halben Stein starke äussere Mauerverblendung so schnell durchkühlt, dass das Kondenswasser auf beiden Luftschichtmauerflächen gefriert, so wird infolge eines zweiten Witterungsumschlages wiederum die Zimmerluft kräftiger durch die Mauern nach aussen strömen und der Reif in der Luftschicht auftauen, mithin nicht unbeträchtliche Wassermengen erzeugen, welche um so mehr die Mauern durchnässen werden, je häufiger und schneller die Witterungs-umschläge einander folgen“.

Astfalek kommt auf Grund seiner Beobachtungen zu dem Schlusse, dass die Anwendung von Luftschichten in den Gebäudemauern durchaus zu verwerfen sei und dass Wärmeübertragung sich nur durch Luftströmungen, also nicht durch eingeschlossene mehr oder weniger stagnierende und abwechselnder Feuchtigkeit ausgesetzte Luft, verringern lasse, dass aber der Nutzenanwendung der Isolierung mittels Luftströmungen viele technische Schwierigkeiten entgegenstehen.

Regierungsbaumeister Janssen*) weist hiergegen an einer von ihm im Jahre 1895 in einem Vororte Hamburgs für ein Wohngebäude ausgeführten Isolierung nach, dass die von Astfalek warm empfohlene Umluftluft-Isolierung recht wohl für manche Fälle anwendbar ist. Er hat in diesem Falle

die Luftschichten an ihren tiefsten und höchsten Stellen (also im Keller- und Dachgesosse) mit dem Gebäudeinnern in Verbindung gebracht (Fig. 147), so dass im Sommer die Hohlräume von unten nach oben und im Winter in umgekehrter Richtung von Luft durchflossen werden, wodurch im ersteren Falle eine

kühlende, im letzteren eine wärmende Isolierung hervorgerufen wird. Zur Lüftung der Balkenköpfe und der Zwischendecken sind diese mit den Luftschichten in Verbindung gebracht worden (Fig. 147a). Obgleich das inrade stehende Gebäude im ersten Jahre seines Bestehens von allen Seiten und auch heute noch von drei Seiten den Witterungseinflüssen ausgesetzt ist, so hat sich nach Janssen doch niemals Feuchtigkeit bezw. Schwitzwasser im Innern gezeigt.

Die durch die Isolierschicht in zwei Teile zerlegte Mauer ist durch möglichst viele Strecker, sogen. Ankersteine, zu verstärken. Um zu verhüten, dass diese Ankersteine die Feuchtigkeit von der äusseren nach der inneren Wand übertragen, müssen dieselben von besonders dichtem Material hergestellt und hartgebrannt sein oder man taucht die vorher anzuwärmenden Steine mit den inneren Köpfen etwa 8 bis 10 cm tief in Steinkohlenteer oder besser in Asphalt ein.

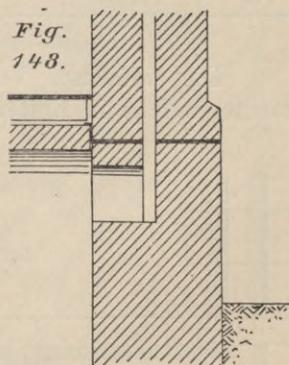


*) Vergl. Deutsche Bauzeitung, Jahrg. 1899, No. 70.

Die Ansichten über die dem äusseren Mauermantel zu gebende Stärke gehen weit auseinander. Vielfach wird als Minimalstärke 1 Steinlänge verlangt, um dem Eindringen des Schlagregens in dem Isolieräume zu begegnen. Da indes die Erfahrung beweist, dass auch 1 Stein starke Mauern von gutem Material dem Eindringen von kräftigem Schlagregen nicht genügenden Widerstand entgegensetzen, so muss weiter gefordert werden, dass die Feuchtigkeit nicht auf die innere Wand übertragen wird. Aus diesem Grunde muss die Luftschicht durch die ganze Höhe und Länge der Mauer durchgeführt werden. Ist nun eine Aussenwand nur $1\frac{1}{2}$ Stein stark und dieselbe zugleich Tragemauer für die Balkenlagen, so ist es geradezu als fehlerhaft zu bezeichnen, den äusseren Mantel 1 Stein stark zu machen, weil dann für den inneren Teil der Mauer nur $\frac{1}{2}$ Stein übrig bleibt und diese Stärke als ungeeignet zur Aufnahme der Deckenlasten anzusehen ist. Die Anordnung einer Anzahl durchbindender Schichten unter der Balkengleiche gibt allerdings ein gutes Mittel zur Verstärkung des Balkenauflegers, es wird dann aber an dieser Stelle die Luftschicht unterbrochen, also die Forderung, diese auf die ganze Höhe der Mauer durchzuführen, nicht erfüllt. Wir können hiernach folgende Regeln aufstellen:

1. Für Hohlmauern, welche durch Balkenlagen belastet sind, mache man den inneren Teil der Mauer mindestens 1 Stein stark, wenn dann auch für den äusseren Teil nur $\frac{1}{2}$ Stein übrig bleibt.
2. Für nicht balkentragende Hohlmauern mache man den äusseren Mauermantel mindestens 1 Stein stark (abgesehen von nur 1 Stein starken Aussenwänden), wenn dann auch für den inneren Teil nur $\frac{1}{2}$ Stein übrig bleibt.

Bei der Ausführung von Hohlmauern, namentlich von solchen mit $\frac{1}{4}$ Stein breiten Luftschichten ist eine besonders strenge Bauaufsicht auszuüben, weil die Maurer nur zu oft aus Unachtsamkeit den Hohlraum nahezu mit Mörtel ausfüllen. Dieser wird dann die Ursache der Ueberleitung der Feuchtigkeit von dem äusseren Mauermantel nach dem inneren Teil der Mauer, die Isolierung ist nur noch dem Namen nach vorhanden und entspricht nicht dem Zwecke, dem sie dienen soll. Da jedoch das Herabfallen von Mörtel in die Hohlräume nie ganz vermieden werden kann, so sorge man dafür, dass dieser möglichst wieder entfernt werden kann. Zu diesem Zwecke führe man den Hohlraum stets bis unter die gegen aufsteigende Grundfeuchtigkeit anzuordnenden Isolierschichten herab, lasse hier etwa 25 bis 30 cm hohe und 20 bis 25 cm breite Oeffnungen in Abständen von höchstens 50 cm (Fig. 148), entferne durch diese mit einem geeigneten Instrumente den Mörtel in kürzeren Zwischenräumen und vermauere die Oeffnungen erst, nachdem das Mauerwerk ausgetrocknet ist. Der auf den Bindersteinen liegenbleibende Mörtel ist sorgfältig vor dem Höhermauern zu beseitigen.



Am schwierigsten ist das Durchschlagen der Feuchtigkeit an denjenigen Stellen zu verhüten, wo die Bildung voller Mauerkörper nicht zu umgehen ist, also namentlich an den Sohlbänken, Laibungen und Ueberdeckungen der Oeffnungen. Hier verwende man stets scharf gebrannte Hohlsteine und hydraulischen oder Asphalt-Mörtel.

Fig. 149.

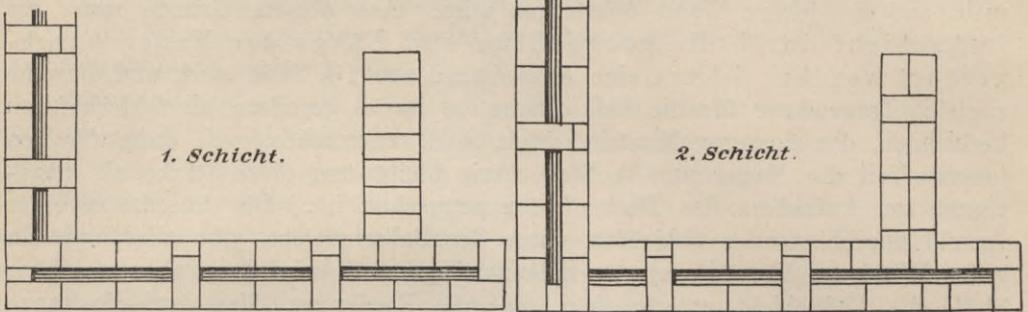


Fig. 150.

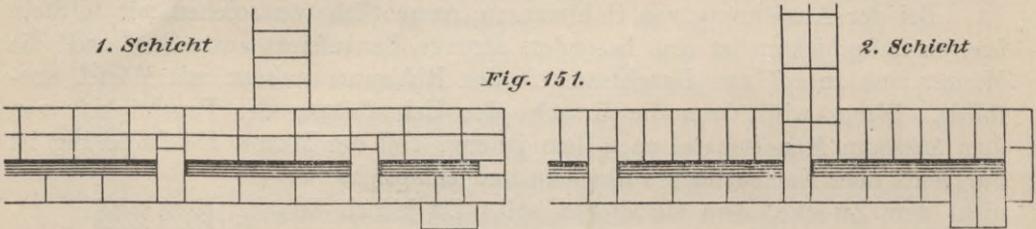
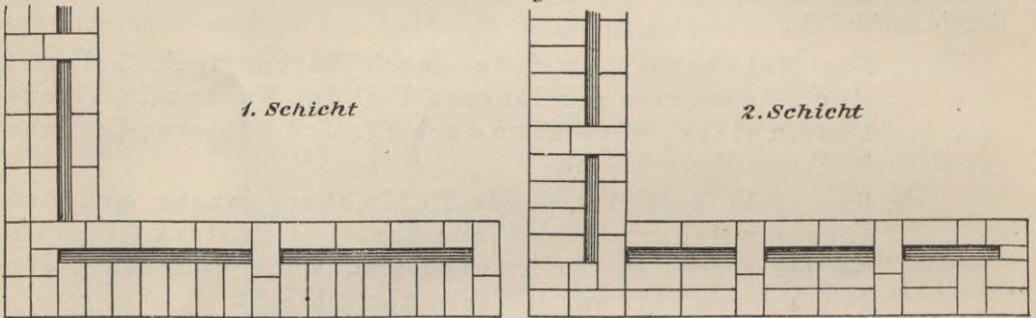
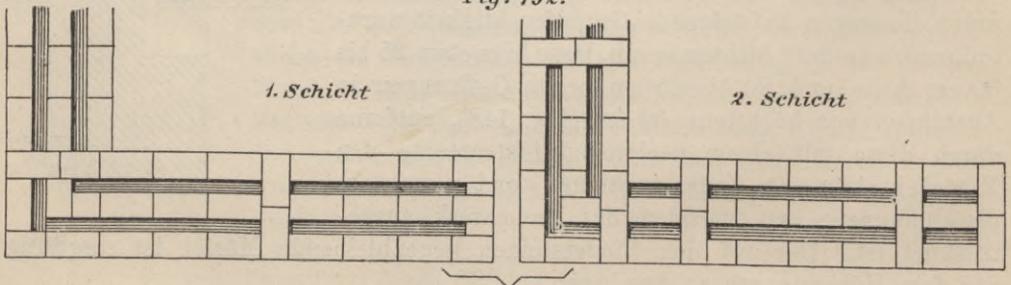


Fig. 152.



Die einfachste Verbindung der beiden Mauerteile erfolgt durch Ankersteine, welche in Entfernungen von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Steinlängen in die Schichten ein-

gelegt werden. Die Figuren 149 bis 151 veranschaulichen einige Anordnungen für $\frac{1}{2}$ und 1 Stein starke Mauer­schalen mit $\frac{1}{4}$ Stein breiten Hohlräumen.

Bei 2 Stein starken Mauern lassen sich zwei Hohlräume von je $\frac{1}{4}$ Steinbreite anordnen, welche durch eine $\frac{1}{2}$ Stein starke Mauer voneinander getrennt sind (Fig. 152). Der innere Hohlraum kann dann zur Lüftung der Innenräume benutzt werden, indem man ihn mit der Aussen- und Innenluft in Verbindung bringt.

Statt durch Ankersteine kann die Verbindung der beiden Mauerteile auch durch Eisenanker erfolgen. Diese werden meist aus Flach­eisen hergestellt, deren umgebogene Enden in die Stossfugen eingedrückt werden (Fig. 153).

Fig. 153.

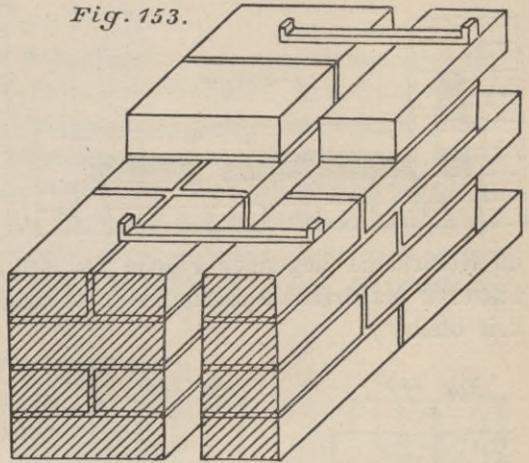
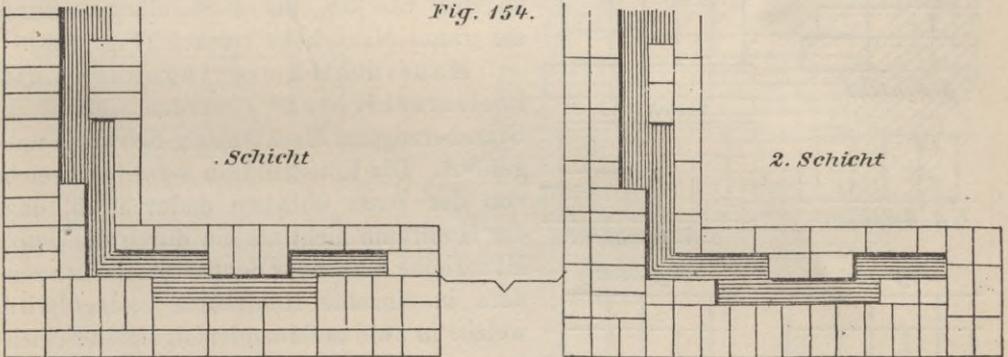


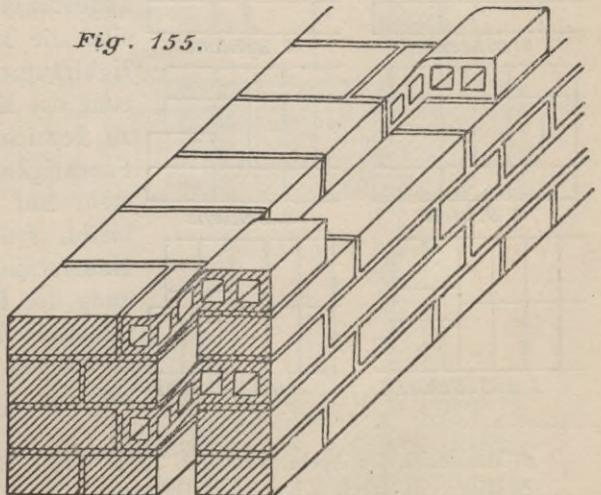
Fig. 154.



Sind die Hohlräume $\frac{1}{2}$ Stein breit, so führt man dieselben gewöhnlich nicht geradlinig, sondern in Zickzackform durch die Mauer, indem man zur Erhöhung der Standfestigkeit der beiden Mauer­schalen diese durch Mauer­pfeiler in Abständen von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Stein­längen verstärkt (Fig. 154). Eine Verbindung der beiden Mauerteile erfolgt dann zweck­mässig durch Einlegung von Eisenankern.

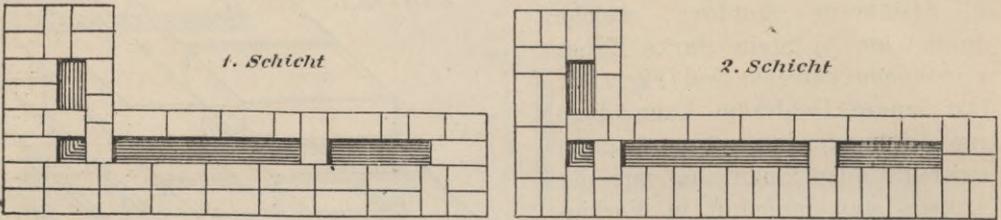
In England werden an Stelle der gewöhnlichen Anker-

Fig. 155.



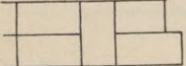
steine vielfach Steine aus scharf gebranntem Steingut verwendet, welche so geformt und vermauert sind, dass die inneren Köpfe um eine Schicht höher liegen als die äusseren (Fig. 155). Herabfallender Mörtel wird auf der schrägen,

Fig. 156.

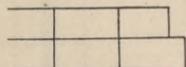


im Hohlraume liegenden Fläche der Ankersteine herabgleiten und sich an der äusseren Mauerschale ansammeln, so dass die innere Mauer frei von Feuchtigkeit bleibt*).

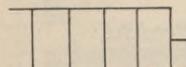
Fig. 157.



4. Schicht

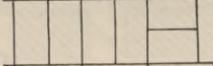


2. Schicht

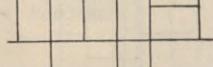


1. u. 3. Schicht

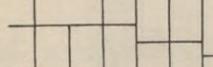
Fig. 158.



4. Schicht

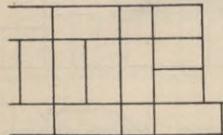


2. Schicht

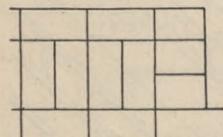


1. u. 3. Schicht

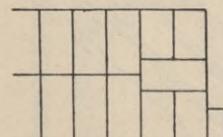
Fig. 159.



4. Schicht

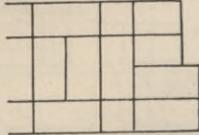


2. Schicht

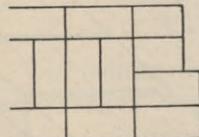


1. u. 3. Schicht

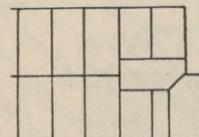
Fig. 160.



4. Schicht



2. Schicht



1. u. 3. Schicht

Um die Standfestigkeit der Hohlmauern zu erhöhen und die Ablagerung von Mörtel auf den Ankersteinen zu vermeiden, schlägt Schmölke vor, die Bindersteine durch **Binderpfeiler** zu ersetzen, welche in Abständen von $3\frac{1}{2}$ bis 4 Steinlängen durch die ganze Mauerhöhe reichen (Fig. 156).

Mauern mit umsringenden Luft-Isolierschichten**) werden vielfach im Grossherzogtum Mecklenburg-Schwerin ausgeführt. Die Konstruktion derselben weicht von der sonst üblichen dadurch ab, dass der Hohlraum nicht als ein durch die ganze Mauerhöhe führender Schlitz erscheint, sondern in einzelne Hohlräume zerlegt wird, welche in zwei aufeinanderfolgenden Schichten um $\frac{1}{4}$ Stein gegeneinander versetzt angeordnet sind. Vorteile dieser Anordnung sind die leicht ausführbare Reinigung der Hohlräume von Mörtel und die Verbesserung des Mauerverbandes. Als Nachteil ist zu bezeichnen, dass die Ueberleitung der Feuchtigkeit von aussen nach innen nicht mehr auf wenige Ankersteine beschränkt bleibt, sondern in der ganzen Länge der Mauerschichten möglich ist. Eine Verbindung der Hohlräume mit der Aussen- oder Innenluft ist hier nicht zu erreichen und es erscheint deswegen diese Konstruktionsweise als überaus bedenklich.

* Handbuch der Architektur, III. Tl., 2. Bd., 1. Heft, Seite 42.

** Mitgeteilt durch Müschen, Deutsche Bauzeitung 1884, Seite 375.

Zur Einführung von Licht und Luft in einen Raum oder zur Verbindung der Räume untereinander beziehungsweise mit dem das Gebäude umgebenden Gelände dienen die

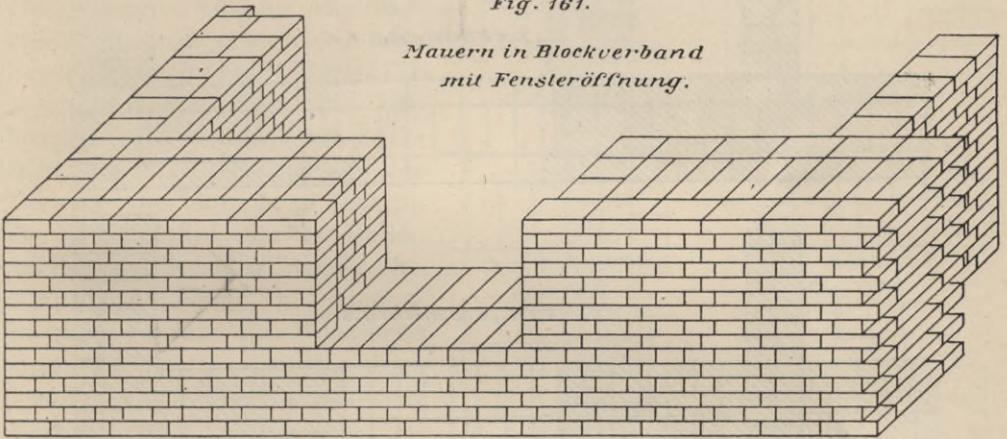
Maueröffnungen.

Die zwischen mehreren in gleicher Höhenlage befindlichen Öffnungen verbleibenden Mauerkörper nennt man Pfeiler oder Schäfte und Säulen, je nachdem sie recht- oder vieleckigen beziehungsweise runden Querschnitt haben.

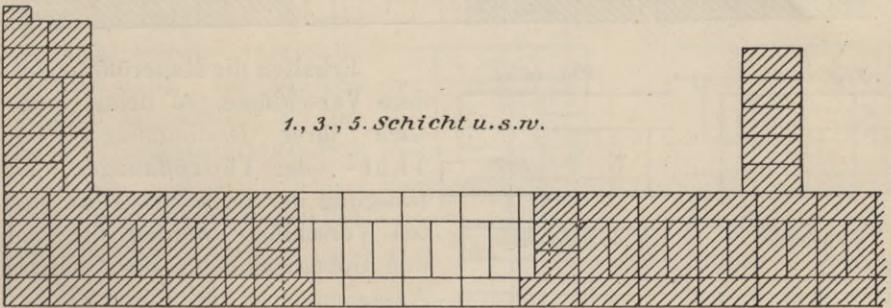
Seitlich werden Öffnungen in Ziegelmauern von den meist lotrechten Laibungen, nach oben durch einen Mauerbogen oder durch Eisenbalken begrenzt. Die untere Begrenzung ist in der Richtung der Mauerflucht fast immer wagerecht, in der Richtung der Mauerstärke dagegen durch eine nach aussen geneigte Sohlbank oder einen Wasserschlag gebildet, wenn die Öffnung sich in einer Aussenmauer befindet.

Fig. 161.

Mauern in Blockverband
mit Fensteröffnung.



1., 3., 5. Schicht u. s. w.



2., 4., 6. Schicht u. s. w.

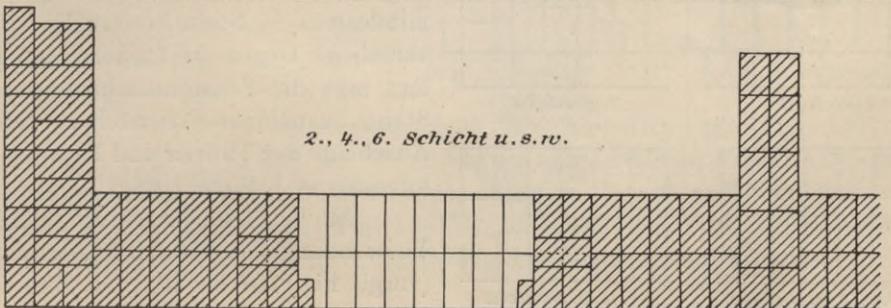


Fig. 162.
Mauern im Kreuzverband
mit Fensteröffnung.

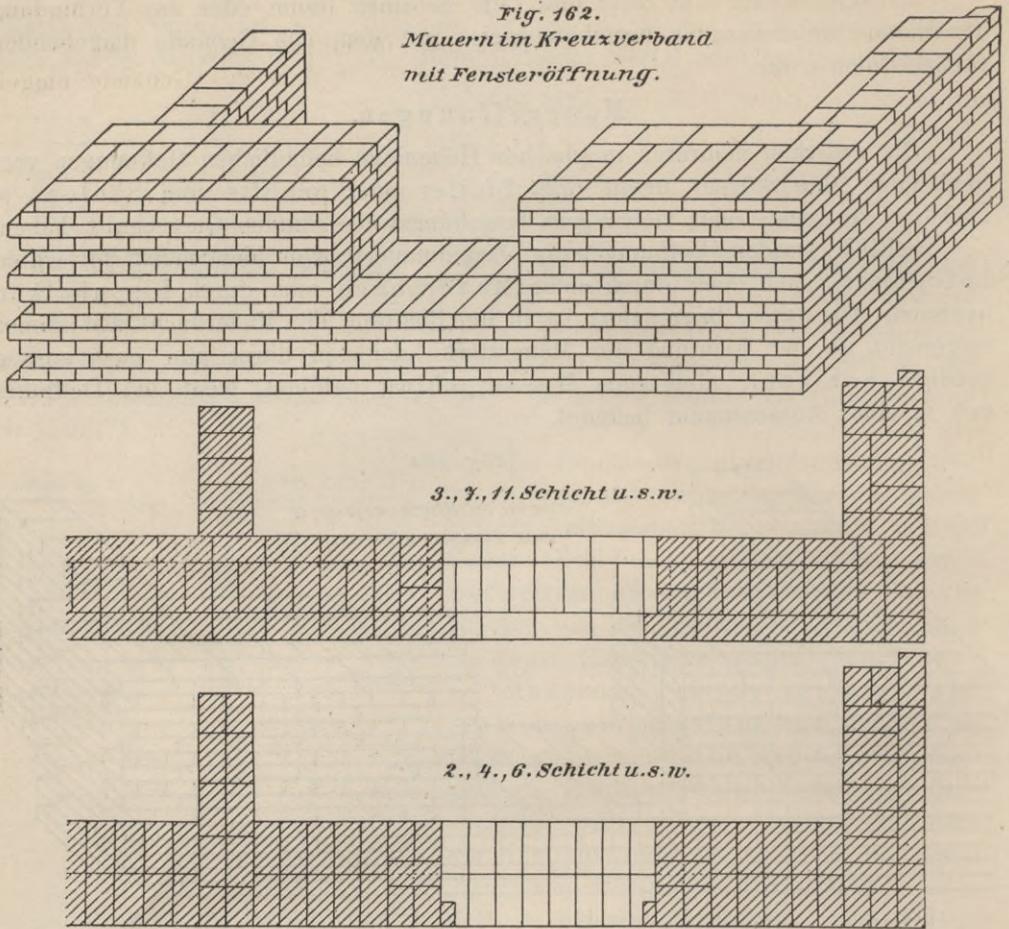
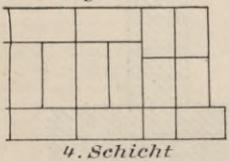
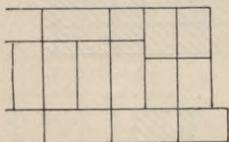


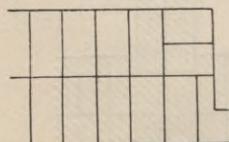
Fig. 163.



4. Schicht

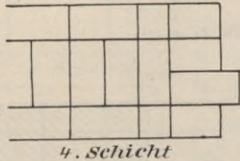


2. Schicht

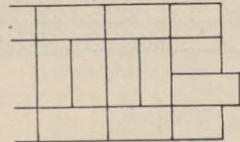


1. u. 3. Schicht

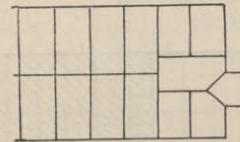
Fig. 164.



4. Schicht



2. Schicht



1. u. 3. Schicht

Erhalten die Maueröffnungen besondere Verschlüsse, so nennt man sie je nach ihrer Bestimmung Fenster-, Thür- oder Thoröffnungen. Zur Befestigung der meist aus Holz hergestellten Verschlüsse werden die Laibungen und Ueberdeckungen der Oeffnungen in Aussenmauern mit Anschlag, einem ^{prüfge} mindestens $\frac{1}{4}$ Stein breiten Vorsprunge, versehen. Gegen die äussere Mauerflucht legt man die Fensteranschläge meist $\frac{1}{2}$ Stein, ausnahmsweise auch 1 Stein, die Anschläge der Thüren und Thore dagegen mindestens 1 Stein zurück.

Da $\frac{1}{4}$ Stein breite Anschläge die Verwendung von Viertelsteinen bedingen (vergl. Fig. 157 bis 162), so sind sie für

Ausführungen in Ziegelrohbau entweder ganz zu vermeiden, oder es sind zu ihrer Herstellung besondere Formsteine (vergl. Fig. 163) zu verwenden. Ein anderes Mittel, die Verwendung von Viertelsteinen zu umgehen, besteht darin, dass man die eigentliche Fensterlaibung um $\frac{1}{2}$ Stein gegen die äussere Mauerflucht zurücklegt. In den Binderschichten sind dann die Laibungssteine in der aus Fig. 164 ersichtlichen Weise zu verhaufen. Diese Anordnung ist jedoch nur bei Mauern von wenigstens $1\frac{1}{2}$ Steinstärke anwendbar.

Anschläge von $\frac{1}{2}$ Steinbreite (vergl. Fig. 165 bis 169) kommen zur Anwendung bei Thüren und Thoren, sowie bei Fensteröffnungen, wenn diese einen Verschluss durch Doppelfenster oder Klappläden erhalten sollen. Für sehr grosse Thoröffnungen wird die Anschlagbreite oft noch grösser, $\frac{3}{4}$ oder 1 Stein, gewählt (Fig. 170 bis 173).

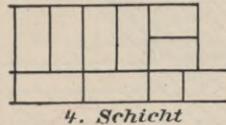
Zuweilen werden die Laibungen der Oeffnungen mit Rücksicht auf die Erleichterung des Verkehrs (bei Thüren und Thoren), des Lichteinfallcs oder des Durchblickes (bei Fenstern) nicht rechtwinkelig, sondern in schräger Richtung gegen die Wandflucht angeordnet. Sollen dieselben einen Putzüberzug erhalten, so kann der Verband mittels entsprechend zugehauener gewöhnlicher Ziegelsteine erreicht werden (vergleiche Fig. 174 bis 176). Im anderen Falle werden zur Ausführung der Laibungen Formsteine erforderlich (Fig. 177).

Für die Ueberdeckung der Oeffnungen durch

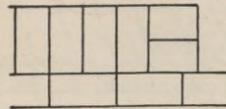
Mauerbögen

kommen hauptsächlich der scheinrechte Bogen (Fig. 178), der segmentförmige oder Flachbogen (Fig. 179), der halbkreisförmige oder Rundbogen (Fig. 180), der Spitzbogen (Fig. 181) und der Korbbogen (Fig. 182) in Frage. Die in der spätgotischen Zeit vereinzelt auftretenden Formen des gebrochenen und ungebrochenen Eselsrückensbogens (Fig. 183 bis 187) und des Vorhangfensterbogens (Fig. 188 und 189) sind für die Ausführung in Ziegelsteinen ungeeignet.

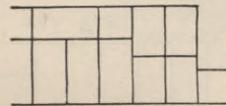
Fig. 165.



4. Schicht

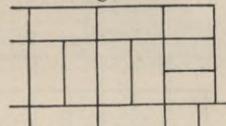


2. Schicht

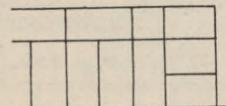


1. u. 3. Schicht

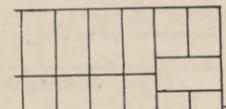
Fig. 167.



4. Schicht



2. Schicht

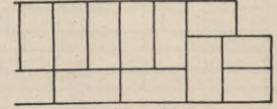


1. u. 3. Schicht

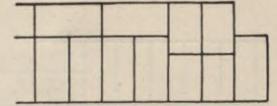
Fig. 166.



4. Schicht

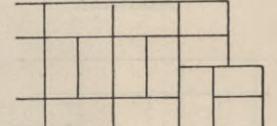


2. Schicht

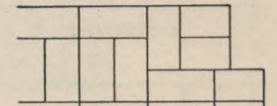


1. u. 3. Schicht

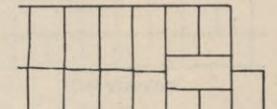
Fig. 168.



4. Schicht



2. Schicht



1. u. 3. Schicht

Fig. 169.

Mauern im Kreuzverband
mit Fensteröffnung.

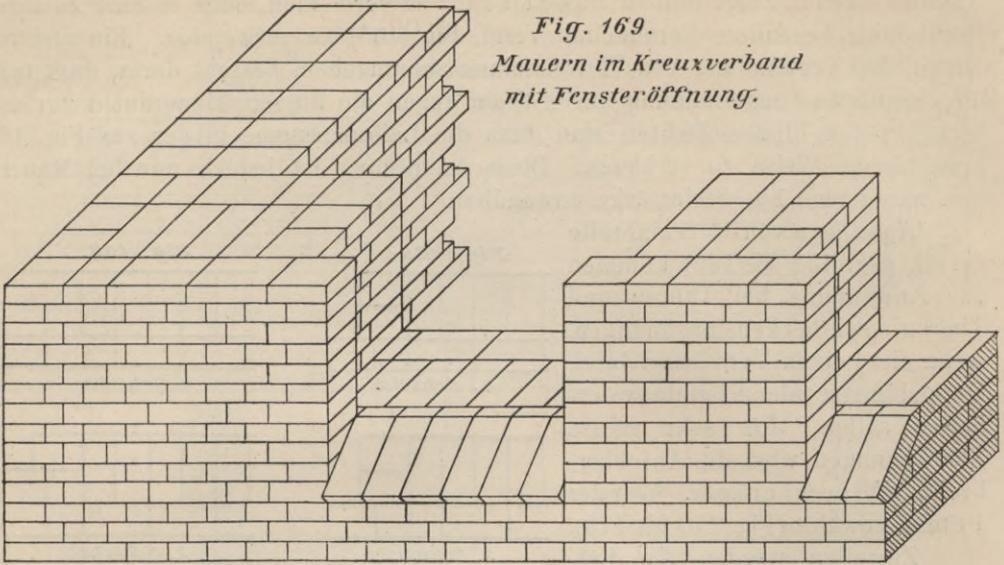


Fig. 170.



Fig. 171.

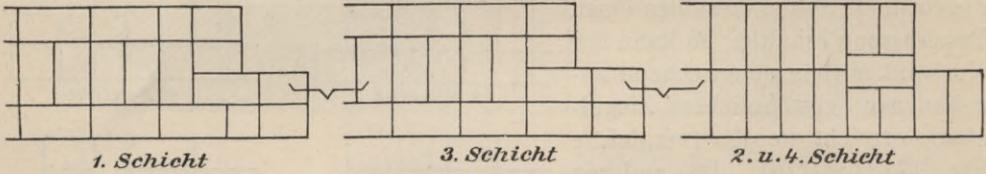


Fig. 172.

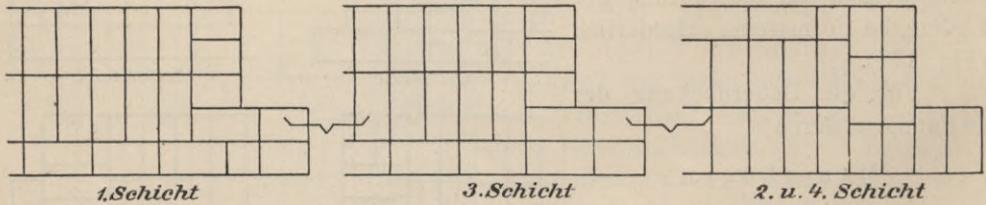
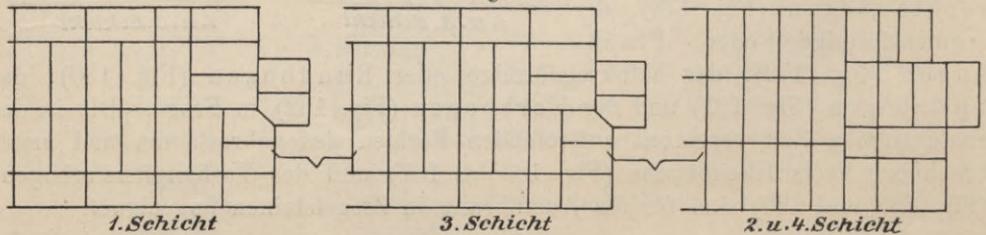
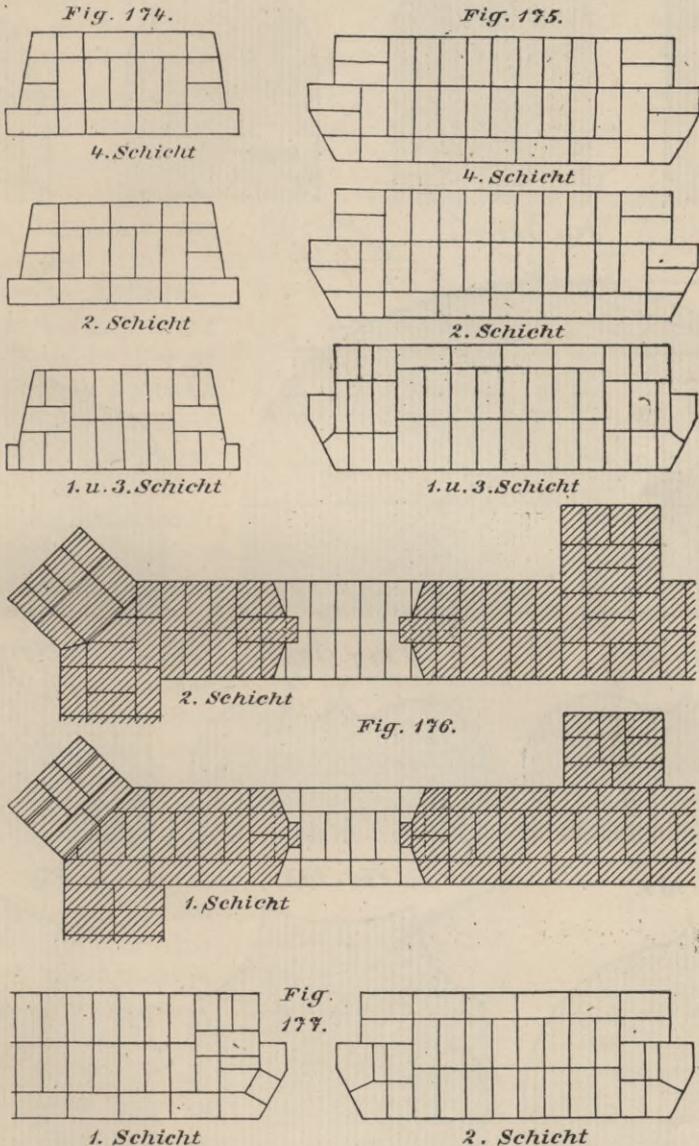


Fig. 173.



Das Zeichnen der scheinrechten, segmentförmigen, halbkreisförmigen und spitzbogigen Bogenlinien verursacht keine Schwierigkeiten, da die erstere eine wagerechte Linie und die übrigen Kreisbogenlinien sind, die aus einem oder zwei Mittelpunkten zu schlagen sind. Korbbogenlinien können in verschiedener Weise



dargestellt werden. Die gebräuchlichste ist die, dass man aus der halben Spannweite und Höhe des Bogens ein Rechteck $a b c d$ (Fig 182), zeichnet, in diesem die Diagonale $a c$ zieht und die Winkel $b c a$ und $b a c$ halbiert. Von dem Schnittpunkte f der Halbierungslinie falle man sodann eine Lotrechte auf $a c$, welche die $a d$ in g und die über d hinaus verlängerte $c d$ in h schneidet. Es ist dann g der Mittelpunkt für das Bogenstück $a f$ und h der Mittelpunkt für das Bogen-

stück f c. Die gleichgestaltete rechte Hälfte des Korbbogens ist auf dieselbe Weise zu bestimmen.

Fig. 178.



Fig. 179.

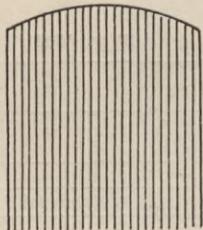


Fig. 180.

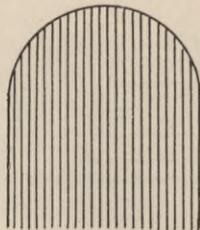


Fig. 181.

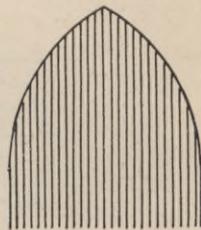


Fig. 182.

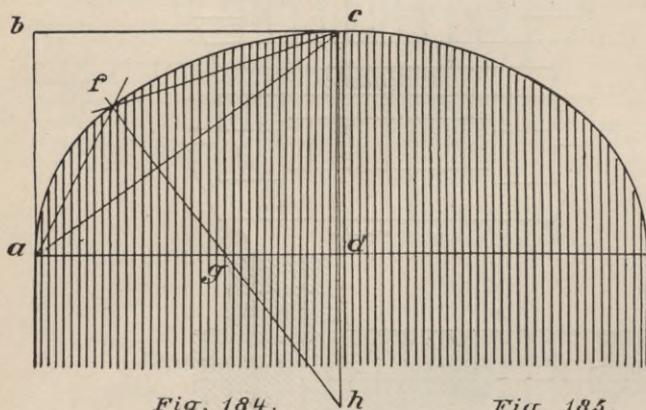


Fig. 183.

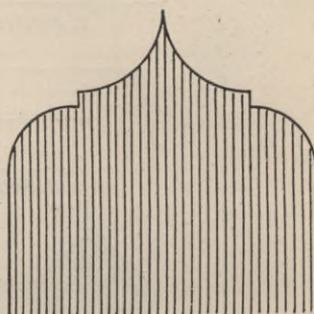


Fig. 184.

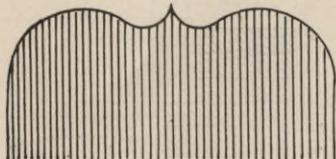


Fig. 185.

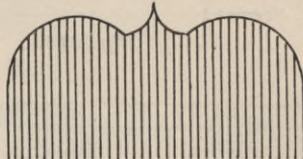


Fig. 186.

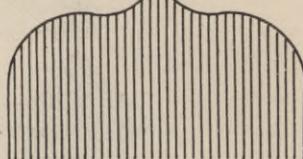


Fig. 187.

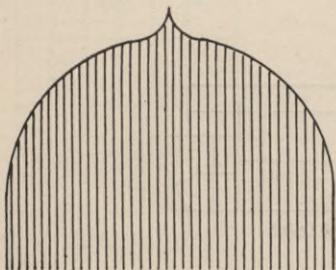


Fig. 188.

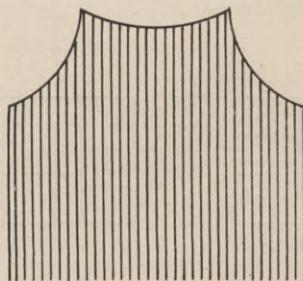
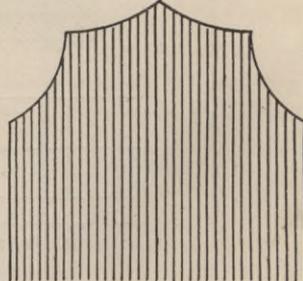


Fig. 189.



Hüftige oder einhüftige Bögen werden angewendet, wenn die Mauerkörper, welche durch einen Bogen verbunden werden sollen, in ungleicher Höhe endigen. Ihre Form wird meist unter Zugrundelegung des Halbkreises durch Vergatterung (Fig. 190) gefunden. Zu diesem Zwecke zieht man durch den tiefsten Punkt a des Bogens eine Wagerechte a b, errichtet in b ein Lot b c, gleich

dem Unterschiede der beiden Mauerhöhen und zieht $a c$. In beliebigen Punkten der $a b$ errichtet man hierauf Lote und trägt die Längen $d e, f g, h i$ u. s. w. zwischen der $a b$ und dem Umfange des Halbkreises von den entsprechenden Teilpunkten der $a c$ aus auf den Loten nach oben zu auf. Die hierdurch entstehenden Endpunkte e^1, g^1, i^1 u. s. w. sind dann Punkte des einhöftigen Bogens, durch deren folgerichtige Verbindung die Bogenlinie zur Darstellung gelangt.

Eine zweite Konstruktionsart ist durch Fig. 191 zur Darstellung gebracht. Hier ist die Spannweite $a b$ in 3 gleiche Teile zerlegt, und mit einem solchen Teile als Seitenlänge das Quadrat $b c d e$ gebildet. Es ist dann d der Mittelpunkt für das Bogenstück $c f$ und e der Mittelpunkt für das Bogenstück $a f$.

In Fig. 192 ist die Spannweite $a b$ des Bogens und der Unterschied $b c$ der beiden Mauerhöhen gegeben. Zur Zeichnung des Hüftbogens halbiere man $a b$ in d , errichte in a und d Lote auf $a b$, verbinde a mit c und ziehe durch einen beliebigen Punkt e des in a errichteten Lotes eine Parallele $e f$ zu $a c$. Alsdann halbiere man den Winkel $a e f$ und ziehe zu der Halbierungslinie $e g$ eine Parallele durch den Schnittpunkt h der $a c$ mit dem in d errichteten Lote, welche die $a b$ in i trifft. Es ist dann i der Mittelpunkt für das Bogenstück $a k$. Verbindet man jetzt k mit i und zieht durch c eine Parallele zu $a b$ bis zum Schnitte l mit der $i k$, so ist l der Mittelpunkt für das Bogenstück $k c$.

Bei jedem Mauerbogen lassen sich im allgemeinen folgende Bezeichnungen für einzelne Teile desselben unterscheiden:

Fig. 192.

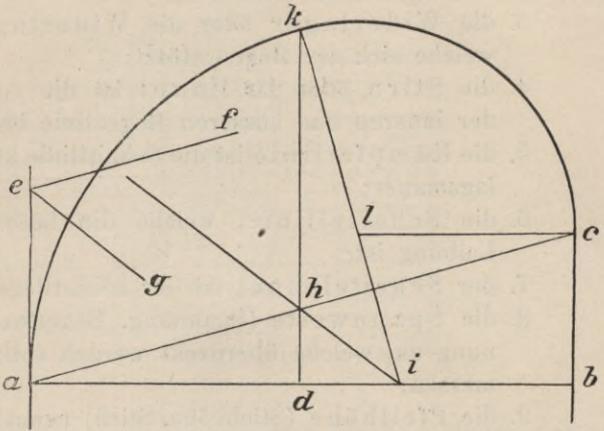


Fig. 190.

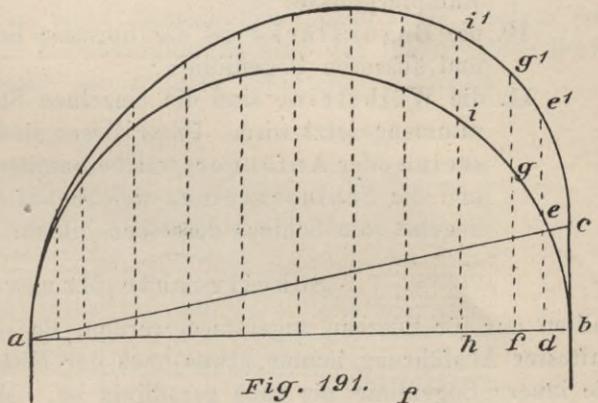
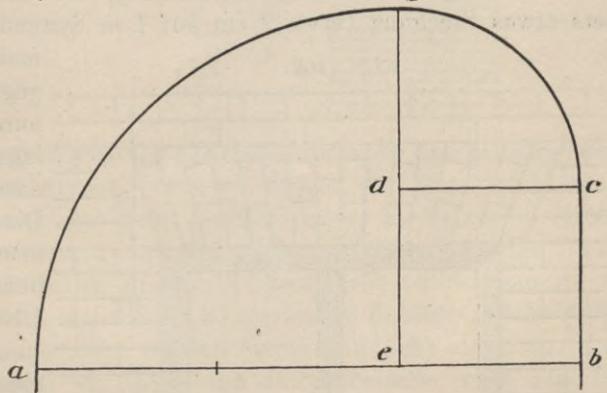


Fig. 191.

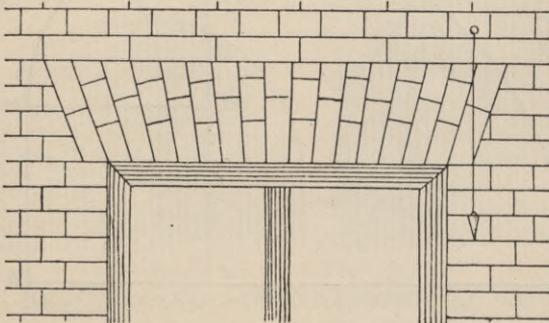


1. Die innere Laibung, welche durch die innere Wölbfläche gebildet wird;
2. die äussere Laibung (der Rücken), welche durch die äussere Wölbfläche gebildet wird;
3. die Widerlager oder die Widerlagsmauern, auf oder gegen welche sich der Bogen stützt;
4. die Stirn oder das Haupt ist die vordere Sichtfläche, welche von der inneren und äusseren Bogenlinie begrenzt wird;
5. die Kämpferlinie ist die Schnittlinie zwischen Wölbfläche und Widerlagsmauer;
6. die Scheitellinie, welche die höchstliegende Linie der inneren Laibung ist;
7. der Scheitelpunkt ist der höchstliegende Punkt der Bogenlinie;
8. die Spannweite (Spannung, Bogenweite) gibt die Weite der Oeffnung an, welche überdeckt werden soll; sie wird stets horizontal gemessen;
9. die Pfeilhöhe (Stichhöhe, Stich) nennt man den senkrechten Abstand des Scheitelpunktes von der Verbindungslinie zweier zusammengehöriger Kämpferpunkte;
10. die Bogenstärke ist die normale Entfernung zwischen der inneren und äusseren Bogenlinie;
11. die Wölbsteine sind die einzelnen Steine, aus denen der Bogen zusammengesetzt wird. Unter diesen sind hervorzuheben die Kämpfersteine oder Anfänger, welche unmittelbar auf dem Widerlager ruhen, und die Schlusssteine, welche auf der höchsten Stelle des Bogens liegend, den Schluss desselben bilden.

Scheitrechte Mauerbögen

sollten nur für Putzbau zugelassen werden, da diese sich selbst bei gewissenhaftester Ausführung immer etwas nach der Mitte zu setzen und infolgedessen die innere Bogenlinie nie ganz geradlinig ist. Man gibt ihnen deswegen auch stets etwas Stechung (etwa 2 cm auf 1 m Spannweite). Die Kämpfersteine rückt

Fig. 193.



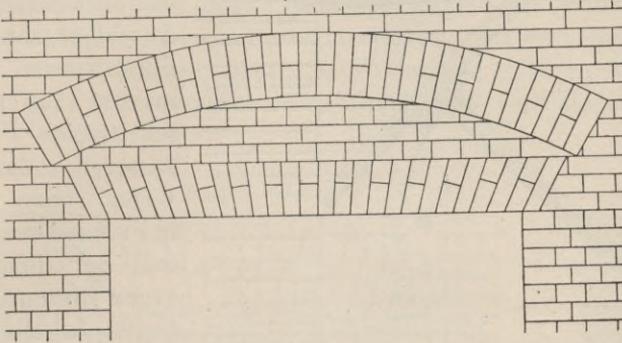
man gewöhnlich um ihre Stärke gegen die Laibungen der Oeffnung zurück und gibt den Widerlagsflächen eine solche Neigung, dass die Anfängersteine mit einer Diagonale lotrecht zu stehen kommen (Fig. 193). Die Bogenstärke bemesse man über Oeffnungen bis 1,10 m lichter Weite auf mindestens eine Steinlänge, darüber hinaus bis 1,80 m Spannweite auf mindestens $1\frac{1}{2}$ Stein, wenn

man nicht vorzieht, sie durch Flachbögen zu entlasten (Fig. 194).

Die Ueberdeckung von Oeffnungen mit grösserer Spannweite als 2 m durch scheitrechte Bögen ist thunlichst zu vermeiden, auch erscheint die in manchen

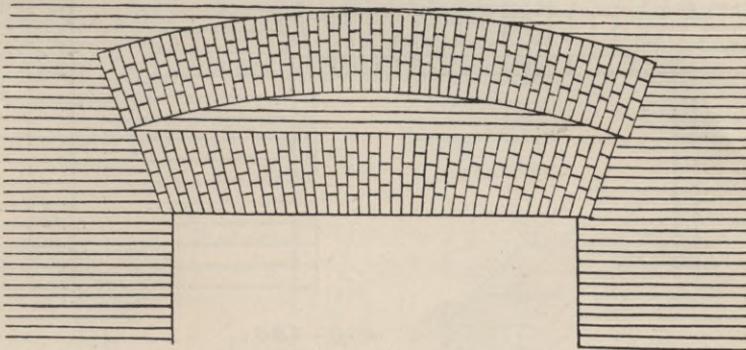
Lehrbüchern angegebene Hilfskonstruktion, weit gespannte scheidrechte Bögen an über ihnen angeordnete Flachbögen aufzuhängen, um deswillen bedenklich, weil durch die Hängeeisen der Verband der Bögen gestört und durch das Setzen des Entlastungsbogens die durch diesen, dem scheidrechten Bogen abgenommene

Fig. 194.



Last dem letzteren wieder zugeführt wird, ohne dass ein Nachziehen der eingemauerten Hängeeisen gut möglich ist. Man wird deswegen zur Ueberdeckung solch weit gespannter Oeffnungen, wenn diese in wagerechter Linie erfolgen soll, entweder $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stein starke Entlastungsbögen über den scheidrechten Bögen anordnen (Fig. 195) oder an Stelle der letzteren Eisenträger verlegen.

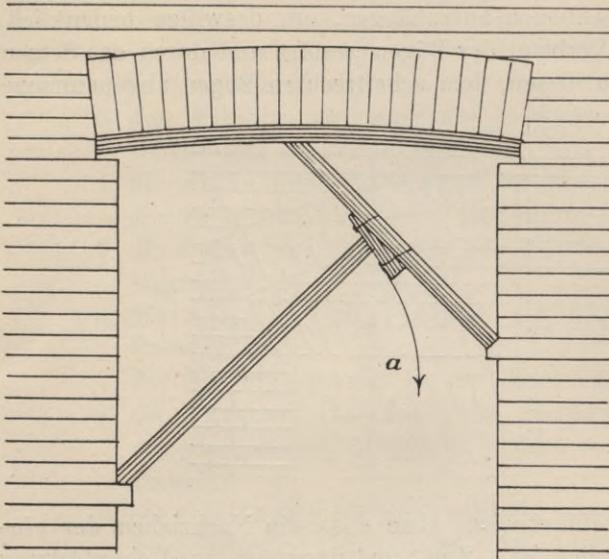
Fig. 195.



Die Ausmauerung des Raumes zwischen Entlastungsbogen und scheidrechtem Bogen darf erst dann vollzogen werden, wenn ein Setzen der Bögen nicht mehr zu erwarten steht, auch wird man gut thun, hierfür leichtes Steinmaterial (Hohlsteine, Schwemmsteine) zu verwenden und die Oeffnung nicht auf volle Wandstärke, sondern an beiden Mauerseiten in nur $\frac{1}{2}$ Steinstärke zu vermauern.

Als Lehrgerüst benutzt man meist 8 bis 10 cm starke Bohlen, welche durch drei senkrecht stehende Bohlen gestützt werden (vergl. Fig. 193), oder man legt unter die auszuführende Wölbung ein Brett und stützt dasselbe nach Fig. 196 in der Mitte durch ein zweites unter 45° gerichtetes Brett und dieses durch ein drittes, ebenfalls geneigt liegendes Brett ab. Durch Aufnagelung eines Keiles zwischen dem zweiten und dem Kopfe des dritten Brettes, sowie durch Eintreiben des letzteren in Richtung des Pfeiles a lässt sich leicht eine geringe

Fig. 196.



Sprengung des wagerechten Brettes herbeiführen, welche für den Stich des Bogens erforderlich ist.

Die Thür- und Fensterüberdeckungen erhalten meist Anschläge zur Aufnahme der Blindrahmen. Gibt man dem inneren Bogen die gleiche scheinrechte Form wie dem äusseren, so lassen sich beide Bögen ohne Schwierigkeit in Verband bringen (Fig. 197). Soll der innere Bogen dagegen die Form eines Flachbogens erhalten, so gestaltet man den Rücken des äusseren Bogens ebenfalls flachbogig

Fig. 197.

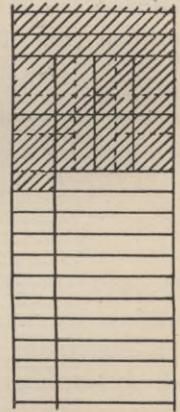
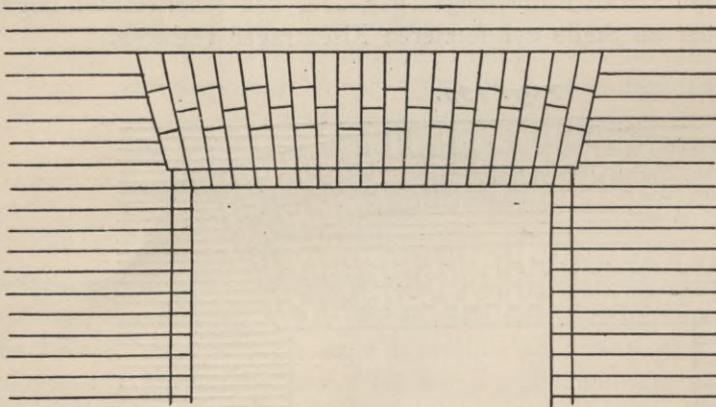
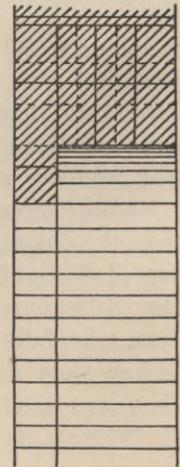
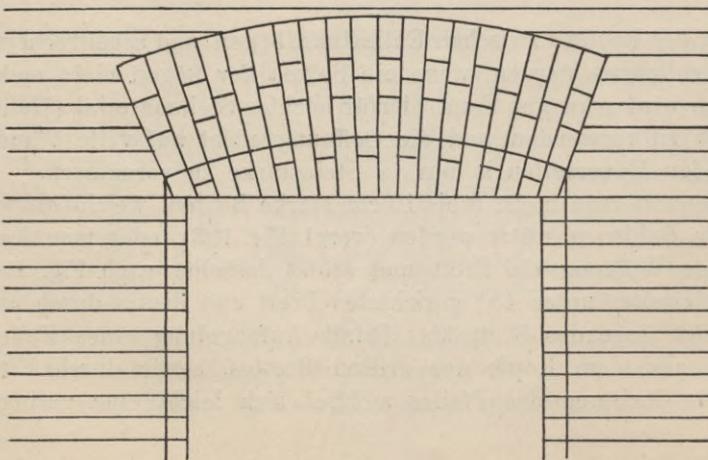


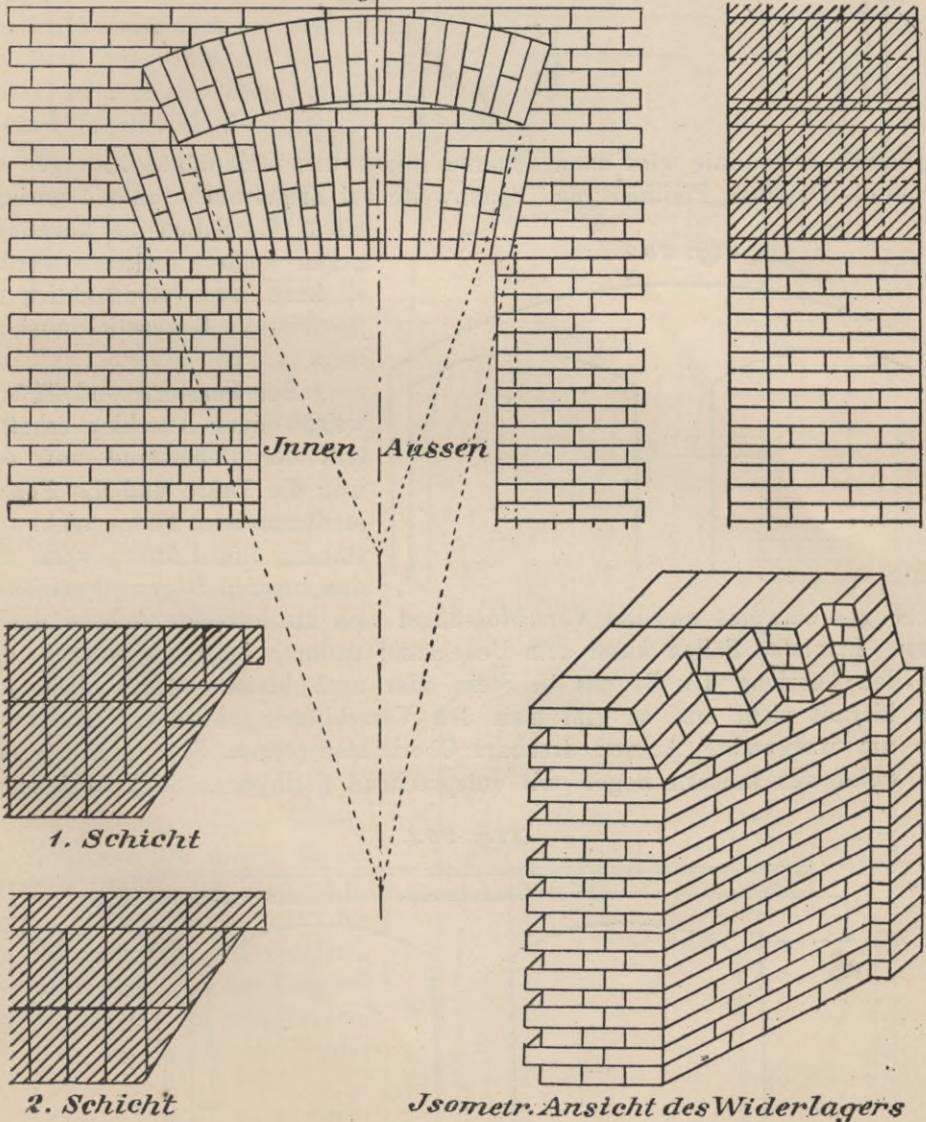
Fig. 198.



und lässt bei dem inneren Bogen das untere Segment des äusseren Bogens fort (Fig. 198).

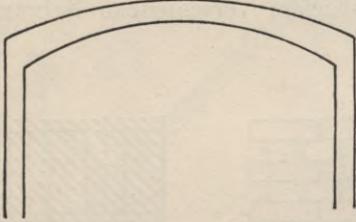
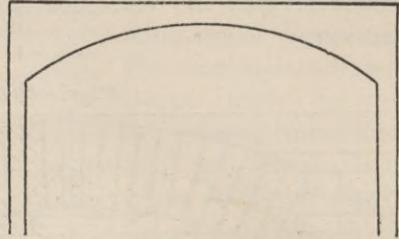
Besondere Schwierigkeiten erwachsen für die Ausführung der Ueberwölbung, wenn die Laibungen der Oeffnung schräg zur Mauerflucht verlaufen. Die Widerlager sind dann in einzelnen rechtwinklig zur Mauerflucht stehenden Absätzen (Fig. 199) auszuführen und der Bogen muss eine wagerechte Scheitellinie erhalten, weil derselbe sonst, besonders an den Widerlagern, aus verhaunenen Steinen bestehen würde. Zur Ausführung derartiger Wölbungen gehören jedoch besonders geübte Maurer, weil die einzelnen Widerlagsflächen verschiedene Neigung erhalten müssen.

Fig. 199.

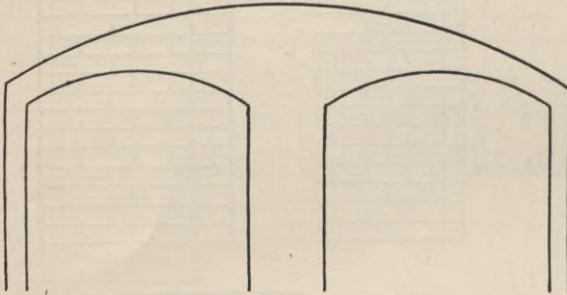


Flachbögen

kommen sowohl bei Putzbauten als auch bei Ziegelrohbauten zur Anwendung. Im letzteren Falle achte man darauf, dass die Pfeilhöhe keine zu geringe ist, weil das Setzen der Bögen nie ganz gleichmässig vor sich geht und dasselbe ein um so grösseres und ungleichmässigeres ist, je flacher ein Bogen ist. Die ungleich

Fig. 200.*Fig. 201.*

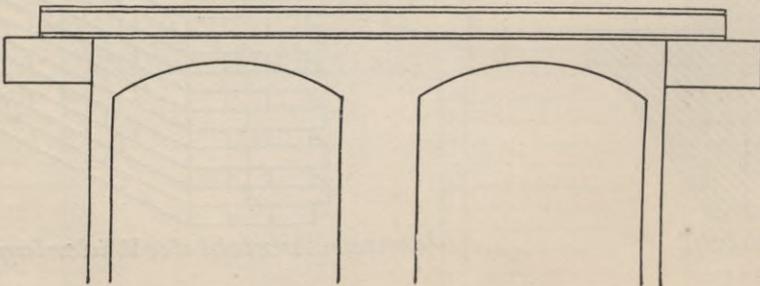
gekrümmte Bogenlinie wird dann dauernd stören und man wähle deswegen das Verhältnis zwischen Pfeilhöhe und Spannweite bei Ziegelrohbauten nie geringer

Fig. 202.

als 1 : 8. Sollen die Bögen dagegen später verputzt werden, so kann man unbedenklich mit $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{12}$ Bogenstich auskommen.

Bei Fenstern und Thüren, welche einen Anschlag erhalten, tritt der Uebelstand auf, dass man die Thüre und das Fenster in den meisten Fällen nicht vollständig öffnen kann, wenn man den inneren Bogen ebenfalls als

Flachbogen einwölbt und die Verschlussflügel sich um lotrechte Achsen drehen sollen. In vielen Fällen kann dem Uebelstand dadurch begegnet werden, dass man den Anschlag des Bogens $\frac{1}{2}$ Stein oder noch breiter wählt; reicht man auch hiermit nicht aus, so gibt man den Verschlüssen entweder feststehende oder um wagerechte Achsen drehbare Oberlichter (sogen. Klappfenster), oder man wölbt den inneren Bogen mit entsprechend geringerem Stich beziehungs-

Fig. 203.

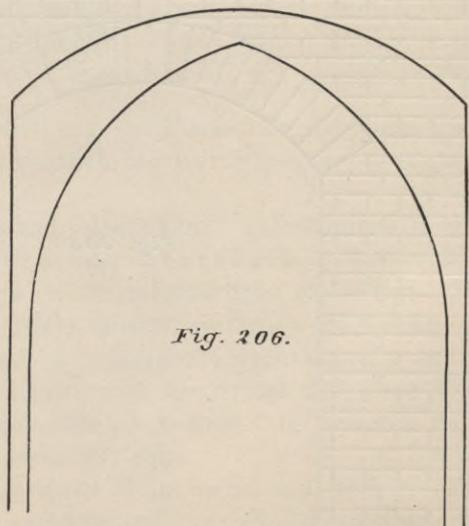
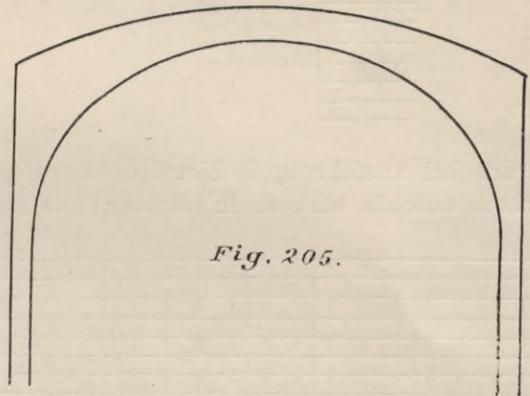
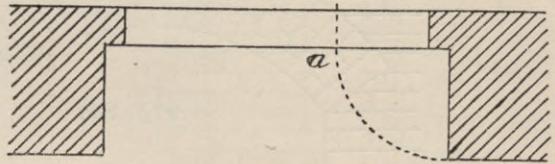
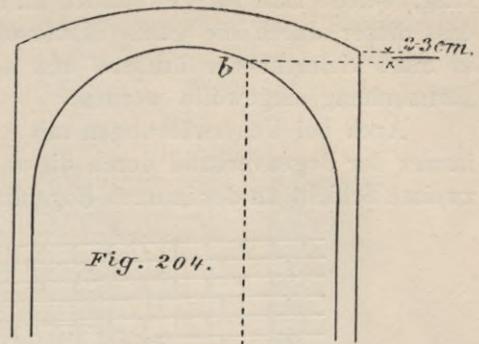
weise als scheidrechten Bogen ein (vergl. die Figuren 200 bis 203). In erhöhtem Maasse tritt der beregte Uebelstand bei

Rund-, Korb- und Spitzbögen

auf. Sollen bei diesen Bogenformen Verschlüsse Verwendung finden, welche sich um lotrechte Achsen drehen lassen, so führt man die Laibung senkrecht bis zum Scheitel des äusseren Bogens hoch und überwölbt die innere Mauernische durch einen Flachbogen (Fig. 204 bis 206).

Die tiefstmögliche Lage des Kämpfers des Nischenbogens findet man auf die durch Fig. 204 veranschaulichte Weise. Man klappt im Grundrisse die Nischentiefe in die Ebene des Anschlags, lotet den gefundenen Punkt *a* an den Aufriss des äusseren Bogens nach *b* und legt den Kämpfer des Nischenbogens um mindestens so viel höher, als der Flügelrahmen den Anschlag überdeckt (2 bis 3 cm).

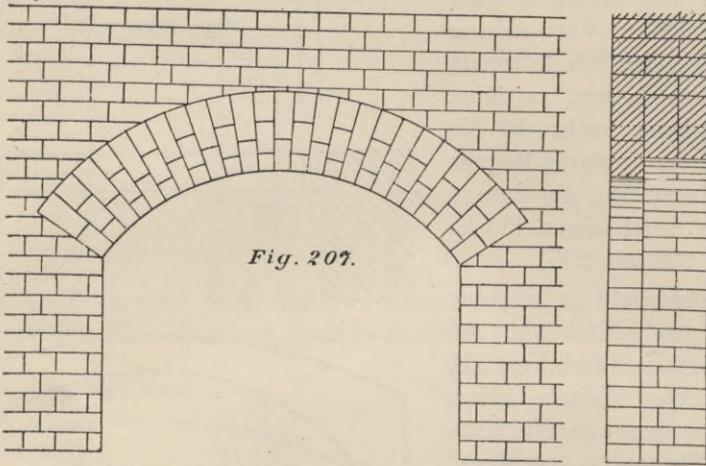
Sollen in Fensternischen Rouleaux angebracht werden, so muss die Anschlagbreite über dem Scheitel des äusseren Bogens mindestens 13 cm (besser 20 cm) betragen, damit die oberen Fensterflügel sich unterhalb der Rouleauxstangen öffnen lassen. Bei Rollläden ist dieses Maass auf die Höhe des Rollladenkastens, welche sich nach der Art des Rollladens (ob von Holz oder von Eisen) und der Fensterhöhe richtet*), zu vergrössern. In diesen Fällen ist die Forde-



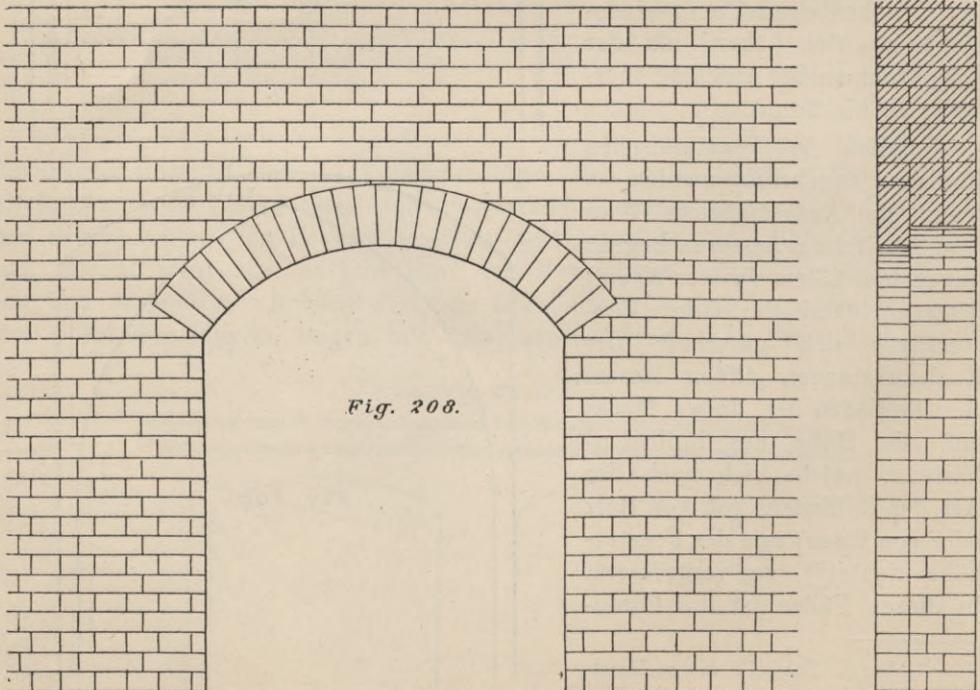
*) Vergl. Band IV dieses Handbuchs „Issel, Der innere Ausbau“.

zung, welche man für gewöhnlich an den Verband der Mauerbögen stellen muss, dass dieser durch die ganze Mauerstärke durchgeführt wird, nicht zu erfüllen; es muss vielmehr der äussere und der innere Bogen jeder für sich ohne Zusammenhang eingewölbt werden.

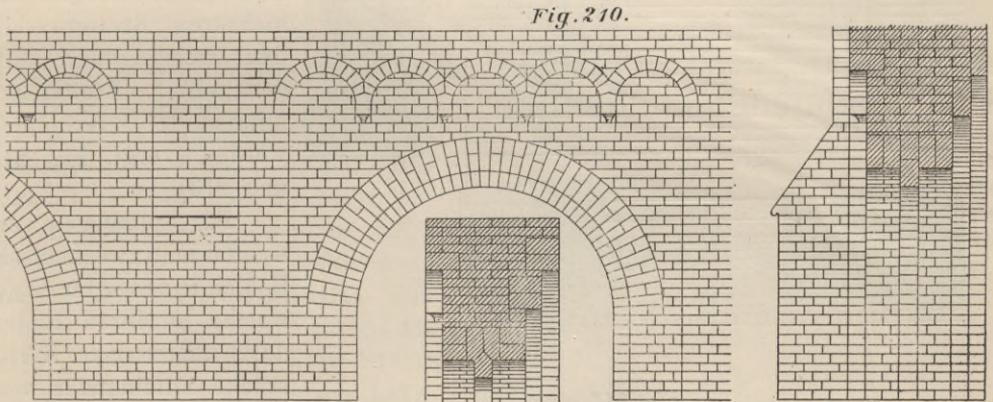
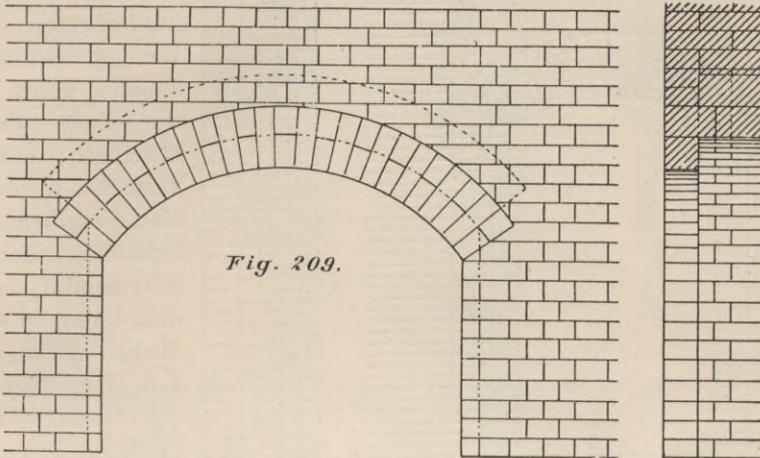
Auch bei Ueberwölbungen mit $\frac{1}{4}$ Stein breitem Anschlage lässt sich nicht immer der Bogenverband durch die volle Mauerstärke durchführen. Die in jeder zweiten Schicht an der inneren Bogenlinie auftretenden Riemchen (vergl. Fig. 207)



würden bei Ausführung in Ziegelrohbau, abgesehen von ihrer wenig guten Haltbarkeit, unschön wirken. In solchem Falle sieht man deswegen meist von einem



verbandmässigen Ineinandergreifen des äusseren und inneren Mauerbogens ab und wölbt beide Bögen für sich mit voneinander unabhängigem Fugenschnitte ein (Fig. 208). Bei Ueberwölbungen mit $\frac{1}{2}$ Stein breitem Anschlage lassen sich hingegen immer die inneren und äusseren Bögen in Verband bringen (vergl. Fig. 209 bis 211).



Einige Beispiele für die Ueberwölbung mit Flach-, Rund-, Korb- und Spitzbögen ohne Anschlag, wie solche namentlich bei Gurtbögen Verwendung finden, zeigen die Figuren 212 bis 218.

Zur Ausführung der nach irgend einer Linie gekrümmten Mauerbögen bedient man sich der Wölbscheiben oder Lehrbögen. Diese ruhen stets auf Keilen, um sie mittels derselben in die erforderliche Höhenlage einrichten und nach Ausführung der Wölbung leicht wieder entfernen zu können. Es ist darauf zu achten, dass die Keile mit der Langseite rechtwinkelig zur Mauerflucht und nach dem Eintreiben so liegen, dass die Spitze des einen Keiles um einige Zentimeter gegen den Kopf des anderen vortritt. Im anderen Falle wird das Ausrüsten mit Schwierigkeiten verknüpft sein.

Bei segmentförmigen Bögen geringer Spannweite und geringer Pfeilhöhe können die Wölbscheiben aus einem entsprechend zugeschnittenen Brett bestehen.

Fig. 211.

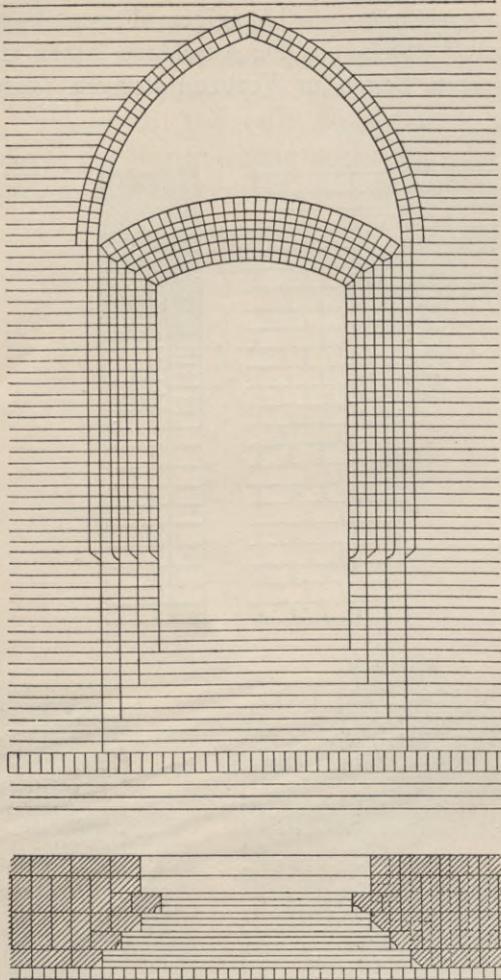
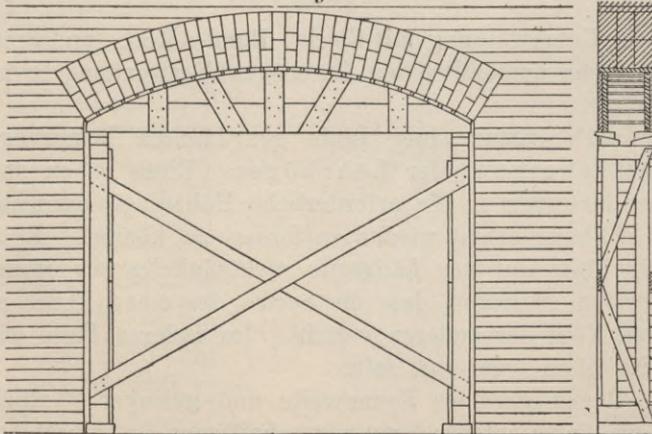


Fig. 212.



Beträgt die Mauerstärke nicht mehr als $1\frac{1}{2}$ Stein, so stellt man zwei Wölb-scheiben derart auf, dass sie gegen die Mauer-fluchten 3 bis 4 cm zurücktreten (Fig. 219). Bei grösseren Mauer-stärken muss entweder die Zahl der Wölb-scheiben entsprechend vermehrt werden oder es sind dieselben durch eine Schalung oder Lattung miteinander zu verbinden, damit die Wölbsteine überall Auflagerung finden (Fig. 220).

Überschreitet die Pfeilhöhe 30 cm, so kann man die Lehrbögen aus mehreren Brettern bilden, welche durch aufgenagelte Brettstücke miteinander verbunden werden (vergl. Fig. 212 und 213).

Für Spitzbögen verwendet man zweckmässig Bohlen in geneigter Lage, welche an ihren Enden durch aufgenagelte Brettstücke miteinander verbunden werden (Fig. 217). Diese Konstruktion ist aber nur anwendbar, wenn die Wölb-scheiben an der breitesten Stelle nicht mehr als 35 cm messen.

Zur Ausführung weit gespannter Bögen mit grösserer Pfeilhöhe verwendet man meist Lehrbögen, welche aus einer doppelten Lage Brettstücke zusammengesetzt

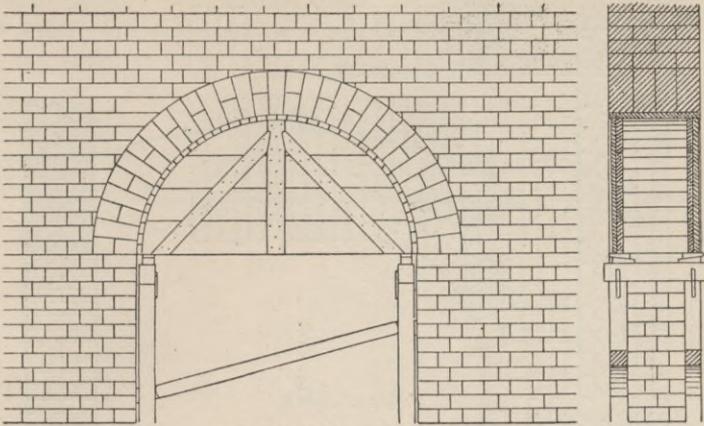
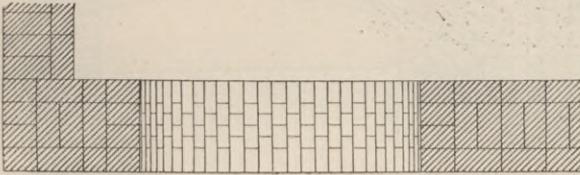


Fig. 213.



sind, oder man konstruiert dieselben aus $\frac{10}{10}$ bis $\frac{14}{4}$ cm starkem Zimmerholz und stellt die Bogenkrümmung durch entsprechend zugeschnittene Bohlen-Auffütterungen her. Beispiele hierfür geben die Figuren 217 und 221 bis 223.

Hat ein Bogen die Form eines Halbkreises, so lasse man den Lehrbogen erst über dem Kämpfer beginnen, weil derselbe sich bei voller Halbkreisform so fest einklemmen würde, dass das Ausrüsten mit grosser Schwierigkeit verbunden wäre. Den unteren horizontalen Balken oder die Schwelle des Lehrbogens lege man deshalb um etwa $\frac{1}{12}$ der Spannweite über die Kämpferlinie hinaus (vergl. Fig. 222 und 223). Die unteren Wölbschichten müssen dann vor Aufstellung des Lehrgerüsts nach der Schablone entweder ausgekragt oder gewölbt werden.

Die Keile, welche zur Einrichtung der einzelnen Lehrbögen hinsichtlich deren Höhen-

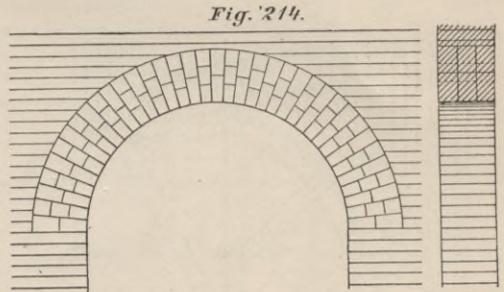


Fig. 214.

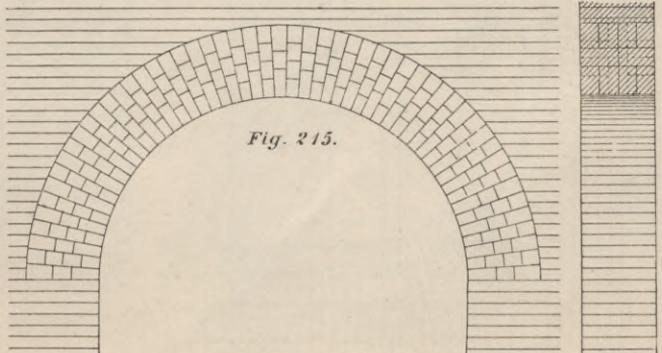
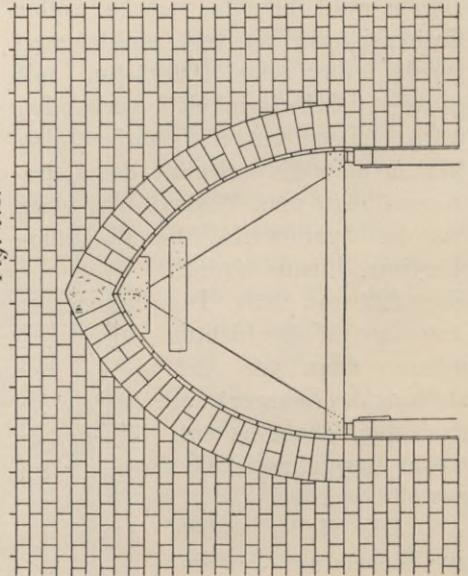
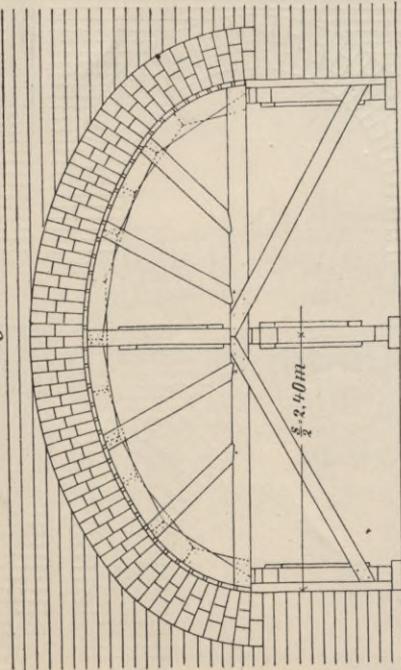
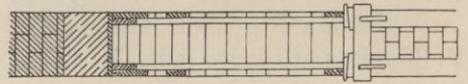
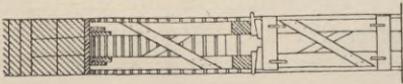
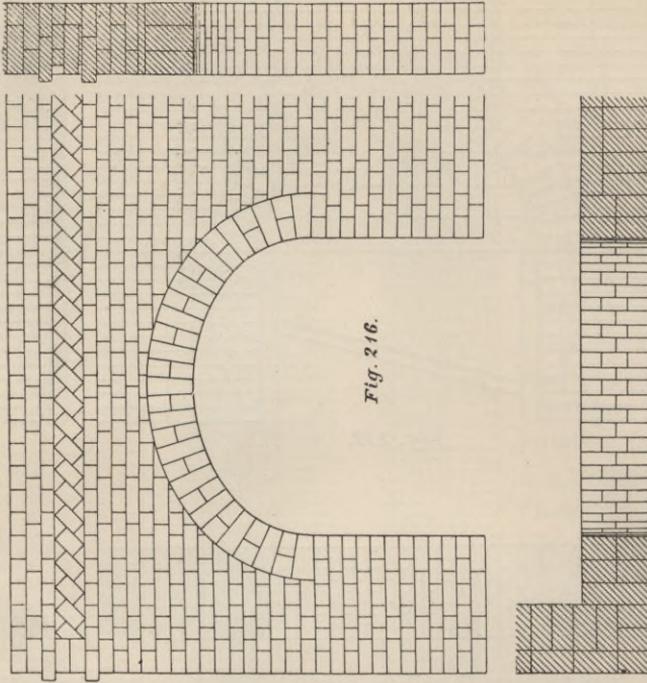


Fig. 215.



lage, sowie zur Ausrüstung dienen, sind von Eichenholz, behobelt, circa 30 cm lang, 15 cm breit, am Kopfe 8 cm und an der Spitze 4 cm stark herzustellen.

Fig. 219.

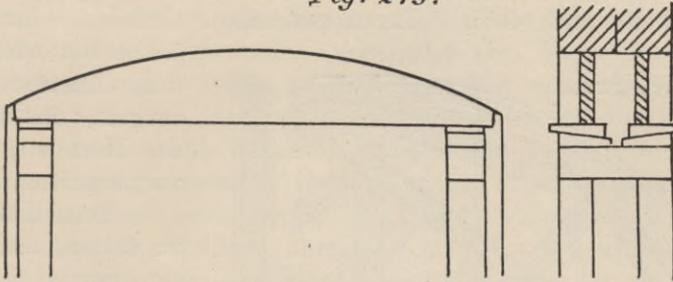
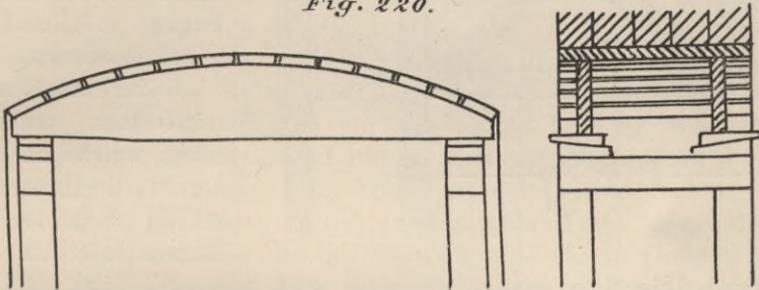


Fig. 220.



Bei sehr grossen und stark belasteten Lehrgerüsten werden mitunter zum Zwecke eines gleichmässigen Ausrüstens die Balken, auf welchen die Keile ruhen, auf Sandsäcke gelegt, beziehungsweise die das Lehrgerüst tragenden Stützen in Sandtöpfe gestellt. Durch Oeffnen der Säcke bezw. Töpfe gelangt infolge des auf ihnen ruhenden Druckes der trocken eingebrachte und trocken zu haltende Sand zum Ausfluss und bewirkt ein ruhiges Senken der Lehrbögen ohne die beim Lösen von Keilen unvermeidlichen Erschütterungen und Ungleichmässigkeiten. Da diese Hilfsmittel für Hochbauausführungen kaum Verwendung finden dürften, so kann hier füglich von einer bildlichen Vorführung derselben Abstand genommen werden*).

Die Zeitdauer, welche verfliessen muss, ehe man das Ausrüsten einer Wölbung vornehmen kann, ist von mancherlei Nebenumständen, nament-

Fig. 221.

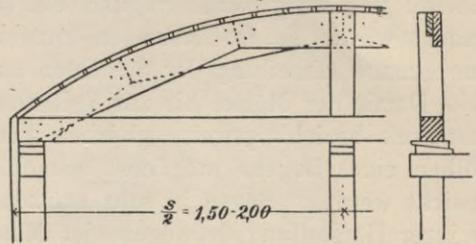
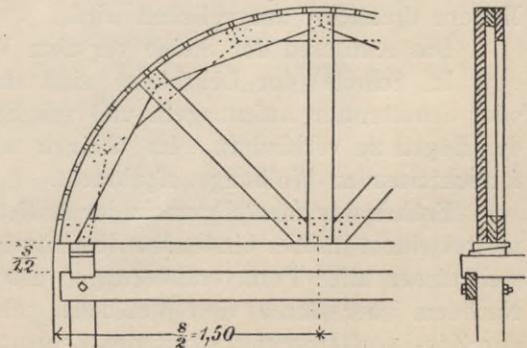


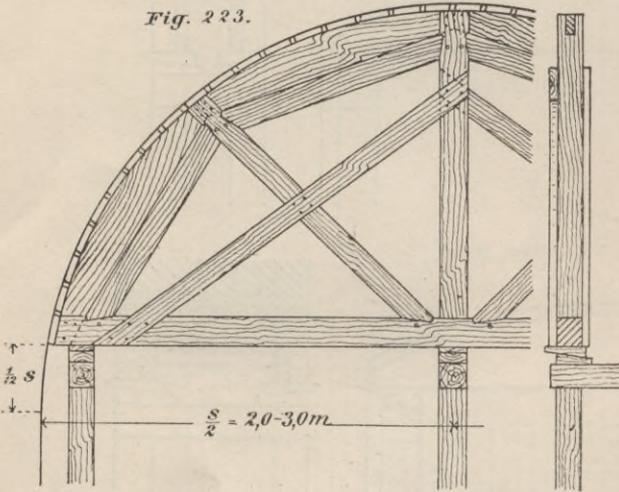
Fig. 222.



*) Siehe ¹¹¹Baukunde des Architekten, 1. Band, 1. Teil, Seite 125.

lich von der Spannweite und der Belastung, dem verwendeten Material, der Fugenzahl und Fugenstärke, sowie auch von der Witterung abhängig. Bögen von 1 bis 1,5 m Spannweite können schon nach 1 bis 2 Tagen, solche bis etwa 2,5 m Spannweite nach 4 bis 6 Tagen geschehen. Jedenfalls hat man sich in jedem besonderen Falle vor dem Ausrüsten zu überzeugen, ob die Erhärtung des Mörtels genügend weit vorgeschritten ist.

Fig. 223.



Beim Wölben ist darauf zu achten, dass alle Schichten normal zur Laibungsfläche stehen und dass die Fugen möglichst schwach gehalten werden.

Zur Ausführung sind mindestens zwei Maurer nötig, welche an den Widerlagern beginnend gleichmässig nach der Mitte des Bogens mit dem Einwölben

fortschreiten. Die Schlusssteine sind gut passend einzulegen, doch nicht mit Gewalt einzutreiben, weil sonst der Mörtel von den anderen Steinen losgerissen wird und sich hier offene Fugen bilden. Die Verwendung schwacher Steine (Schiefer-, Dachstein- oder Sandsteinplatten) zur Bildung des Bogenschlusses ist durchaus verwerflich, weil hierdurch die Zahl der Fugen im Scheitel ungünstig vermehrt und ein stärkeres Setzen dieses Bogenteiles verursacht wird. Es ist deswegen anzuraten, vor dem Beginn des Einwölbens eine genaue Einteilung der Schichten auf der Schalung vorzunehmen.

Damit der Mörtel bis zur Vollendung des Bogens möglichst überall gleiche Festigkeit beziehungsweise gleichen Feuchtigkeitsgehalt behält, muss das Einwölben eines Bogens möglichst schnell und ohne wesentliche Unterbrechungen bewirkt werden. Bögen in sehr starken Mauern (über $2\frac{1}{2}$ Steinstärke) erfordern zu ihrer Herstellung deswegen vier Maurer, von denen je zwei sich gegenüberstehen. Bei grösseren Wölbungen ist ein mehrmaliges Wechseln des Standortes der Maurer zu empfehlen, damit die persönliche Eigenart und Gewohnheit beim Mauern thunlichst ausgeglichen wird.

Das Annässen der Steine vor dem Vermauern ist unbedingt vorzunehmen.

Im Scheitel der Lehrbögen sind stets von vornherein einige Schallatten oder Schalbretter aufzunageln und mit Steinen zu beschweren, um ein Steigen der Bögen zu verhindern. Im übrigen wird die Einschalung entsprechend der fortschreitenden Wölbung aufgebracht.

Früher war man allgemein der Ansicht, dass ein langsam erhärtender Kalkmörtel einem rascher bindenden Zementmörtel für Wölbearbeiten vorzuziehen sei, weil dieser allen Formveränderungen des Bogens leichter zu folgen vermöchte. Nachdem aber durch viele Versuche und Beobachtungen eine genaue Kenntnis der Zug- und Druckfestigkeit des Zementmörtels gewonnen ist, hat man gerade

in der Verwendung des letzteren ein Mittel, die wegen ihres verschiedenartigen Auftretens unerwünschten Formveränderungen auf ein geringstes Maass zu beschränken.

Je nach der zu erwartenden Beanspruchung des Mauerbogens auf den Quadratcentimeter seines Querschnittes verwendet man Mischungen von 1 Teil Zement, 1 Teil Kalk und 6 Teilen reinem Quarzsand oder von 1 Teil Trass, 1 Teil Kalk und 1 Teil Sand, beziehungsweise 1 Teil Zement und 2 bis 3 Teilen Sand. Die beiden ersteren Mischungsverhältnisse sind zu empfehlen, wenn der Druck auf 1 qcm Querschnittsfläche nicht mehr als 15 kg beträgt, das letztere Mischungsverhältnis, wenn dieser Druck 50 kg nicht überschreitet.

Nach Vollendung der Wölbung übergiesst man den Bogenrücken mit dünnflüssigem Mörtel, um alle Fugen vollständig zu füllen, auch ist ein Feuchthalten der Wölbung und ein Schutz derselben gegen Sonnenstrahlen auf längere Zeit anzuraten.

Wenn stark belastete Mauerbögen im Verhältnis zum Halbmesser so hoch zu machen sind, dass die Steine oder die Fugen so stark keilförmig gemacht werden müssten, dass die ersteren an der inneren Laibung weniger als die Hälfte ihrer Stärke an der äusseren Laibung, oder die letzteren an der äusseren Laibung mehr als das Doppelte ihrer Stärke an der inneren Laibung betragen, so ist es verwerflich, die Bögen in der gewöhnlichen Weise einzuwölben. Man setzt dann den Bogen entweder aus mehreren übereinander in Verband gewölbten Ringen (Fig. 224) oder aus einer Anzahl Rollen (Schalen oder Rouladen) zusammen (Fig. 225).

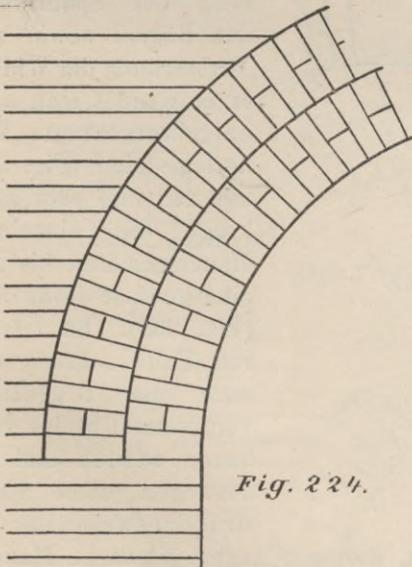


Fig. 224.

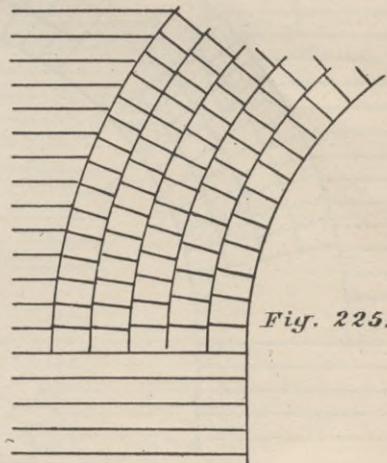


Fig. 225.

Diese Wölbungsarten sind allerdings, namentlich bei sehr starken Belastungen, nicht ohne Bedenken, weil die Anzahl der Wölbsteine und damit das Maass des Setzens in jedem nach oben hinzugefügten Ringe zunimmt. Da nun die äusseren Ringe auf den inneren ruhen, so können sie sich nicht ungehindert setzen und haben somit eine geringere Spannung als die inneren. Es erscheint somit der Fall nicht ausgeschlossen, dass dem innersten Ring die ganze vor-

handene Belastung zugeteilt wird. Um den beregten Uebelständen zu begegnen, verwende man jedenfalls einen möglichst steifen, nicht schwindenden Zementmörtel. Wo das äussere Aussehen dies zulässt, kann man auch die Anzahl der Wölbisichten dadurch gleich machen, dass man die Widerlager derselben in

verschiedener Höhe beginnen lässt (Fig. 226), oder dass man den Bogen durch Bindersteine von Werkstücken in einzelne Bogenstücke zerlegt (Fig. 227).

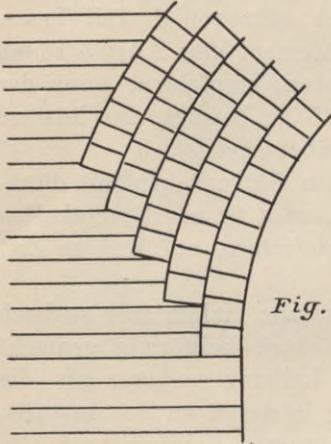


Fig. 226.

Da die Mauern in der Regel in wagerechten Schichten aufgeführt werden, so müssen dann in allen Fällen, wo die Bogenlinie nicht tangentiell in die lotrechten Laibungen übergeht (also bei Flachbögen), die Steine, welche die Widerlagsfläche bilden, schräg zugehauen werden (Fig. 228). Will man dies vermeiden, so muss man zur Bildung des Widerlagers Werkstücke (Fig. 229 und 230) verwenden, deren unteres Lager um einige Zentimeter tiefer als die Kämpferlinie zu legen ist, damit hier spitzwinkelige Ecken vermieden werden.

Zur Herabminderung der Spannweite der Bögen, sowie zur Verstärkung der Widerlager wendet man mitunter vorgekragte Widerlagssteine (Fig. 231 und 232) an, oder man krägt die einzelnen Mauerschichten bis auf eine gewisse Höhe aus (Fig. 233). Im letzteren Falle müssen die nach der Bogenlinie vorgesetzten Steine verhauen werden und ist deswegen diese Konstruktionsweise nur im

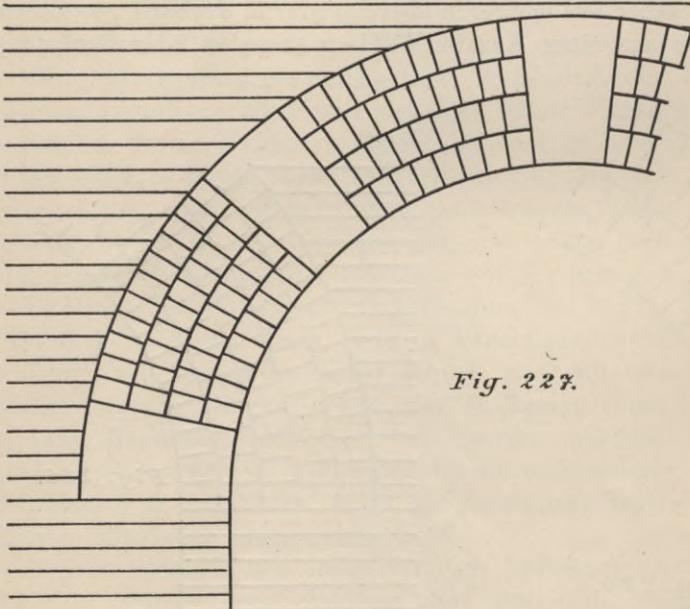


Fig. 227.

Putzbau verwendbar. Auch für Mauerbögen, die sich gegen schwache Mauerpfeiler stützen, ist die Auskragung durch horizontale Mauerschichten (Fig. 234) oder mittels Werkstück (Fig. 235) zu empfehlen, um das Auslaufen des über den Bögen befindlichen Mauerwerks in einen spitzen Keil (Fig. 236) zu umgehen. Dieser Keil birgt die Gefahr in sich, dass bei starker Belastung desselben die beiden benachbarten Bogenschenkel auseinander geschoben werden.

Um die mit dem tiefen Eingreifen starker Mauerbögen verbundene grosse Schwächung der Widerlagsmauern zu verringern, kann man das Widerlager in Absätzen (Fig. 237) anlegen.

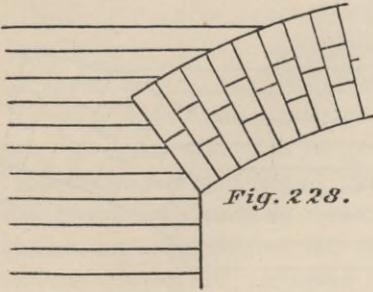


Fig. 228.

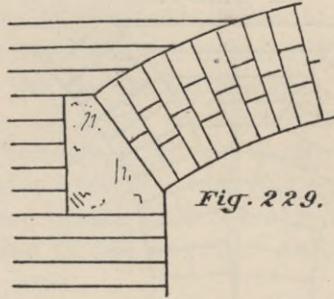


Fig. 229.

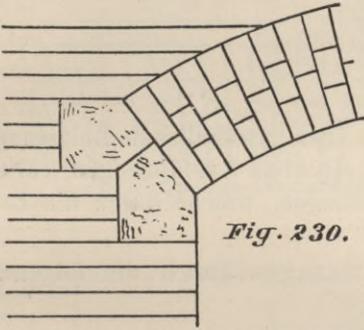


Fig. 230.

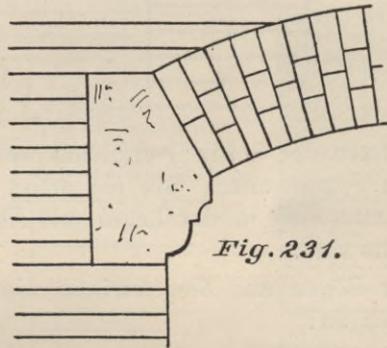


Fig. 231.

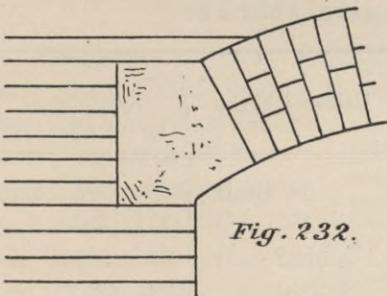


Fig. 232.

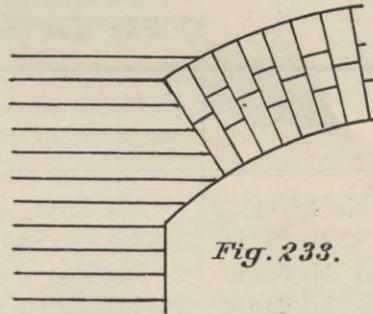


Fig. 233.

Fig. 234.

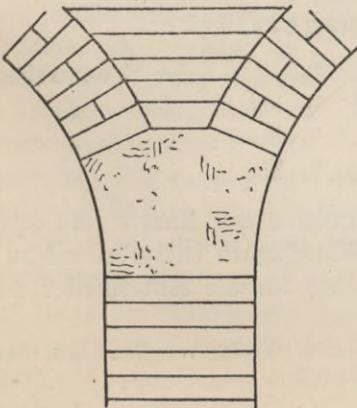
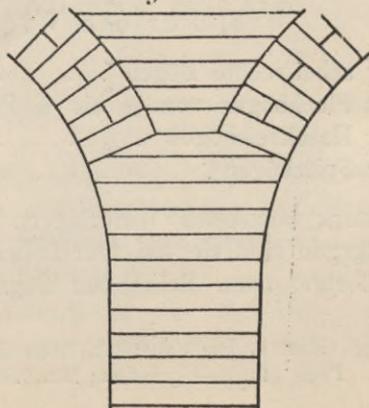


Fig. 235.



Für alle stark belasteten und weit gespannten Bögen muss die erforderliche Scheitelstärke und die Widerlagerstärke rechnerisch oder graphisch nach

Fig. 236.

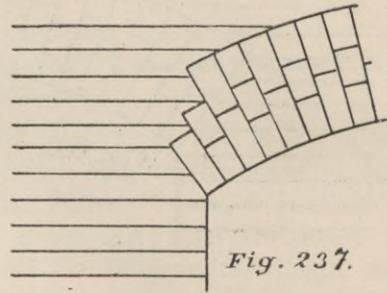
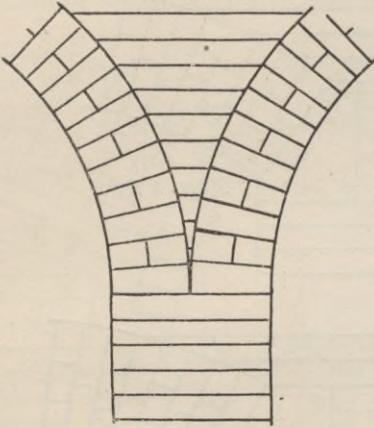


Fig. 237.

den Gesetzen der Statik*) ermittelt werden. Bei gewöhnlichen Belastungen und kleineren Spannweiten, wie sie meist bei Hochbau-Ausführungen vorkommen, begnügt man sich in der Regel mit Abmessungen, welche durch die Erfahrung festgestellt sind.

Für Bögen aus Ziegelsteinen nimmt man gewöhnlich die folgenden Abmessungen an:

a) Für die Scheitelstärke:

Spannweite	Flachbögen von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6}$ Pfeil	Halbkreisbögen	Spitzbögen
bis 1,80 m	1½ Stein	1 Stein	½ Stein
1,80 bis 3,0 m	1½ bis 2 Stein	1½ „	1 „
3,0 bis 5,5 m	2. bis 2½ „	1½ bis 2 „	1½ „
5,5 bis 8,0 m	2½ bis 3 „	2½ „	1½ bis 2 „

b) Für die Widerlagerstärke;

für scheinrechte Bögen	$\frac{2}{3}$	der Spannweite
für Flachbögen von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ Pfeil	$\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$	„ „
für Halbkreisbögen	$\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$	„ „
für Spitzbögen	$\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$	„ „

Bei stark belasteten Widerlagern können diese Maasse etwas verringert werden, dagegen sind sie bei sehr hohen Widerlagern entsprechend zu erhöhen. Bei einer fortgesetzten Reihe von Bögen, wo für die Mittelpfeiler der gegen-

*) Vergl. Hintz, Die Baustatik, Seite 66 bis 76. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig. Preis Mk. 8.— geheftet; Mk. 9.50 gebunden.

seitige Druck sich aufhebt, genügt für die letzteren eine Stärke von $\frac{2}{3}$ der Endwiderlager.

Müssen aus besonderen Gründen die Widerlager so schwach ausgeführt werden, dass sie dem Seitenschub des Bogens nicht widerstehen können, so sind Anker anzubringen, welche möglichst in der Höhe der Kämpfer liegen müssen, wenn sie ihren Zweck, den Seitenschub des Bogens aufzunehmen, voll erfüllen sollen. Da man eine freie sichtbare Lage der Anker im allgemeinen als störend empfindet, so kann eine der obigen Anforderung entsprechende Verankerung nur bei dem scheinrechten Bogen auf dessen Unterseite ausgeführt werden. Man verwendet hierzu zweckmässig Winkeleisen, dessen einer Schenkel auf die Länge der Bogenlaibung weggehauen ist, während in den seitlichen Aufbiegungen der ursprüngliche Querschnitt verbleibt (Fig. 238).

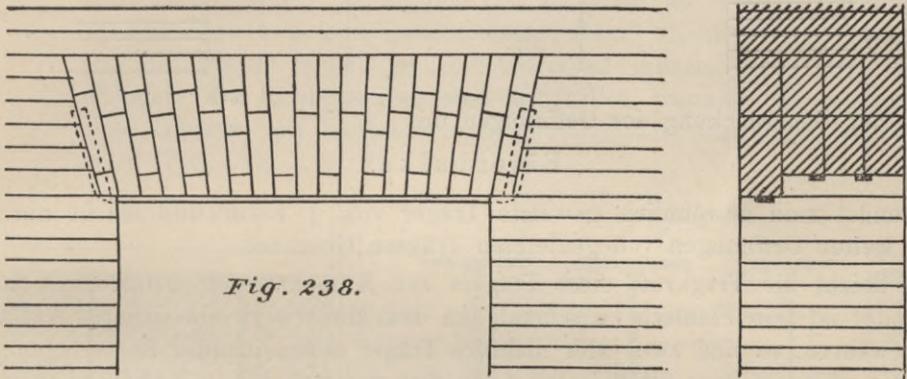


Fig. 238.

Bei Flachbögen, welche geputzt werden, wendet man zwei Anker aus Rundeisen an, die auf beiden Mauerseiten mit ihrer Stärke in den Bogen eingelassen und hinter den Widerlagern mit quer durch die Mauer reichenden Ankerplatten verschraubt werden (Fig. 239).

Bei Bögen mit grösserer Pfeilhöhe (Korbbögen, Rundbögen, Spitzbögen) ordnet man in Höhe des Bogenscheitels durchgehende Anker an, welche an den Seiten lange senkrechte Schenkel erhalten, deren untere Enden durch schräge Bänder mit

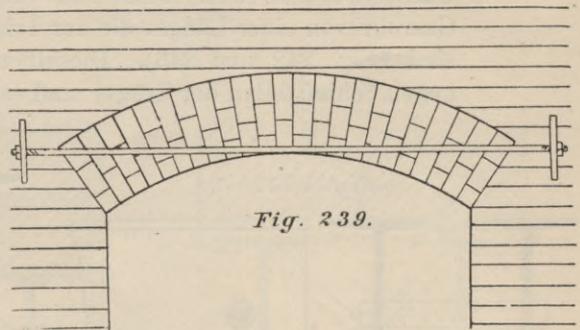
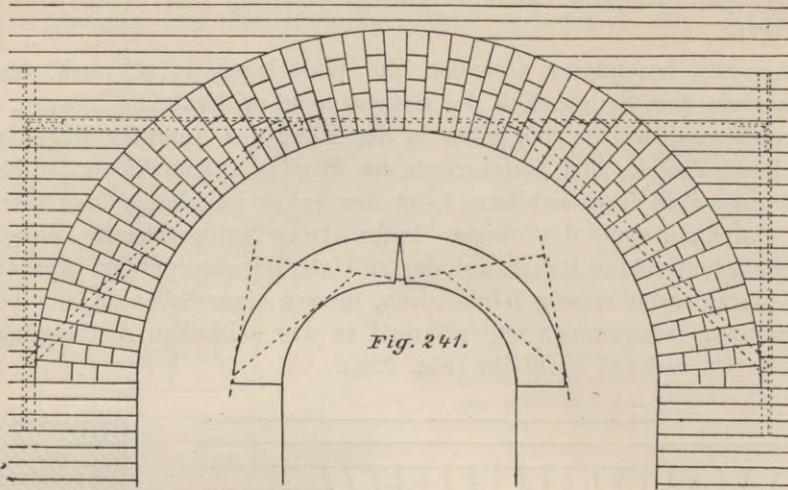


Fig. 239.

den wagerechten Zugstangen zu verbinden sind (Fig. 240). Da aber durch den Seitenschub des Bogens die Zugstangen auf Durchbiegung beansprucht werden (vergl. Fig. 241), so müssen diese einen kräftigen Querschnitt erhalten und man stellt sie deswegen aus \perp -, \lceil - oder \lfloor -Eisen her.

Ein derartiges Einmauern von Ankern in die Mauerbögen verursacht immer eine ungünstige Störung des Verbandes und bringt manche Umständlichkeiten für die Ausführung mit sich.

Fig. 240.



Zur Ueberdeckung der Oeffnungen mit
Eisenbalken

verwendet man gewöhnlich gewalzte Träger von $\bar{\text{I}}$ -Form und macht nur bei sehr weiten Oeffnungen von genieteten Trägern Gebrauch.

Reicht die Tragkraft eines Trägers zur Aufnahme der Belastungen nicht aus oder ist sein Flansch zu schmal, um dem Mauerwerk ein sicheres Auflager zu gewähren, so sind zwei oder mehrere Träger nebeneinander zu verlegen und so zu verbinden, dass die Belastung von den gekuppelten Trägern gemeinschaftlich und gleichmässig getragen wird.

Bei gewalzten $\bar{\text{I}}$ -Trägern kann diese Verkuppelung geschehen:

1. Durch Stehbolzen, das sind Schraubenbolzen, welche durch ein Gasrohr von einer Länge, die der Trägerentfernung entspricht, gesteckt sind (Fig. 242 und 243). Dieselben bieten jedoch wenig Sicherheit gegen Schiefstellen der Träger und es ist deswegen der Raum zwischen

Fig. 242.

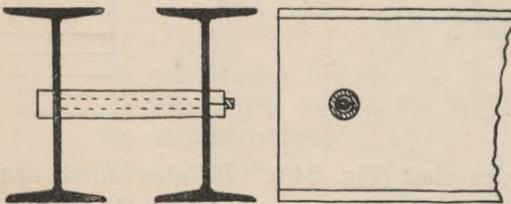
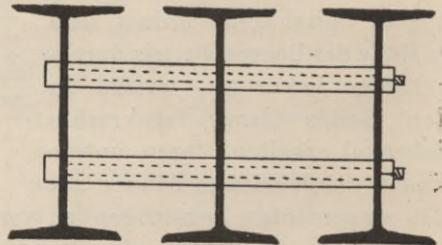


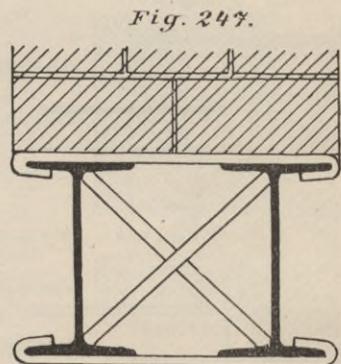
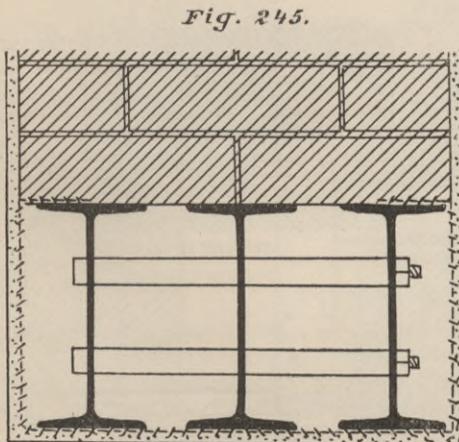
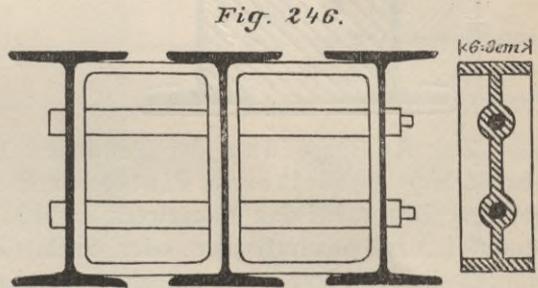
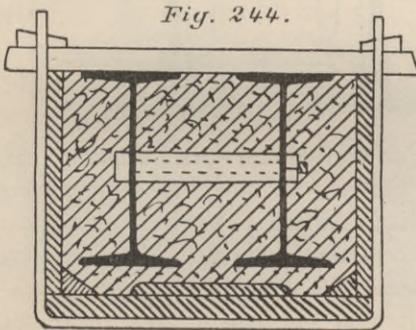
Fig. 243



den Trägern mit Beton auszufüllen. Der letztere wird von oben eingebracht, nachdem der Zwischenraum der unteren Trägerflanschen durch eine Bohle verschlossen worden ist. Sollen die Träger ringsherum feuersicher umhüllt werden, so bedient man sich als Lehre eines entsprechend geformten Holzkastens, welcher mittels Flacheisen-

bänder an den oberen Trägerflanschen aufgehängt wird (Fig. 244). Häufig begnügt man sich auch mit einem etwa 2 cm starken Zementputze, den man auf Drahtgewebe aufbringt, welches um die Träger gelegt und durch die Aufmauerung über diesen festgehalten wird (Fig. 245). An Stelle des Drahtgewebes lässt sich auch das in I. Bandé dieses Handbuches auf Seite 63 beschriebene Drahtziegel-Gewebe für den vorliegenden Zweck benutzen;

2. durch gusseiserne Steifen (Fig. 246). Dieselben geben den Trägern eine gute Versteifung, doch ist ihre Anwendbarkeit eine beschränkte, weil sie für jeden einzelnen Fall besonders angefertigt werden müssen;
3. durch Bundklammern (Fig. 247) oder Bundringe (Fig. 248) aus Flacheisen unter Hinzufügung von zwischen die Träger gestemmten Kreuzspreizen aus Quadrateisen. Damit die Bundringe sich fest um die Träger legen, ist ein Antreiben mittels Eisenkeile vorzunehmen. Die Kreuzspreizen sind entbehrlich, wenn der Raum zwischen den Trägern mit Backsteinen ausgerollt oder mit Beton ausgefüllt wird (Fig. 249).



Bei genieteten Trägern geschieht die Verkuppelung durch Blechwände mit Winkeleisen-Umsäumung (Fig. 250).

Die Querverbindungen sind stets an den Auflagern, ausserdem bei gewalzten Trägern in Abständen von höchstens 2 m und bei genieteten Trägern von höchstens 3 m anzuordnen.

Fig. 248.

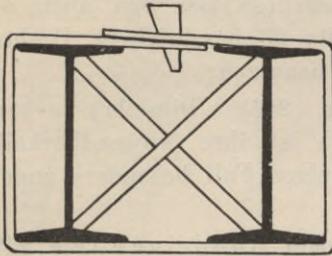


Fig. 249.

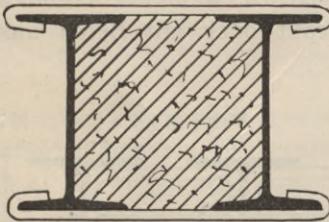
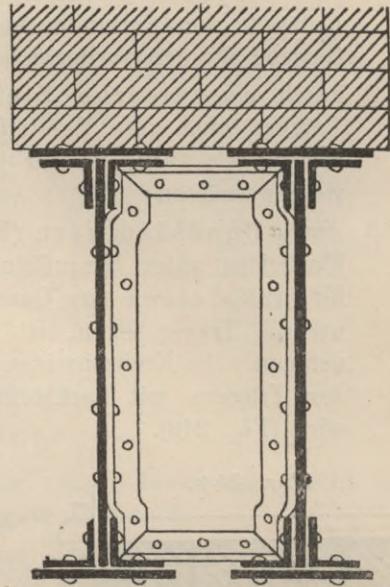
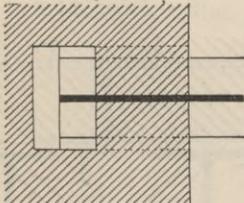


Fig. 250.



Zur Auflagerung der gewalzten Träger auf Mauerwerk wendet man ebenflächige gusseiserne Platten und in Fällen, wo nur verhältnismässig geringer Druck auf das Mauerwerk ausgeübt wird, Auflagersteine von festem Material und quadratischer oder rechteckiger Grundform an. Zweckmässig werden die Auflagersteine um einige Zentimeter gegen die Mauerkante zurückgelegt, damit die letztere keinen Druck erhält und ein Abspringen derselben

Fig. 251.



Schnitt a-b

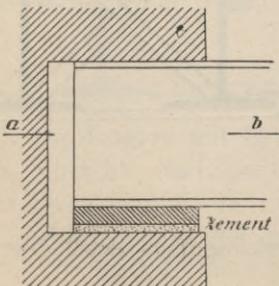
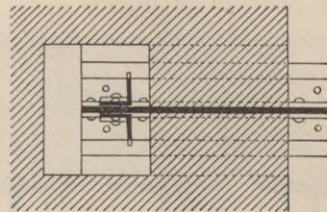
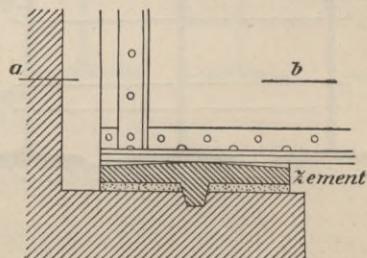


Fig. 252.



Schnitt a-b



vermieden wird. Gewalzte Träger können an den Auflagerstellen seitlich vollständig vermauert werden; vor den Köpfen derselben muss aber für die Wärmeausdehnung ein Spielraum verbleiben (Fig. 251), welcher mit Rücksicht auf etwaige Feuersbrünste für jedes Meter Trägerlänge 1 cm betragen soll. Bei genieteten Trägern ist in dieser Hinsicht Rücksicht auf die an den Auflagern angebrachten Versteifungswinkel zu nehmen (Fig. 252). Die Auflagerplatten werden mit oberer abgedachter Lagerfläche gegossen, um bei etwaiger Durchbiegung der Träger eine stets gleichmässige Druckverteilung zu erzielen.

Die

untere Begrenzung von Maueröffnungen,

welche sich in Aussenmauern befinden, erfordert nur bei Fenster-, Thür- und Thoröffnungen besondere Konstruktionen. In allen anderen Fällen bildet das Erdreich oder der Fussboden (Pflasterung, Plattenbelag, Beton, Asphalt) den unteren Abschluss.

Fig. 253.

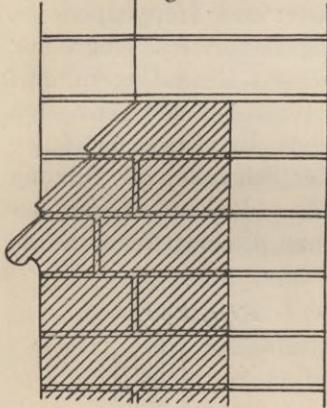


Fig. 254.

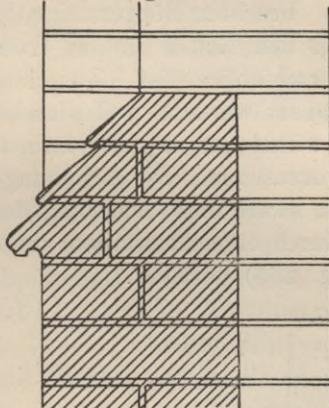


Fig. 255.

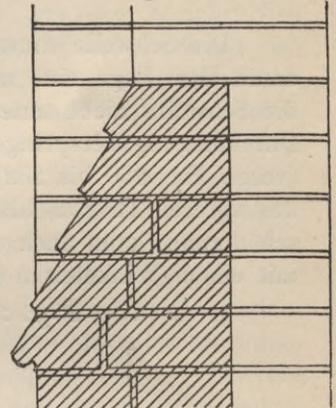


Fig. 256.

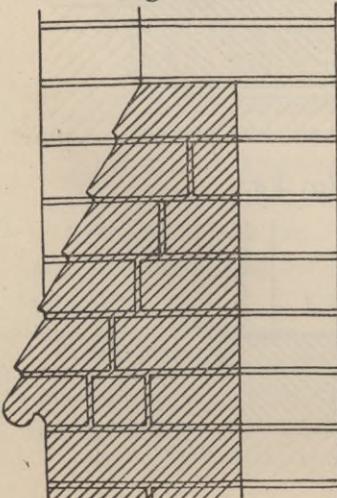


Fig. 257.

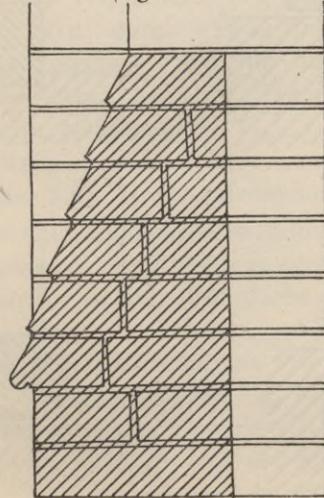
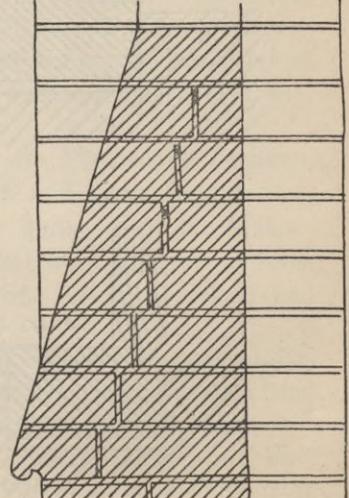
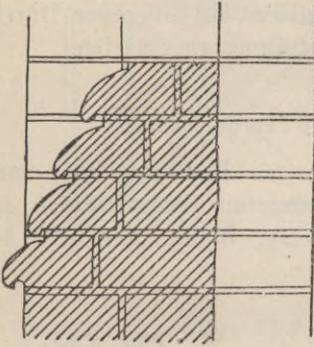


Fig. 258.



Bei Ausführung in Ziegelsteinen wird der untere Abschluss der Fensteröffnungen, die Sohlbank, entweder unter Verwendung gewöhnlicher Steine, welche entsprechend zugehauen sind, gebildet (vergl. Fig. 169) oder es werden besondere Formsteine, Schräg- und Nasensteine (vergl. Fig. 211 und 253 bis 259) benutzt. Die Sohlbank durch eine geneigtliegende Rollschicht von gewöhnlichen Steinen zu bilden, ist verwerflich, weil diese Steine kein gutes Auflager besitzen und ausserdem die vielen Stossfugen das Eindringen von Nässe begünstigen.

Fig. 259.



In Thür- und Thoröffnungen wird stets eine Schwelle aus natürlichem, dichtem und wetterbeständigem Gestein eingelegt. Diese erhält nach aussen eine schwach geneigte Oberfläche und dort, wo die Verschlussflügel anschlagen sollen, eine Erhöhung von 1 bis 2 cm über dem Fussboden des zu betretenden Raumes, oder bei Thüren mit nach aussen schlagenden Flügeln über dem vor ihnen angebrachten Bürgersteige, Pflaster oder Treppenpodeste.

Die Schwelle muss an den Enden in das Laibungsmauerwerk eingreifen, damit ihre Lage eine unverschiebliche ist. Zwischen diesen Endauflagern darf die Schwelle nicht untermauert werden, weil dieselbe sonst bei der geringsten Durchbiegung zerspringen würde; es ist hier immer eine Entlastungsfuge (vergl. Fig. 260 bis 262) vorzusehen. Die Erhöhung der Schwelle zur Bildung des unteren Thüranschlages, sowie eine Sicherung der Anschlagkante gegen Beschädigung, kann auch dadurch erreicht werden, dass man die betreffende Kante mit einem Winkeleisen (Fig. 263) besäumt.

Fig. 260.

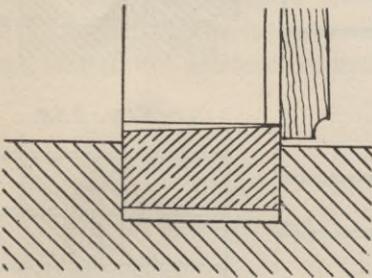


Fig. 261.

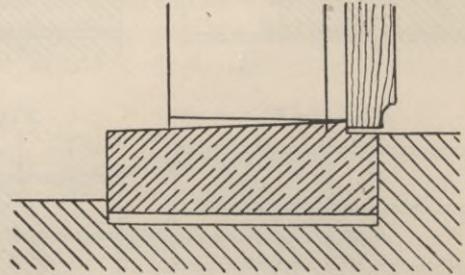


Fig. 263.

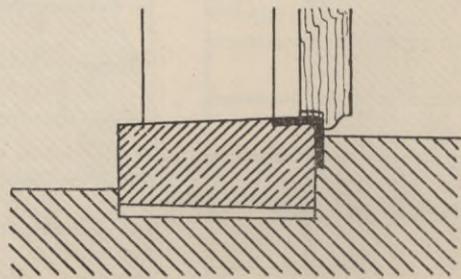
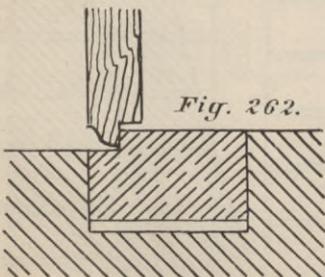


Fig. 262.



2. Mauern aus natürlichen Steinen.

Die natürlichen Steine kommen teils als feste, in ganzen Felsen vor, welche Bruchsteine liefern, die entweder roh zum Mauerwerk verwendet oder zu Quadern verarbeitet werden, teils als lose Steine, welche je nach ihrer Grösse Findlinge, Gerölle oder Geschiebe heissen. Die letzteren gehörten ursprünglich geschlossenen Felsmassen an, welche durch mancherlei Naturereignisse zertrümmert und umgestaltet wurden.

Alle natürlichen Steine, welche zu Bauausführungen Verwendung finden, sollen:

1. Nicht zu den Tagsteinen gehören, d. h. nicht Teile irgend einer zu Tage liegenden Felsmasse sein, welche durch die Einwirkung von Luft und Wasser bereits mehr oder weniger verwittert sind. Bei Inbetriebnahme eines Steinbruchs sind deshalb die obersten Gesteinsschichten unter der Erdoberfläche abzuräumen und von der Verwendung zu Bauzwecken auszuschliessen;
2. frei von Bergfeuchtigkeit sein. Alle aus den Steinbrüchen gewonnenen Steine enthalten mehr oder weniger Wasser, welches sich durch die Einwirkung der Luft verlieren muss, bevor die Steine zur Herstellung trockener und gesunder Gebäude verwendet werden dürfen. Mit dem Schwinden der Bergfeuchtigkeit ist bei den meisten Gesteinen — namentlich bei den Sandsteinen — eine Zunahme ihrer Festigkeit verbunden, die erstere erleichtert daher die Bearbeitung des Steines;
3. hinreichende Druck- und Zugfestigkeit besitzen. Man erkennt diese Eigenschaft besonders an der grösseren Schwere der Steine im Vergleich zu ihrem Volumen, an hellem Klang, glattem und feinkörnigem Bruch. Sichere Schlüsse lassen sich aber in jedem einzelnen Falle nur dadurch ziehen, dass in entsprechend konstruierten Maschinen Stücke der Gesteinsarten Zerreiss- und Druckproben unterworfen werden;
4. möglichst frei von fremdartigen Bestandteilen (z. B. Eisen- und Manganoxyd) sein, durch welche die Steine schnell verwittern;
5. ohne Risse und Spalten sein, da durch diese die Feuchtigkeit in das Steininnere gelangt, bei eintretendem Froste gefriert, sich ausdehnt und die Steine zersprengt;
6. nicht hygroskopisch sein, d. h. nicht die Eigenschaft besitzen, die Feuchtigkeit der Luft leicht aufzunehmen und lange festzuhalten.

Steine, welche zu Feuerungsanlagen Verwendung finden und der Einwirkung des Feuers und der Feuergase unmittelbar ausgesetzt werden sollen, müssen feuerfest sein, d. h. sie dürfen an ihrer Oberfläche nicht leicht schmelzen und keine Risse bekommen.

Die Gewinnung in den Steinbrüchen erfolgt dadurch, dass nach Erkennung der Schichtung der Gesteine in diese ein Spalt eingearbeitet wird und von diesem aus die Blöcke dann mittels eiserner Keile abgetrieben werden.

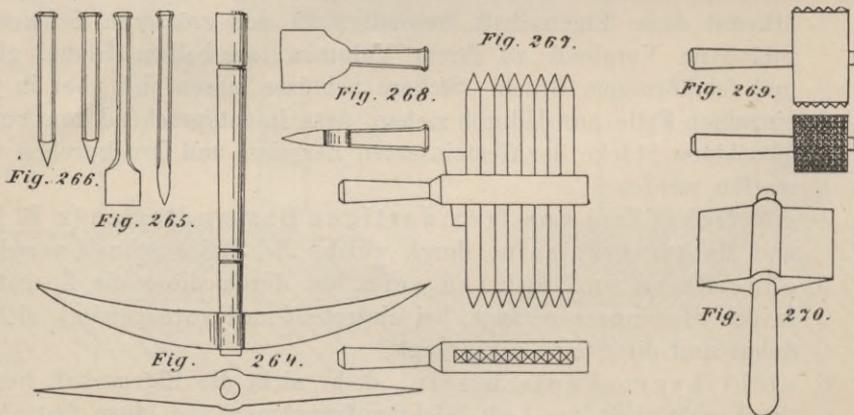
Ein Absprengen der Steine mittels Pulver oder Dynamit darf nur dort stattfinden, wo es nicht auf die Abmessungen und die Form der abzutrennenden

Stücke ankommt oder wo grosse Massen, welche für die Verwendung als Baumaterial verworfen sind, abgehoben werden sollen.

Sollen die gewonnenen Bausteine einer Bearbeitung unterworfen werden, so wird ihnen die erste rohe, wegen des Verlustes bei der späteren weiteren Bearbeitung, nach allen Seiten etwa 5 cm grössere als die endgiltige Form schon im Bruche, wenn sie ihre Bergfeuchtigkeit noch voll besitzen, durch das Bossieren mit dem Zweispitz (Fig. 264) gegeben. Die weitere Bearbeitung erfolgt auf dem Werkplatze oder dem Bauplatze vor oder nach dem Versetzen der Steine.

Die Bearbeitung der Steine in gebrochenen oder gekrümmten Flächen geschieht nach Schablonen, Brettungen oder Lehren aus Holz, Blech oder Pappe; das Uebertragen der Umgrenzungslinien der Schablone auf den Stein nennt man das Abbretten.

Auf den Werk- oder Bauplätzen werden die Steine mit dem Schlageisen (Fig. 265) nach allen Seiten an den Ecken und Kanten mit Schlägen versehen. Die mittleren, roh bossierten Flächen werden alsdann mit dem Spitzeisen (Fig. 266) gespitzt. Weichere Steine, namentlich Sandsteine, erhalten häufig noch eine weitere sorgfältigere Bearbeitung mit dem Kröneisen (Fig. 267), wodurch die Flächen ein gleichmässig grobgekorntes Aussehen erhalten, oder es werden die Flächen mit dem Scharriereisen (Fig. 268) bearbeitet, wonach parallel zu einander verlaufende flache Rinnen auf den Flächen erscheinen. Vor dem Kröneln der Flächen werden diese meist, des besseren Aussehens wegen und weil beim Kröneln leicht die Kanten abspringen, mit einem 4 bis 6 cm breiten Scharrierschlag eingefasst. Sehr harte Gesteine (wie Granit, Syenit)



werden nicht gekrönelt oder scharriert, sondern mit dem Stockhammer (Fig. 269) grob, fein oder schleifrecht gestockt. Bruchsteine werden häufig, um die grössten Unebenheiten in den Lager- und Sichtflächen zu beseitigen, mit dem Flächhammer (Fig. 270) geflächt. Um sehr gleichmässige und glatte Flächen zu erzielen, können diese nach dem Scharrieren bzw. Stocken geschliffen und gegebenen Falles poliert werden.

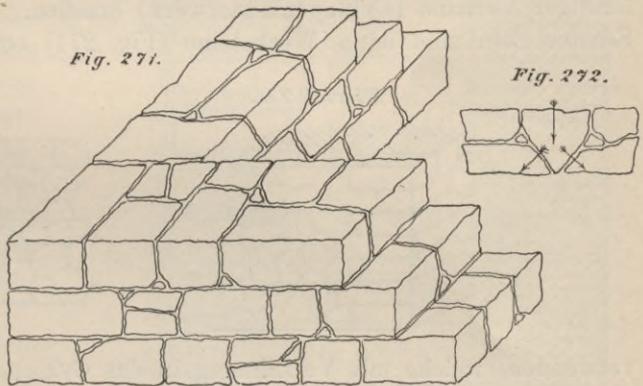
Bei bearbeiteten Werkstücken heisst diejenige Fläche, auf welcher sie in der Mauer gelagert werden sollen, das untere, die dieser gegenüberliegende das obere Lager und die in den äusseren Sichtflächen der Mauer liegende

Fläche die Stirn oder das Haupt des Steines. Das untere Lager muss dasjenige sein, welches der Stein im Felsen inne hatte, weil derselbe dann am widerstandsfähigsten gegen Zerdrücken ist. Zur Kennzeichnung des unteren Lagers arbeitet der Steinmetz gewöhnlich das Zeichen $\#$ und für das obere Lager das Zeichen \bigcirc oder \ominus ein.

a) Mauern aus unbearbeiteten Bruchsteinen.

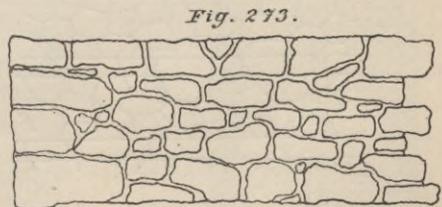
Sind die zur Verfügung stehenden Steine lagerhaft, d. h. sie haben zwei gegenüberliegende Bruchflächen, welche annähernd eben und parallel sind, so sind dieselben so zu legen, dass ein guter Fugenwechsel entsteht und in Abständen von höchstens 1,25 bis 1,50 m in jeder Schicht tief in die Mauer eingreifende, beziehungsweise bei schwächeren Mauern durch die ganze Mauerstärke reichende Steine, sogen. Durchbinder, so eingelegt werden, dass ein oberer immer in die Mitte zweier tiefer liegenden trifft.

Hat man Bruchsteine von gleicher Dicke, so lässt sich damit ein Mauerwerk mit annähernd horizontalen Lagerfugen herstellen, auch lässt sich leicht ein Aufeinandertreffen der Stossfugen vermeiden. Der geübte Maurer findet auch Mittel und Wege, einige vorkommende schwächere Steine geschickt in den einzelnen Schichten so zu verteilen, dass zwei oder mehrere derselben aufeinander gesetzt die Höhe der übrigen Schichtsteine bilden (Fig. 271). Bei den Durchbindern ist darauf zu achten, dass dieselben keine keilige Form (vergl. Fig. 272) besitzen, weil diese leicht Anlass geben, dass die benachbarten Steine aus der Mauer herausgedrängt werden.



Haben die Steine sehr ungleiche Dicken, so lassen sich die einzelnen Schichten nicht mehr mit horizontalen Lagerfugen durchführen. Man muss sich dann darauf beschränken, der Höhe nach alle 1,0 bis 1,50 m eine wagerechte Abgleichung der Schichten herzustellen. Die grössten Steine sind hierbei zur Herstellung des Eckverbandes zu verwenden (Fig. 273).

Die Unregelmässigkeit der Steine bedingt sehr starke Fugen, die man mit kleineren Steinen auszuwickeln sucht. Es ist aber streng darauf zu achten, dass die Verwendung der Zwicker möglichst vermieden wird. Zur Ausfüllung der Fugen lassen sich mit Vorteil auch Ziegelbrocken, welche von den Ziegeleien meist unentgeltlich verabfolgt werden, in den Mörtel hineinschlagen. Die Steine dürfen nicht hochkantig auf „Spalt“



(sogen. Tiroler) gestellt werden, sondern müssen auf ihr natürliches Lager gelegt werden, weil sie sonst schnell verwittern und nach den Schichtflächen abblättern.

Stehen keine gebrochenen Steine, sondern Feldsteine oder Findlinge zur Verfügung, so ist ein regelmässiger Verband nicht durchführbar und es wird nur bei sorgfältigster Auswahl der Steine möglich sein, der ersten Anforderung an jeden Steinverband, dass keine Stossfugen aufeinander treffen, zu entsprechen. Die Steine sind dann am besten unter Verwendung von Zementmörtel so zu legen, dass möglichst viele Durchbinder vorhanden sind, auch sind die unvermeidlichen hohlen Stellen gut mit kleinen Steinen oder Ziegelbrocken zu verzwicken.

Um grössere Feldsteine einigermaßen lagerhaft und verbandfähig zu machen, müssen dieselben gespalten werden. Das Spalten geschieht mittels grosser eiserner Hämmer, durch Sprengen mit Pulver oder unter Verwendung eiserner Keile.

Grosse Findlinge (eratische Blöcke) werden gleich an Ort und Stelle gesprengt, kleinere aber auf der Baustelle zerschlagen und roh zugehauen. Mit den so gewonnenen polygonalen Stücken lässt sich ein ziemlich guter netzförmiger Verband (Cyklopenmauerwerk) erzielen. Zu den Gebäude-, Thür- und Fensterecken sind dann Werksteine (Fig. 274) oder Ziegelsteine (Fig. 275) zu

Fig. 274.

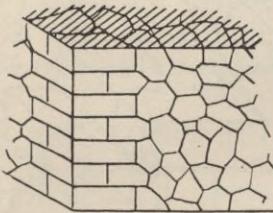
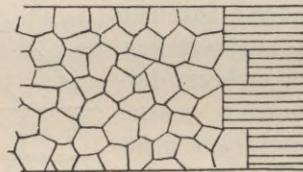


Fig. 275.



verwenden, welche mit Verzahnung in das Cyklopenmauerwerk eingreifen. Zur Herbeiführung grösserer Haltbarkeit, auch wohl des besseren Aussehens wegen, werden häufig in Abständen von 0,70 bis 1,0 m wagerechte Schichten von Werksteinen (Fig. 276) oder Ziegelsteinen (Fig. 277) eingelegt.

Fig. 276.

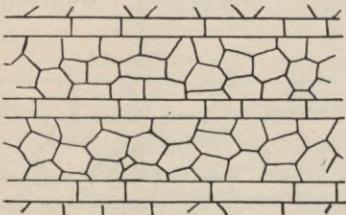
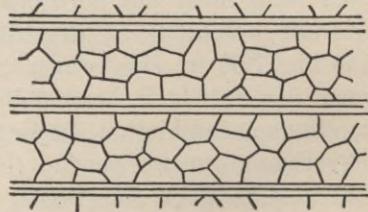


Fig. 277.



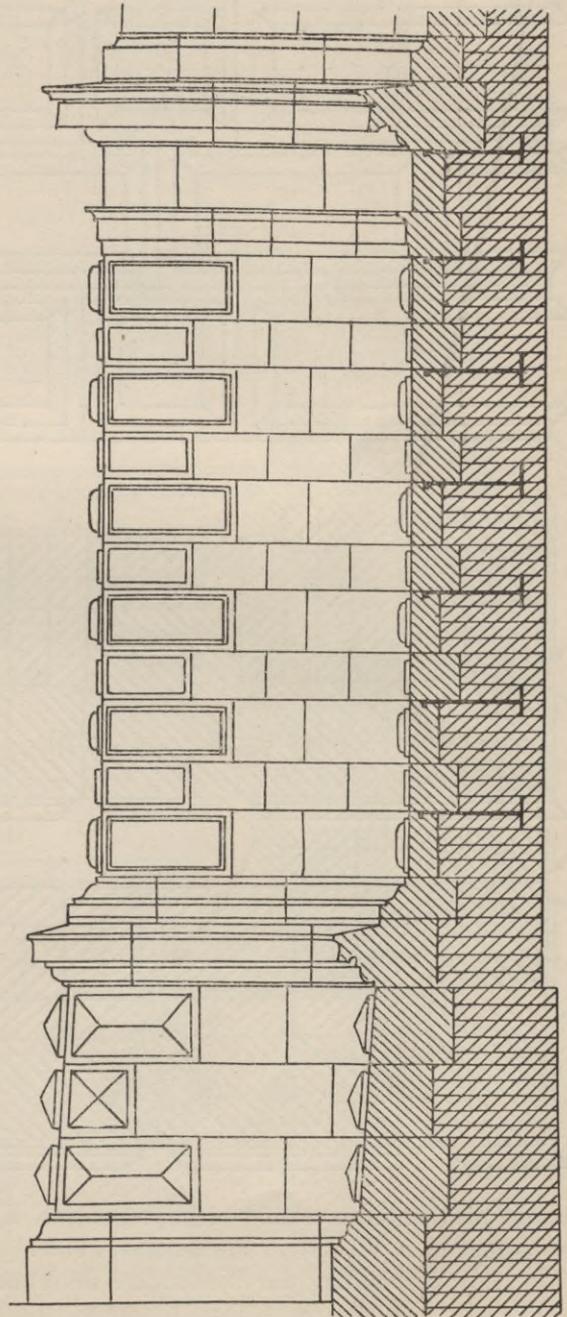
Die Stärke der Mauern aus lagerhaften Bruchsteinen ist mindestens 15 bis 20 cm und die der Mauern aus Feldsteinen mindestens 25 bis 30 cm grösser anzunehmen, als die der Mauern aus Ziegelsteinen.

b) Mauern aus bearbeiteten Steinen.

Bei Hochbauten kommt Mauerwerk aus bearbeiteten Werksteinen meist nur für die Aussenmauern und auch hier nur als Blendmauerwerk mit Ziegelstein-Hintermauerung in Frage. Die Regeln für den Verband der Werkstücke sind im allgemeinen dieselben wie für den der Ziegelsteine. Entweder lässt man immer eine ganze Läufer-schicht auf eine Binderschicht folgen, so dass die Hintermauerung mit Verzahnung in die Verblendung eingreift (Fig. 278), oder man lässt in den einzelnen Schichten Läufer und Binder derart abwechseln, dass auf alle zwei bis drei Läufer je ein Binder folgt, welcher das Zwei- bis Dreifache seiner Höhe zur Länge erhält (Fig. 279). Die Fugenkanten der Quader werden auf etwa 3 cm Tiefe genau gerade und eben bearbeitet, während im übrigen die Zwischenräume mit Mörtel ausgefüllt werden. Die Fugenstärke in den Sichtflächen nimmt man gewöhnlich zu 4 bis 5 mm an.

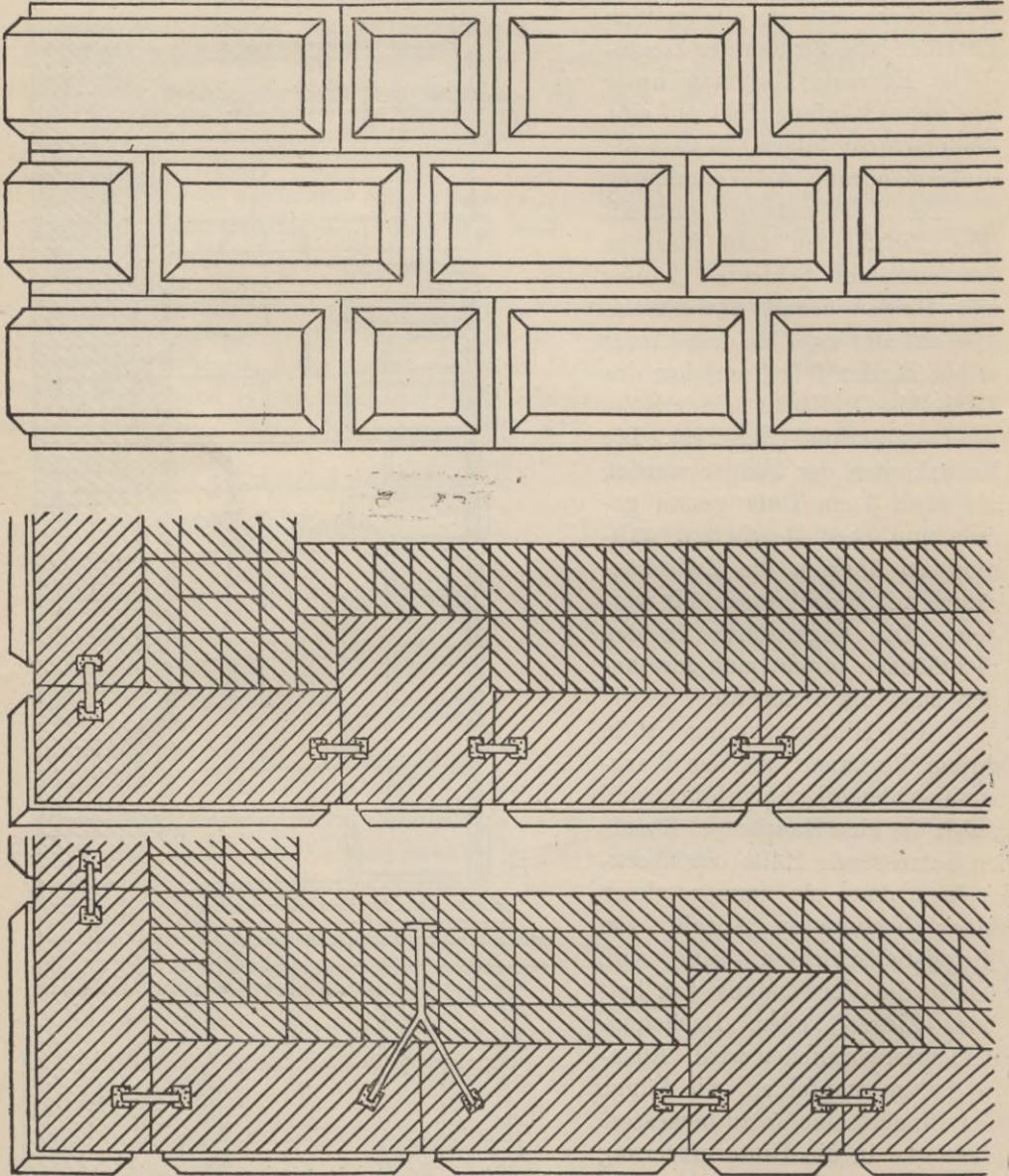
Die Hintermauerung ist in gutem Verbande mit der Werksteinverblendung aufzuführen und daher ist eine Hauptregel für die zu bemessende Höhe der Werksteine, dass sie immer gleich einer bestimmten Anzahl von Ziegelsteinschichten sein soll, damit die Verwendung von halben Ziegel- oder Dachsteinschichten vermieden wird. Ebenso ist zu empfehlen, die Länge der Bindersteine so zu bemessen, dass der in die Hintermauerung eingreifende Teil derselben der Teil oder das Mehrfache einer Ziegelsteinlänge beträgt, so dass Flickwerk mit Ziegelbrocken im Innern der Mauer vermieden wird.

Fig. 278.



Als Bindemittel für die Hintermauerung empfiehlt sich verlängerter Zementmörtel. Vor Ausführung der Hintermauerung sind alle Werkstücke, namentlich wenn diese aus Sandstein bestehen, mit heissem Asphalt an den rückseitigen und den übrigen in die Hintermauerung eingreifenden Flächen zu überziehen,

Fig. 279.



damit die Hintermauerung nicht durch den die Feuchtigkeit aus der Luft leicht aufnehmenden Werkstein durchnässt werde.

Zur Verbindung der Werksteine untereinander und mit der Hintermauerung verwendet man eiserne Dübel, Klammern und Anker, welche zum Schutz gegen

Rosten verzinkt oder verbleit werden. Die 8 bis 10 cm langen Dübel (Fig. 280) werden aus 2 bis 3 cm starkem Quadrateisen, die 20 bis 25 cm langen Klammern (Fig. 281) und die 40 bis 50 cm langen Anker (Fig. 282) aus 25 bis 30 mm breitem und 8 bis 10 mm starkem Flacheisen hergestellt. Besonders bei Gebäudesockeln, welche gewöhnlich mit schwachen, oft nur 12 bis 15 cm starken Platten aus sehr hartem und wetterbeständigem Material (Granit, Syenit) verblendet werden, ist eine sorgfältige Verankerung beziehungsweise Verklammerung der Platten unter sich und mit der Hin-

Fig. 280.

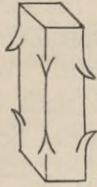


Fig. 281.

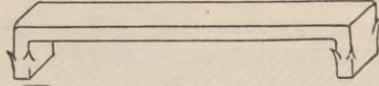


Fig. 282.

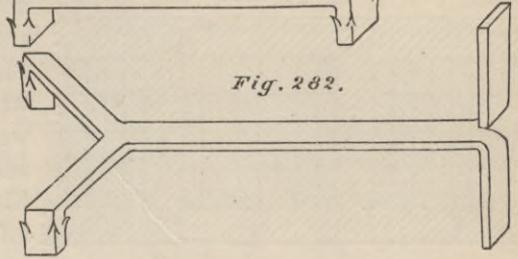
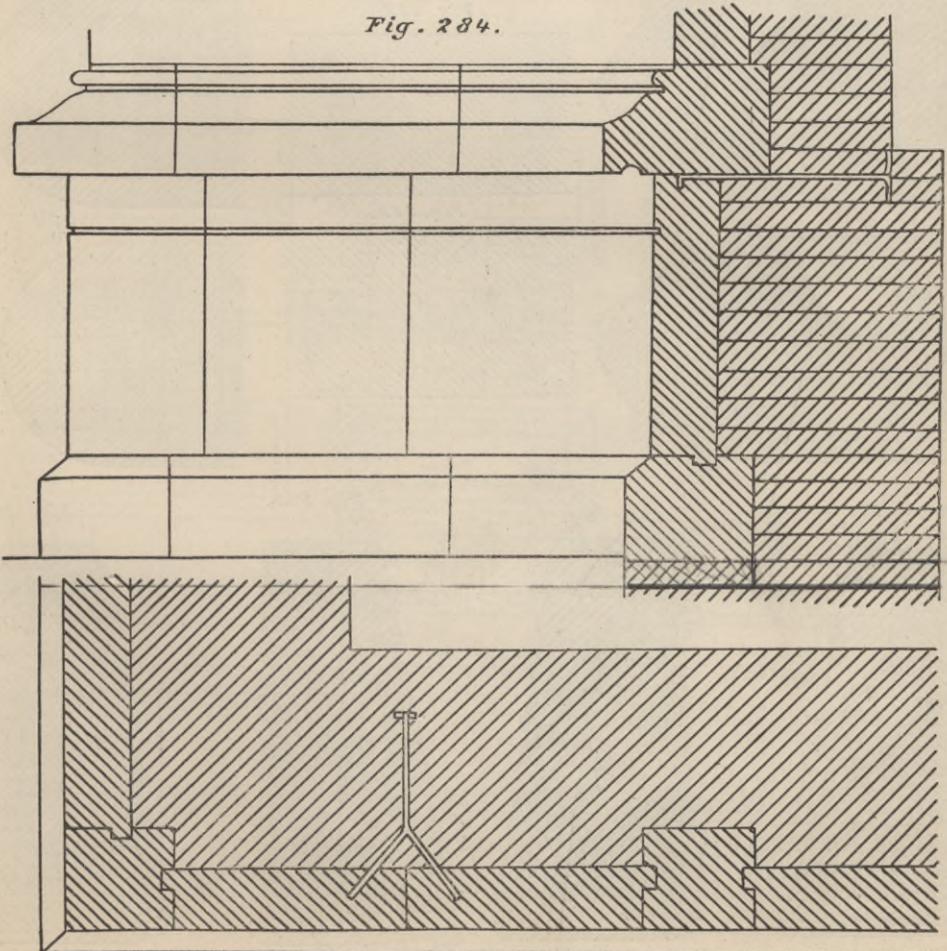


Fig. 283.

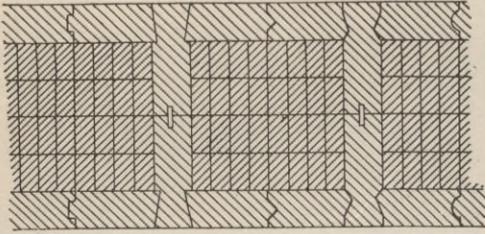


Fig. 284.



termauerung unerlässlich (Fig. 283). An den Gebäudeecken sind auch dann kräftigere Steine vorzusehen, in welche die Platten falzartig eingelassen werden können (Fig. 284).

Fig. 285.



Die Eisenteile werden in den Steinen mittels Zement, Blei oder Schwefel vergossen. Wegen des Schwindens muss Blei nach dem Erkalten nachgestemmt werden; Schwefel muss so weit erhitzt werden, dass er eine tiefbraune Färbung annimmt, weil er sich sonst mit dem Eisen zu Schwefeleisen verbindet, welches infolge seiner Ausdehnung die Steine zersprengt.

Ist ein Herausdrängen des Mauerwerks zu befürchten (z. B. bei Kai- und Böschungsmauern, Brückenpfeilern u. s. w.), so verankert man die Läufersteine wohl dadurch, dass man sie schwalbenschwanzartig, hakenförmig oder mit Spun-

Fig. 287.

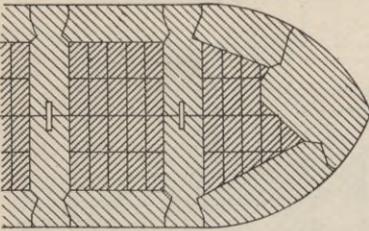


Fig. 288.

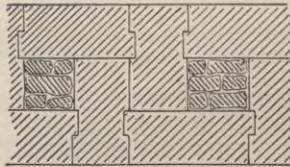


Fig. 286.

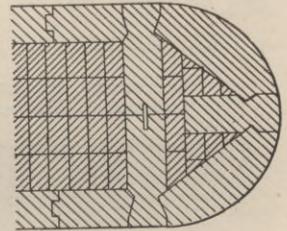


Fig. 289.

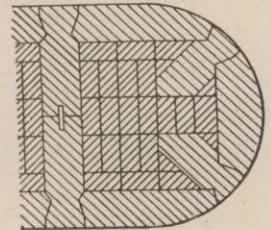
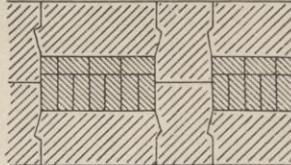


Fig. 290.

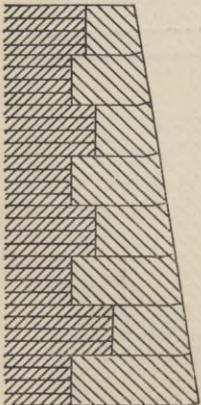


Fig. 291.

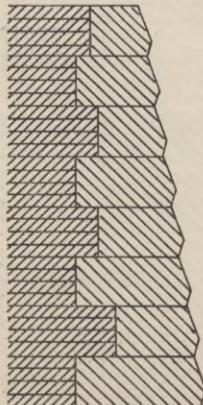


Fig. 292.

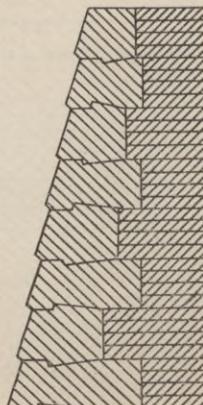
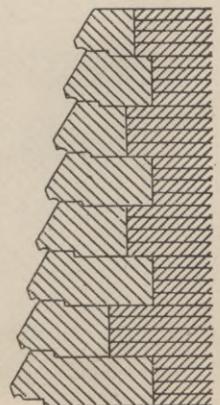
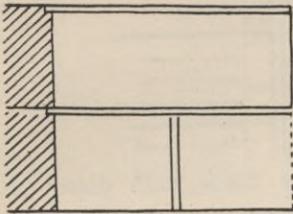
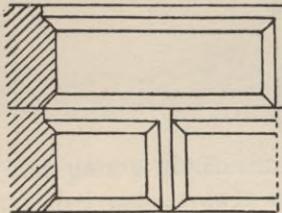
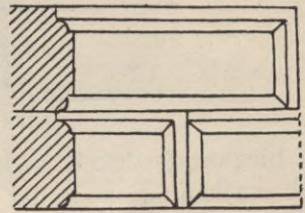
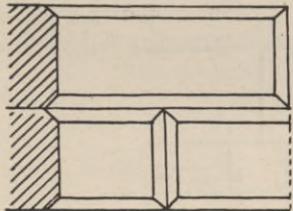
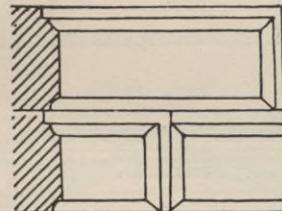
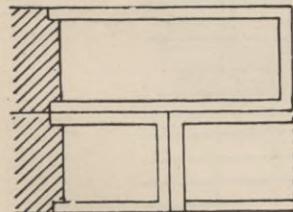
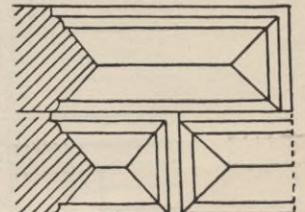
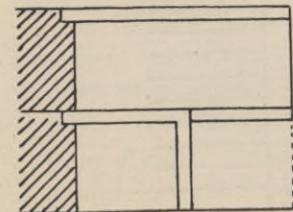
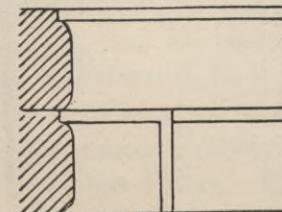
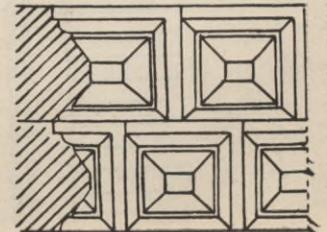


Fig. 293.



dung untereinander und in die Bindersteine eingreifen lässt (Fig. 285 bis 289). Spitze Winkel sind hierbei möglichst zu vermeiden, weil diese leicht Anlass zu Beschädigungen der Kanten geben. Zur Umgehung des letzteren Uebelstandes werden auch wohl bei Mauern mit vorderer abgeböschter Fläche die Kanten der Lagerflächen (Fig. 290) oder der Stirnfläche (Fig. 291) gebrochen, auch können die Lagerflächen hakenförmig nach den Fig. 292 und 293 gestaltet werden, um ein Herausschieben der Steine zu verhindern.

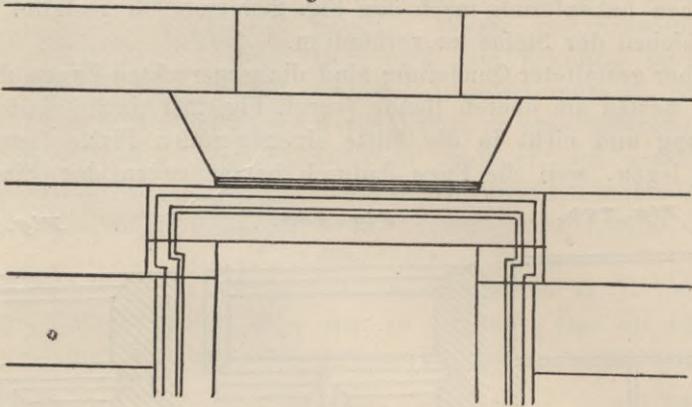
Bei reicher gestalteter Quaderung sind die wagerechten Fugen der einzelnen Schichten am besten am oberen Rande (vergl. Fig. 294 bis 299 und 302 bis 305) der Profilierung und nicht in die Mitte einer geraden Platte (vergl. Fig. 300 und 301) zu legen, weil die Fuge dadurch besser gegen das Eindringen von

Fig. 284.*Fig. 295.**Fig. 296.**Fig. 297.**Fig. 298.**Fig. 299.**Fig. 300.**Fig. 301.**Fig. 302.**Fig. 303.**Fig. 304.**Fig. 305.*

Regen geschützt ist und kleine Unregelmässigkeiten derselben weniger in die Erscheinung treten.

Die Ueberdeckung der Oeffnungen kann mit Werksteinen entweder in der Form von Steinbalken oder von Bogen erfolgen. Da bei den Steinbalken

Fig. 306.



die Biegungsfestigkeit verhältnissmässig gering ist, so muss man dieselben so hoch machen, dass sie der zu erwartenden Belastung genügen, oder man muss

Fig. 307.

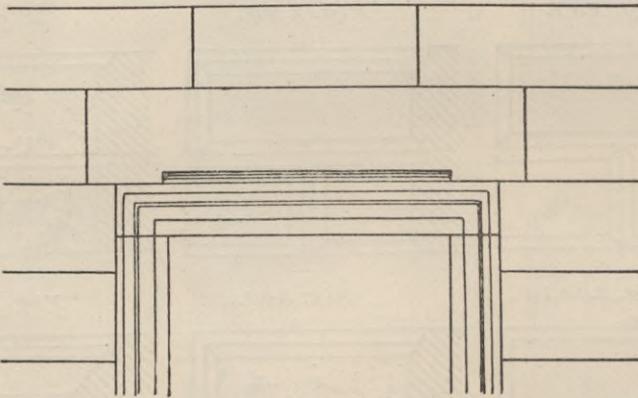
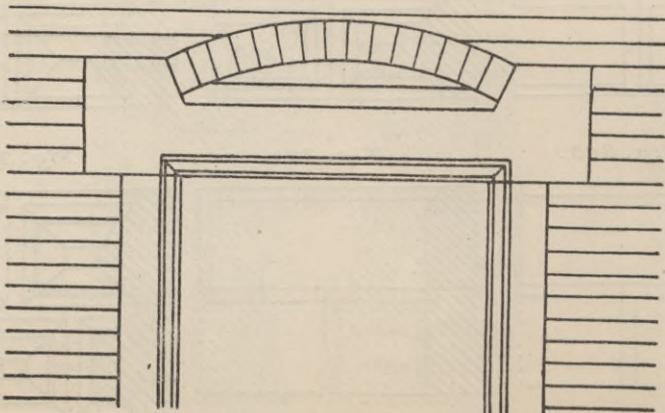
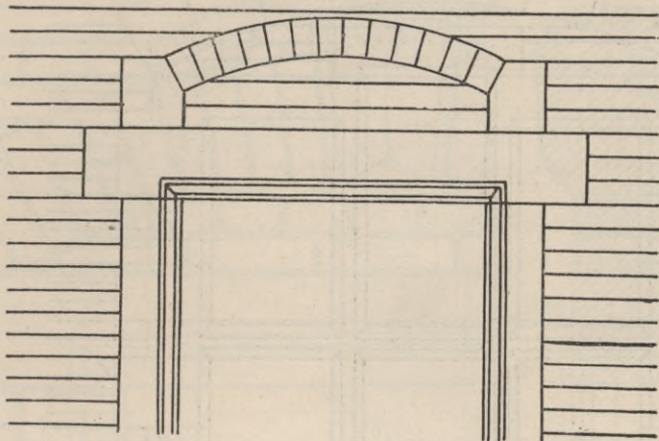


Fig. 308.



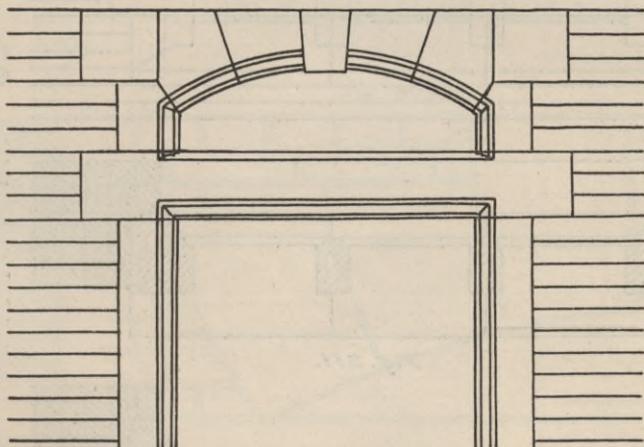
über ihnen Entlastungs-Konstruktionen anbringen. Bei geringen Spannweiten kann die Entlastung durch eine Hohlfuge bewirkt werden, wenn darüber ein genügend hohes anderes Werkstück folgt (Fig. 306 und 307). Anderenfalls sind Entlastungsbögen (Fig. 308 bis 313) oder gegeneinander sich stemmende

Fig. 309.



Werkstücke, sogen. Spansschichten (Fig. 314) anzuordnen. Bei der geringen Spannweite gewöhnlicher Thüren und Fenster von 1,0 bis 1,50 m genügen meist Entlastungsbögen von $\frac{1}{2}$ bis 1 Stein, wenn diese in Ziegelsteinen ausgeführt werden; bei grösseren Spannweiten muss man sie $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Stein stark machen.

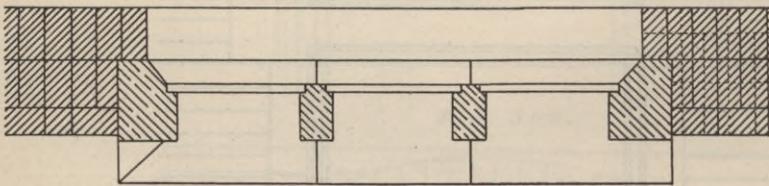
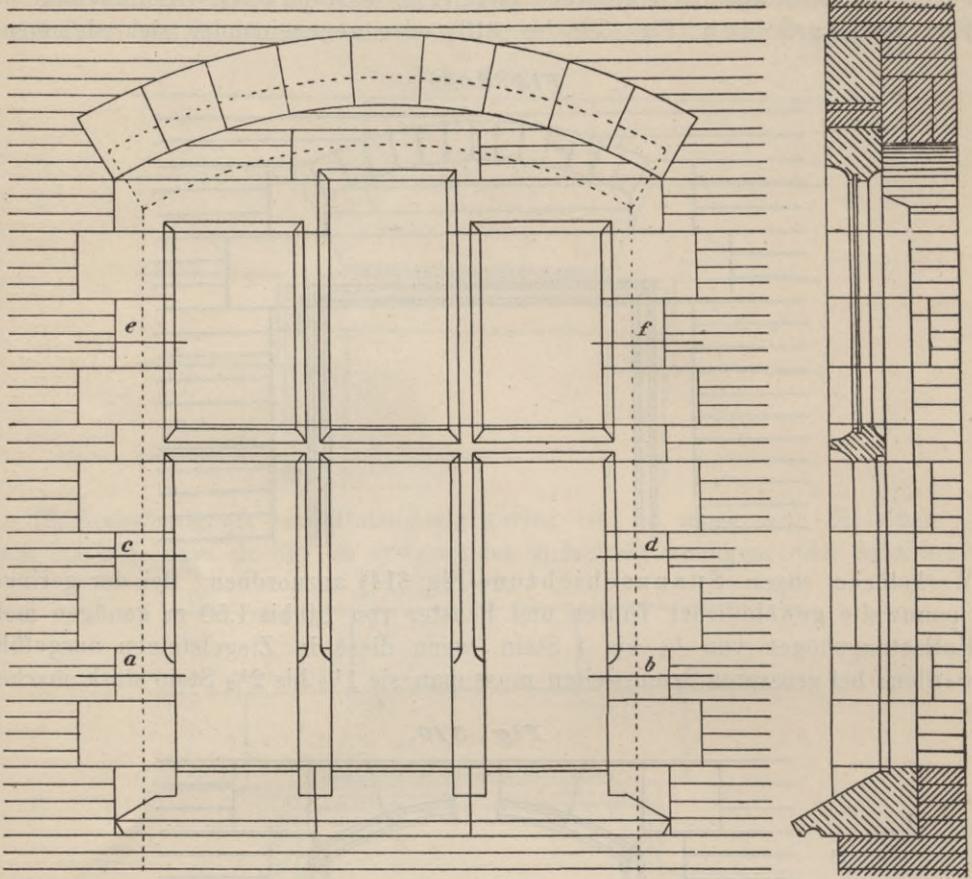
Fig. 310.



Der Raum zwischen Entlastungsbogen und Fenstersturz ist ebenso wie derjenige der Entlastungsfugen und wie der zwischen Spansschichten und Sturz erst dann zu schliessen, wenn das Gebäude im Rohbau vollendet und ein weiteres Setzen des Mauerwerks nicht mehr zu erwarten steht.

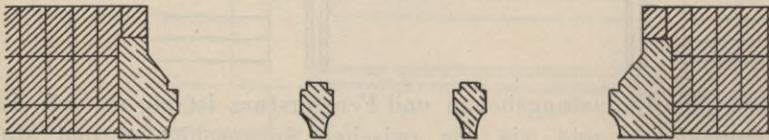
Die Ueberwölbung der Oeffnungen erfolgt ebenso wie mit Ziegelsteinen durch einzelne keilförmig gestaltete Steine. Hierbei können alle die Formen Anwendung finden, welche bereits bei der Besprechung der Bögen aus Ziegel-

steinen (Seite 46) Erwähnung fanden. Scheitrechte Bögen (Fig. 315 und 317) treten an Stelle der Steinbalken, wenn die untere Begrenzung eine wagerechte

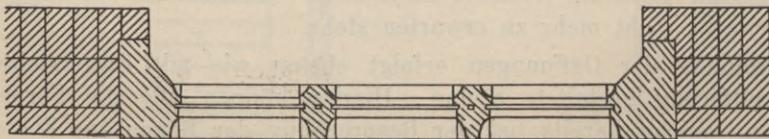


Schnitt a-b

Fig. 311.



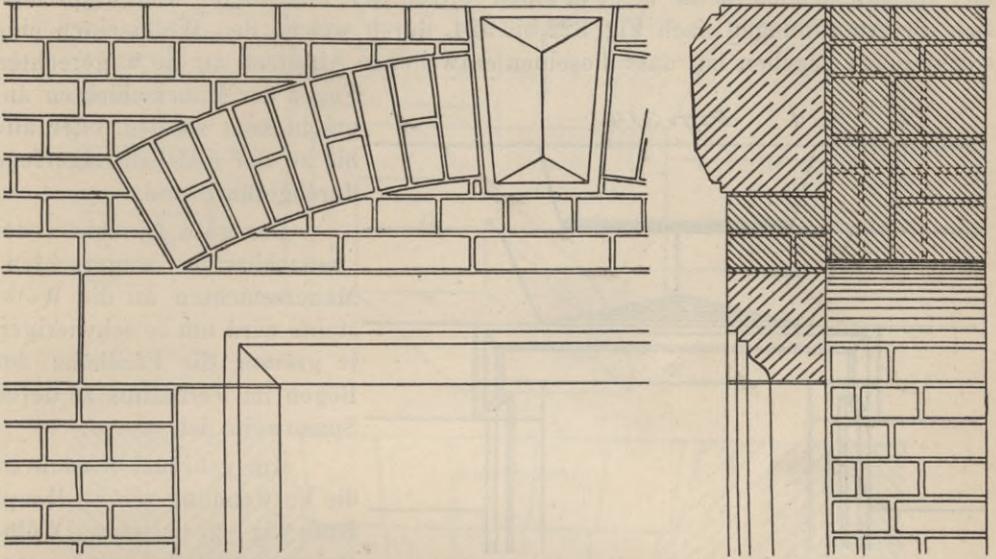
Schnitt c-d



Schnitte f

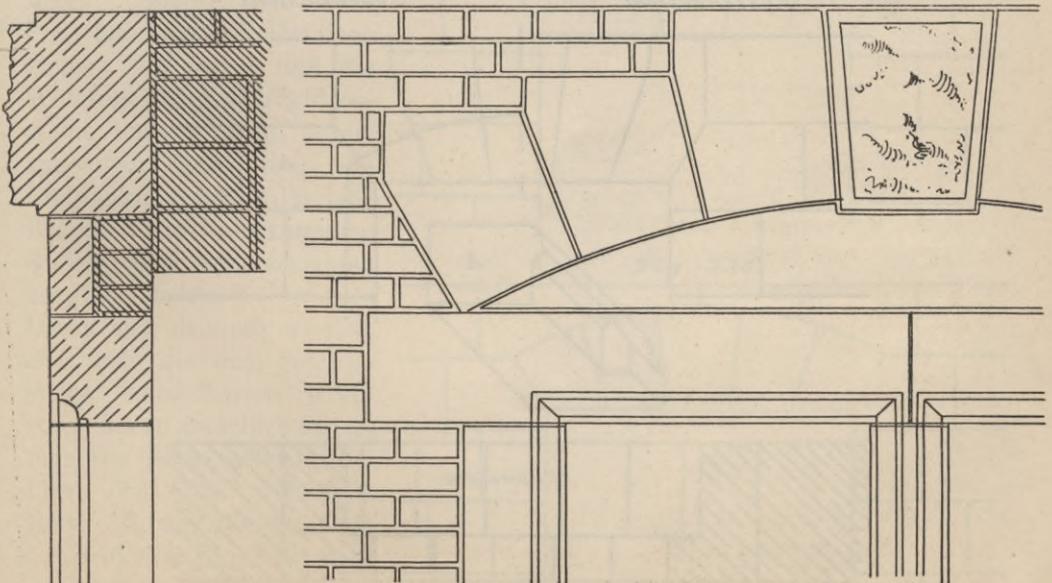
sein soll. Bei stärker belasteten Bögen oder grösseren Spannweiten kann man dadurch eine Verstärkung der scheidrechten Bögen herbeiführen, dass man die obere Laibungslinie segmentförmig oder nach dem Scheitel gerade ansteigend gestaltet (Fig. 317 und 318), oder indem man dieselben durch einen Stichbogen

Fig. 312.



(Fig. 319) entlastet. Damit an den Wölbsteinen stark spitzwinkelige Kanten vermieden werden, ordnet man die Kämpferfuge meist etwas tiefer als die innere Bogenlinie an und bricht auch wohl die Fugenkanten an der inneren und äusseren Bogenlinie (Fig. 320).

Fig. 313.



Bei Flachbögen wird nur selten die Rückenlinie konzentrisch zu der inneren Laibungslinie gestaltet, weil dann die anschliessenden Mauersteine in dem unteren Lager ebenfalls nach der Rückenlinie abgearbeitet werden müssen.

Die dem Scheitel des Bogens zunächst liegende Lagerfuge der Mauer-schichten muss dann wenigstens 5 cm über diesem liegen (Fig. 321), damit die hier anschliessenden Steine nicht in einen spitzen Keil auslaufen. Mehr empfehlen sich die Anordnungen nach Fig. 322 bis 324, durch welche den Wölbsteinen eine solche Form gegeben ist, dass dieselben entweder in Absätzen an die wagerechten

Fugen der Mauer-schichten an-geschlossen werden, oder alle bis zu der gleichen Lagerfuge durchgeführt sind.

Der gute Anschluss der benachbarten wagerechten Mauer-schichten an die Wölbsteine wird um so schwieriger, je grösser die Pfeilhöhe der Bögen im Verhältnis zu deren Spannweite ist.

Am gebräuchlichsten ist die Verwendung von im Haupt fünf-eckig gestalteten Wölbsteinen, welche mit recht-

winkelig aufeinander treffenden Kanten an die Mauer-schichten anschliessen. Sollen die Wölbsteine gleich dick, die Wölb-fugen gleich lang und die Mauer-schichten gleich hoch werden, so ist das angegebene Mittel nicht durchführbar.

Fig. 314.

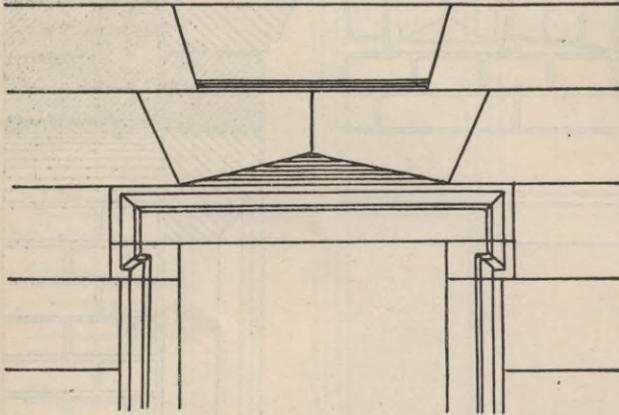


Fig. 315.

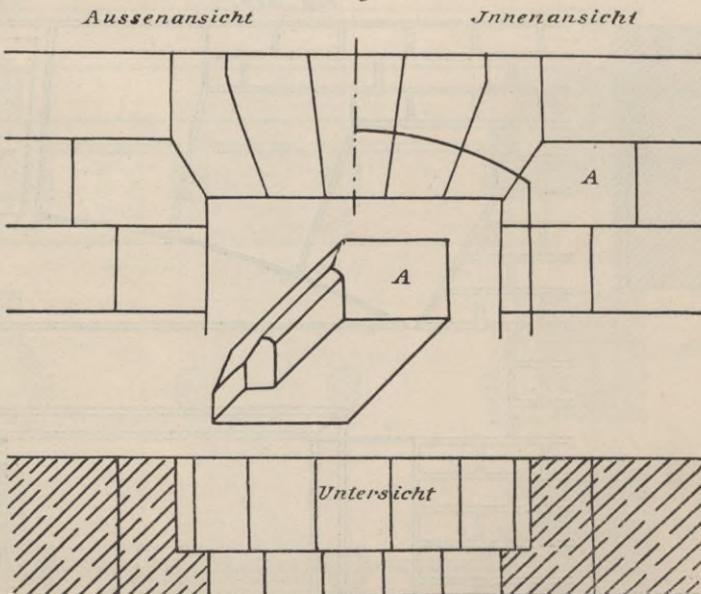
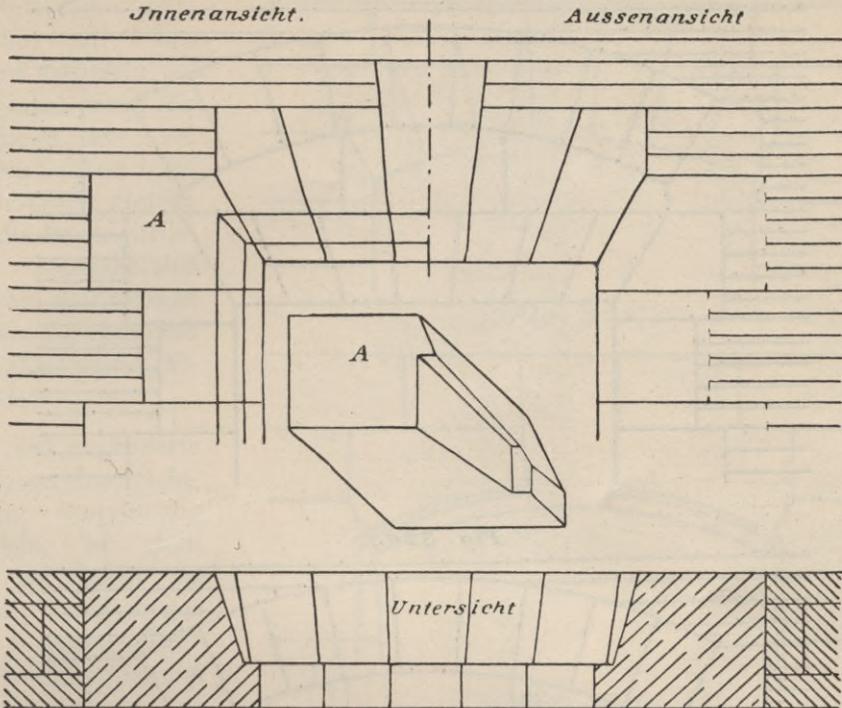


Fig. 316.



Man verzichtet deswegen oft auf die gleiche Höhe der Mauerschichten und die gleiche Länge der Lagerfugen, indem man nach Fig. 325 den Wölbsteinen gleiche Dicke gibt und die Wölbungen nach dem Schlusssteine hin an Länge derart zunehmen lässt, dass die Endpunkte derselben in eine Bogenlinie zu liegen kommen. Gleich hohe Mauerschichten bei gleich dicken Wölbsteinen lassen sich dadurch erzielen, dass man die dem Schlusssteine benachbarten Wölbsteine bis zu derselben Lagerfuge wie jenen selbst durchführt (Fig. 326 und 327). Eine oft angewendete, in konstruktiver Hinsicht jedoch verwerfliche Anordnung ist

Fig. 317.

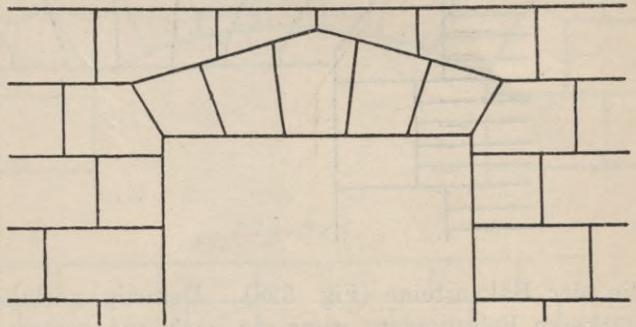


Fig. 318.

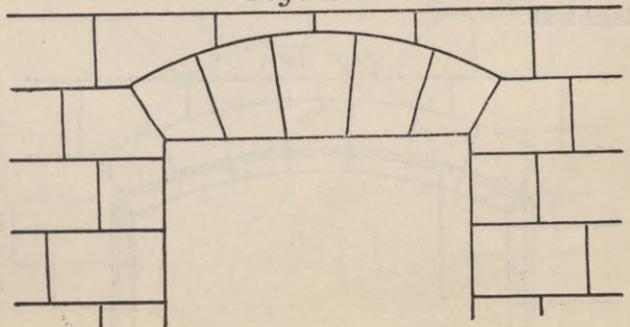
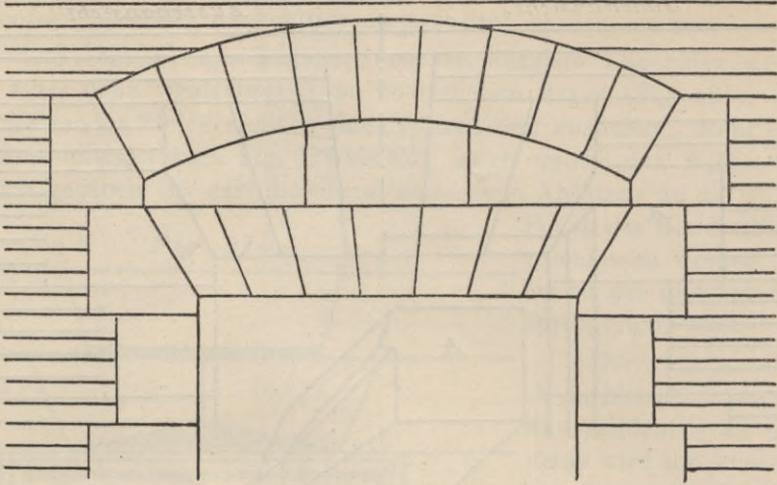
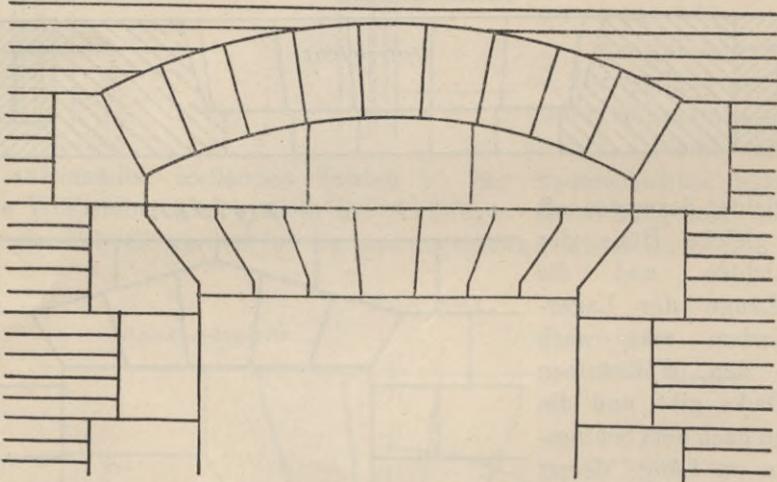
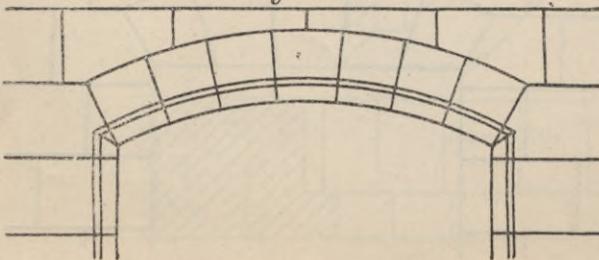


Fig. 319.*Fig. 320.*

die der Hakensteine (Fig. 328). Derartig gestaltete Wölbsteine brechen bei stärkeren Belastungen, wenn sie auch aus bestem Material gearbeitet sind, an den Stellen, wo die Lagerfugen der Mauerschichten auf die Wölbungen treffen, leicht ab.

Fig. 321.

Soll die Bogenlinie durch eine Profilierung hervorgehoben werden, so kann diese entweder ohne Rücksicht auf die Form der Wölbsteine angeordnet werden (Fig. 329), oder man gibt den Wölbsteinen nur die Stärke der Bogengliederung und ordnet

über diesen besondere Anschlusssteine (Figur 330) an. Ein besseres Aussehen erreicht man, wenn die Wölbungen nur bei den dem Schlusssteine benachbarten Steinen über die Bogengliederung hinausgeführt wird, bei den übrigen Steinen dagegen mit jener abschneidet (Figur 331).

Sind gegliederte Bogen von einer rechteckigen Umrahmung umgeben, so stellt man bei nicht zu grossen Abmessungen die Bogenschenkel zwischen Kämpfer und Schlussstein mit den Zwickeln aus einem einzigen Stück (Figur 332) her, oder man schiebt den Zwickel oder die mittleren Teile desselben als selbständige grosse Werkstücke gegen die Wölbsteine (Fig. 333 bis 335).

Die seitliche Begrenzung der Oeffnungen, das „Gewände“, stellt entweder nur die Endigung der Mauer und des Verbandes derselben dar (vergl. Figur 311), oder sie tritt als selbständiger Teil der Wand auf, welcher entweder gar nicht, oder nur durch

Fig. 322.

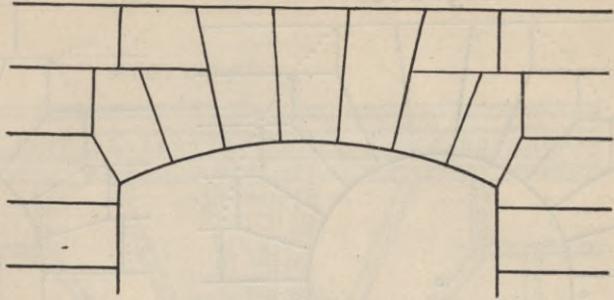


Fig. 323.

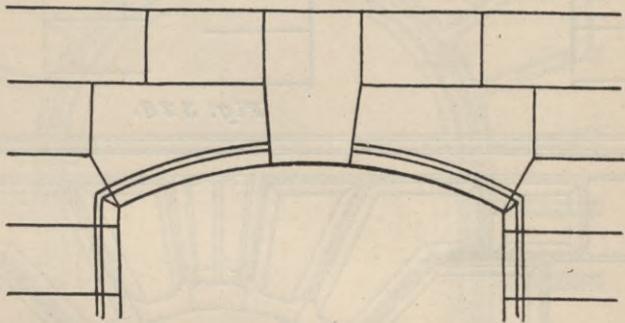


Fig. 324.

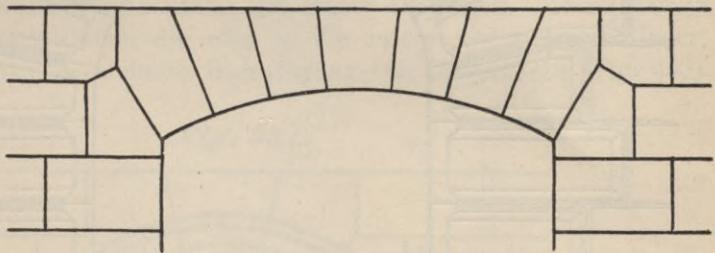


Fig. 325.

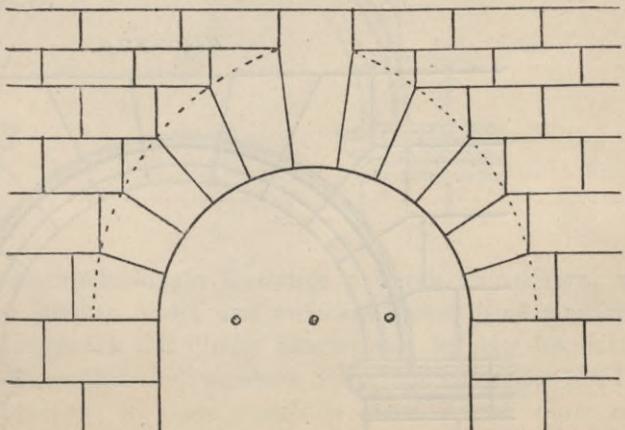
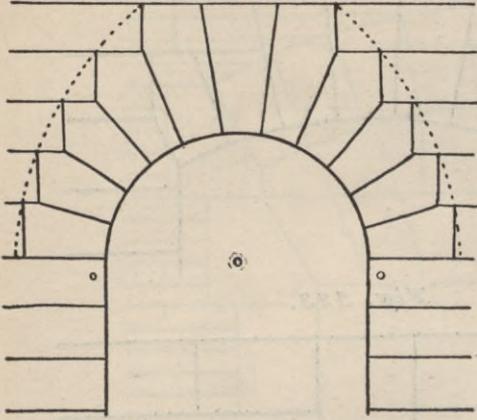
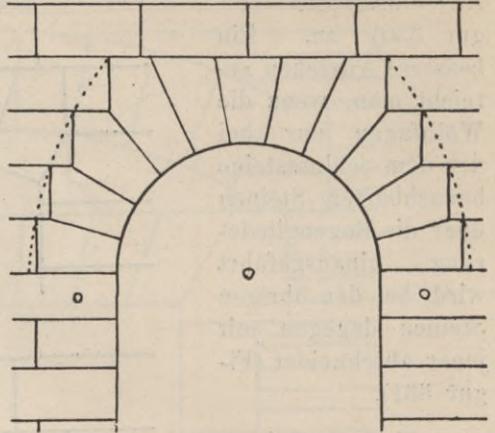
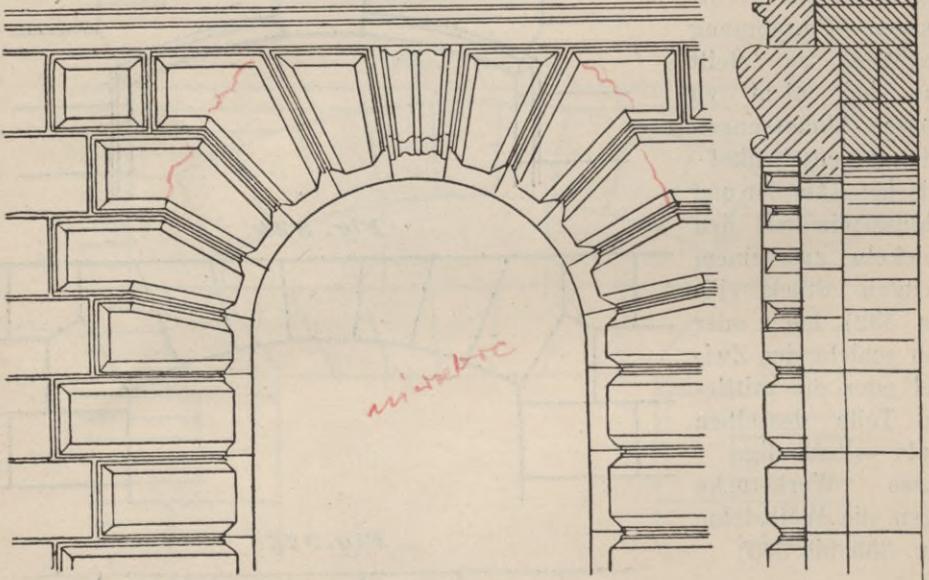
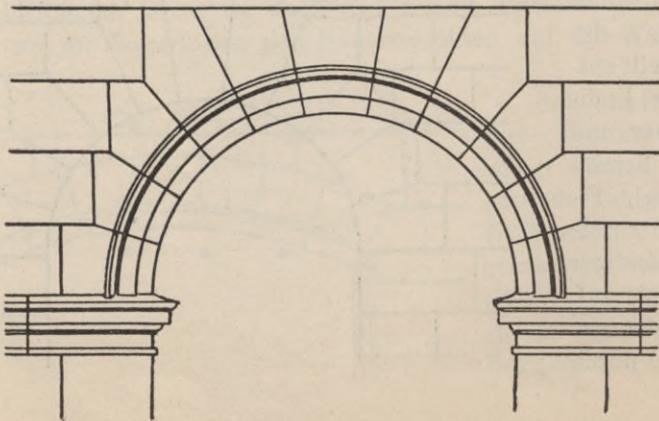
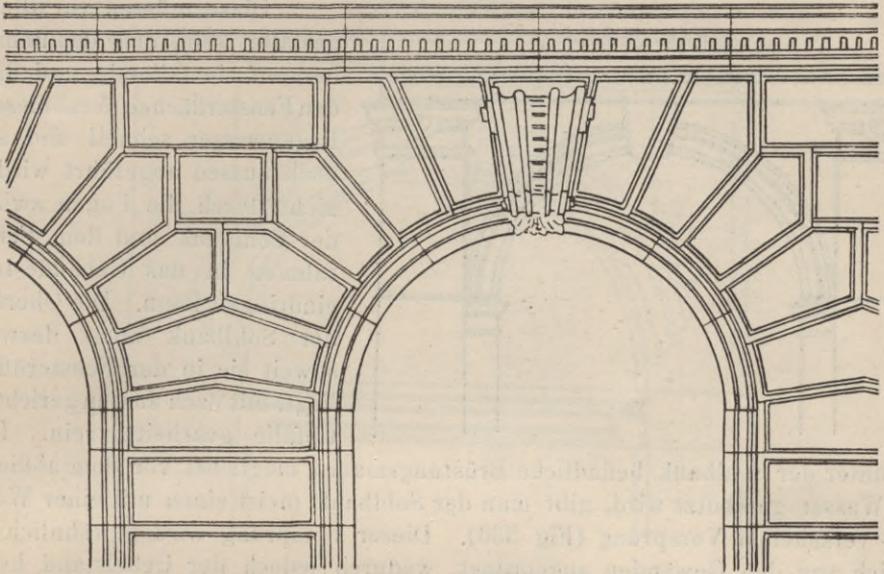


Fig. 326.*Fig. 327.**Fig. 328.**Fig. 329.*

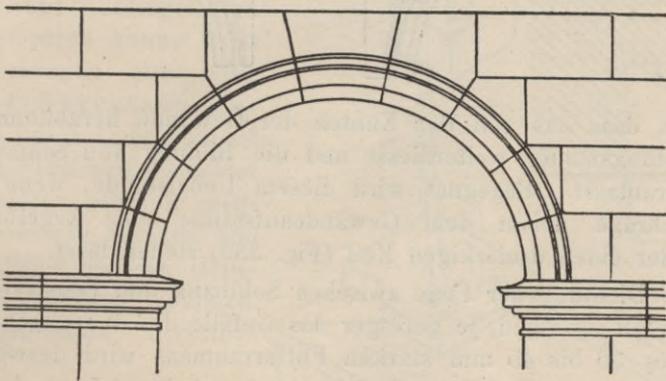
einzelne Bindersteine, oder durch Eisenanker mit der Mauer in Verband gebracht wird.

Fig. 330.



Lange Gewände, welche nicht tief in die Mauer eingreifen, sichert man in ihrer Stellung meist durch Dübel, die man in die untere und obere Auflagerfläche einlässt, häufig auch noch durch Hinzufügung von Stichankern (Fig. 336).

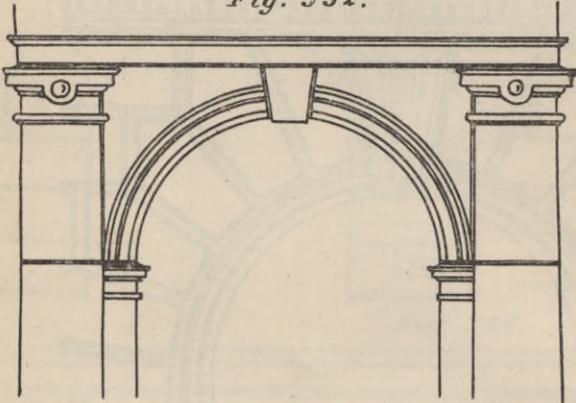
Fig. 331.



Auch sucht man wohl die Nachteile langer Gewände dadurch zu mildern, dass man dieselben aus mehreren Stücken bildet und zwischen diesen Binder anordnet (Fig. 337), welche in das Mauerwerk der Pfeiler eingreifen. Infolge des Setzens der Pfeiler können jedoch, namentlich bei weichem Stein, die eingreifenden Teile der Bindersteine leicht abbrechen, so dass dieselben ihren Zweck dann nicht mehr erfüllen.

Hinsichtlich der unteren Begrenzung der Thür- und Thor-Oeffnungen kann auf das bei den Maueröffnungen aus Ziegelsteinen auf Seite 70 Gesagte verwiesen werden, so dass nur erübrigt, die Anordnung und Konstruktion der Fenstersohlbänke näherer Betrachtung zu unterziehen.

Fig. 332.



Diese müssen vor allem so gestaltet sein, dass das unmittelbar auf sie fallende und das an den Fensterflächen herabfließende Regenwasser schnell und sicher nach aussen abgeführt wird und nicht durch die Fugen zwischen der Sohlbank und dem Fensterahmen in das Gebäude-Innere eindringen kann. Die Oberfläche der Sohlbank muss deswegen, soweit sie in der Fensteröffnung liegt, mit nach aussen gerichtetem Gefälle gearbeitet sein. Damit

die unter der Sohlbank befindliche Brüstungsmauer möglichst vor dem abfließenden Wasser geschützt wird, gibt man der Sohlbank meist einen mit einer Wassernase versehenen Vorsprung (Fig. 336). Dieser Vorsprung wird gewöhnlich auch seitlich von den Gewänden angeordnet, wodurch jedoch der Uebelstand hervor-

Fig. 333.

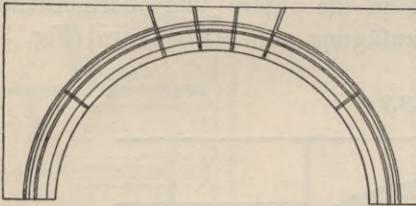
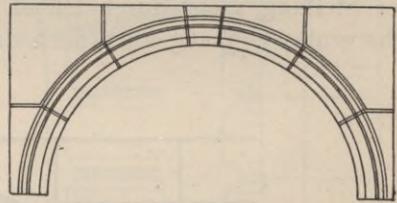


Fig. 334.



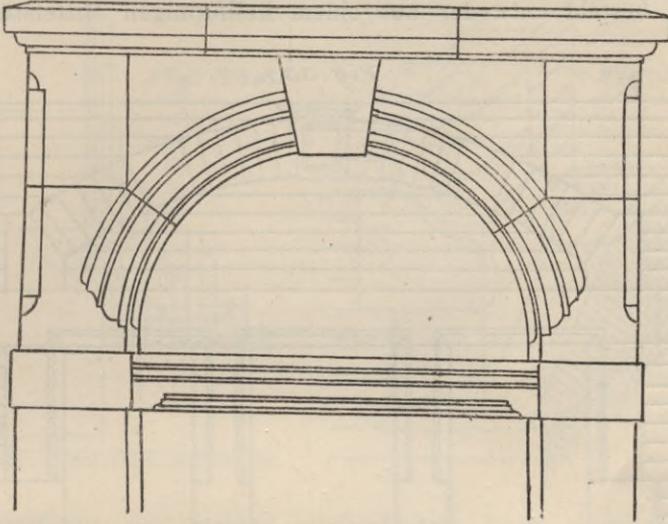
gerufen wird, dass das von den Kanten der Gewände herabkommende Wasser an der Brüstungsmauer weiterfließt und die Bildung von Schmutzstreifen auf derselben veranlasst. Begegnet wird diesem Uebelstande, wenn man auf der seitlichen Schräge neben dem Gewändeaufstande eine kegelförmige Fläche (Fig. 338) oder einen dreieckigen Keil (Fig. 339) stehen lässt.

Auf die Dichtung der Fuge zwischen Sohlbank und Fensterrahmen ist um so mehr Sorgfalt zu legen, je geringer das Gefälle des Wasserschlages ist. Zur Aufnahme des 35 bis 45 mm starken Futterrahmens wird deswegen bei Sohlbänken mit geringem Gefälle meist durch eine 1 bis 1,5 cm hohe Leiste ein Falz gebildet, welcher hinter dem Gewändeaufstand auf Anschlagbreite fortzuführen ist (vergl. Fig. 336 bei a).

Unterhalb der Sohlbänke ist immer eine Entlastungsfuge auf die Breite der lichten Fensteröffnung anzuordnen, wenn dieselben aus einem Stück hergestellt sind und von den Gewänden belastet werden. Im Mittelalter hat man den Sohlbänken meist so steile Wasserschläge (Fig. 340 und 341) gegeben, dass

auch ohne Anbringung eines Falzes zur Aufnahme des Futterrahmens ein Eindringen des Regenwassers in das Gebäude-Innere ausgeschlossen erscheint. Es dürfte sich jedoch auch hier immer empfehlen, das untere wagerechte Stück

Fig. 335.



des Futterrahmens mit Wasser-schenkel zu versehen, um die Fuge zwischen diesem und der Sohlbank trocken zu erhalten.

Soweit man die Werksteine nicht an den Ort ihrer Bestimmung tragen oder auf untergelegten Walzen hinbefördern kann, muss man Transportwagen zur Hilfe nehmen. Das Versetzen der Werksteine durch Umkanten ist nur zu ebener Erde und auch hier nur bei leichteren Stücken möglich. Bei schwereren Stücken und in grösserer Höhe müssen Hebezeuge*) in Anwendung kommen. Die gebräuchlichsten derselben sind:

1. Das Kranztau. Dasselbe wird namentlich für weichere Steine ver-

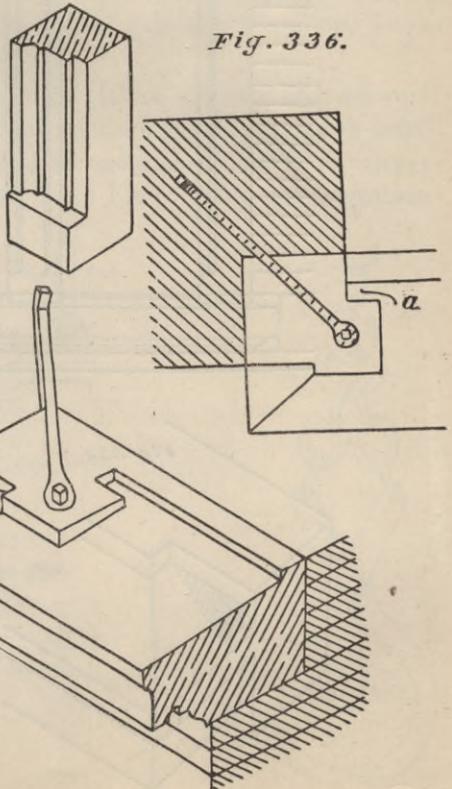


Fig. 336.

*) Vergl. Opderbecke und Issel, Die Bauformenlehre. III. Werksteinbau. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig. Preis 5 Mark.

wendet; man schlingt dasselbe zweimal um den Stein und hängt diesen an den Haken des von der Bauwinde herabhängenden Tauses. Die Kanten des Steines schützt man durch untergelegte Strohbüschel oder Brettstücke (Fig. 342).

2. Der kleine Wolf wird zum Heben von härteren Steinen benutzt. Er besteht entweder aus einem keilförmigen Mittelstück und zwei

Fig. 337.

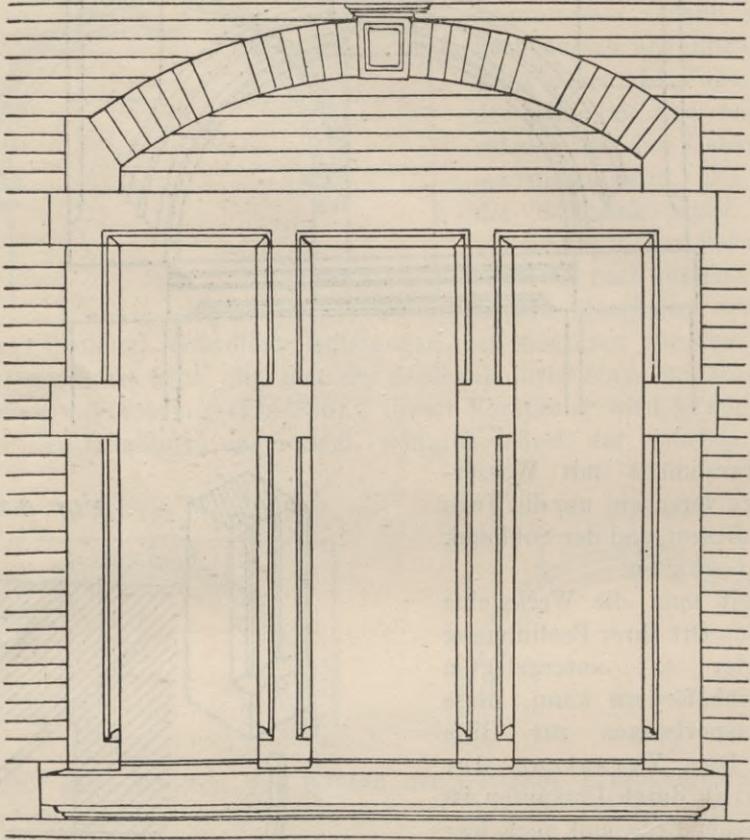


Fig. 338.

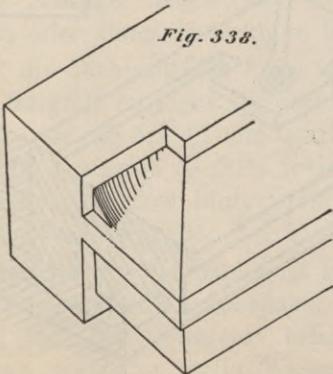
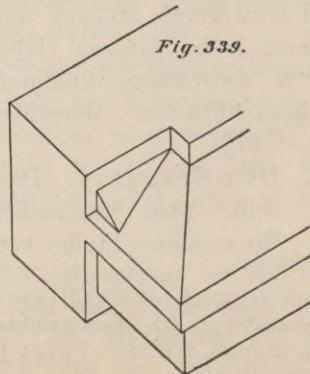
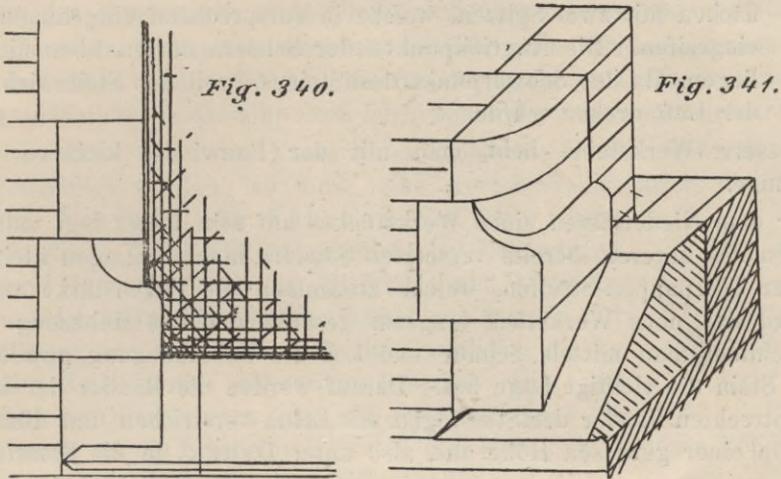


Fig. 339.

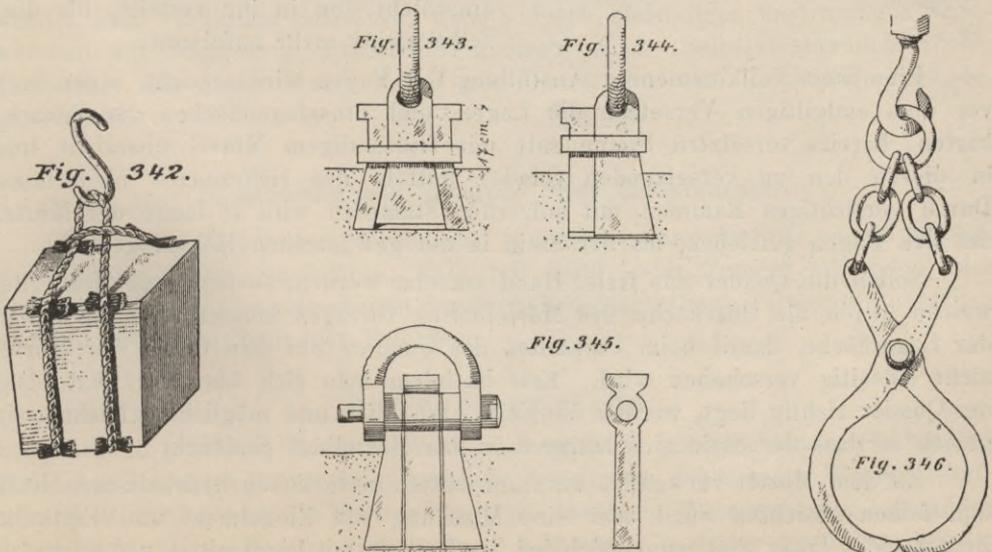


entsprechend geformten Seitenstücken (Fig. 343), oder aus einem breiteren schwalbenschwanzförmigen und einem geraden Seitenstücke (Fig. 344). Im ersteren Falle wird zuerst das Mittelstück, im zweiten Falle das schwalbenschwanzförmige Seitenstück in das in die obere



Lagerfläche des Steines eingearbeitete Loch eingeschoben, darauf werden die übrigen Teile eingetrieben. Zur Erhöhung der Reibung wird trockener scharfer Sand in die Fugen zwischen Eisen und Steine gebracht.

3. Der grosse Wolf empfiehlt sich zum Heben grosser und schwerer Werkstücke. Das zu seiner Aufnahme konisch gearbeitete Loch erhält eine Tiefe von mindestens 12 cm und ist möglichst über dem Schwerpunkte des Werkstückes anzuordnen. Nach Einbringung der schwalben-

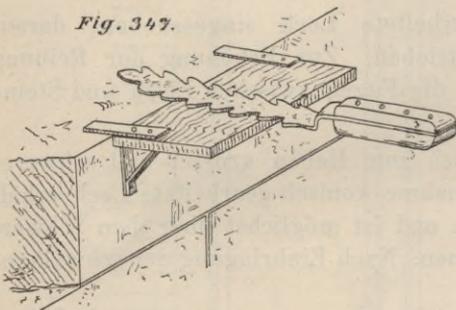


schwanzförmigen Seitenstücke wird das gerade Mittelstück eingeschoben und darauf der Bügel mittels des Splintbolzens befestigt (Fig. 345). Auch hier dient trockener Sand, welcher in die Fugen eingestreut wird, zur Vermehrung der Reibung.

4. Die Teufelsklaue (Fig. 346) fasst den Werkstein an seinen Seitenflächen mit zwei Spitzen, welche in entsprechend eingehauene Löcher eingreifen. Die Angriffspunkte der Scheere dürfen aber nicht tiefer liegen, als der Schwerpunkt des Steines, weil der Stein sich sonst in der Luft drehen würde.

Grössere Werksteine hebt man mit der Bauwinde, kleinere mit dem Flaschenzuge.

Vor dem Niederlassen eines Werkstückes auf sein Lager legt man auf die vier Ecken des unteren, bereits versetzten Quaders mehrere Lagen kleiner Blei-, Zink- oder Teerpappen-Streifen, welche zusammen die Fugenstärke ausmachen. Dann wird das neue Werkstück langsam gesenkt und das Hebezeug erst entfernt, nachdem man mittels Schnur und Lot die Ueberzeugung gewonnen hat, dass der Stein die richtige Lage hat. Darauf werden die Ränder der Lagerfuge und die lotrechten Ränder der Stossfugen mit Lehm verstrichen und dünnflüssiger Mörtel von einer gewissen Höhe aus, also unter Druck, in die Stossfugen eingegossen. Da namentlich in der Lagerfuge immer mörtelleere Räume bleiben, so sucht man diese nachträglich, wenn der Mörtel so weit erhärtet ist, dass ein Herausfliessen nicht mehr zu befürchten ist, dadurch zu beseitigen, dass man ein Brett in der durch Fig. 347 dargestellten Weise in der Lagerfuge befestigt, auf demselben Mörtel aufbringt und diesen mit der Mörtelsäge so lange in die Fuge einschiebt und in ihr verteilt, bis dieselbe nichts mehr aufnimmt.



Eine weit vollkommenere Ausfüllung der Fugen wird erreicht, wenn man vor dem endgiltigen Versetzen die Lager- und Stossfugenflächen der benachbarten, bereits versetzten Steine satt mit feinsandigem Mörtel überzieht und in diesen den zu versetzenden Quader mittels des Hebezeuges niederlässt. Durch vorsichtiges Rammen mit hölzernen Stampfen wird so lange der Mörtel aus den Fugen getrieben, bis der Stein in der gewünschten Höhenlage liegt.

Sollen die Quader aus freier Hand versetzt werden, so legt man Holzkeile, welche gegen die Oberfläche des Mörtelbettes vorragen müssen, auf die Ecken der Lagerfläche, damit beim Umkanten des Quaders auf sein Lager der Mörtel nicht einseitig verschoben wird. Erst nachdem man sich überzeugt hat, dass der Quader richtig liegt, werden die Keile allmählich und möglichst gleichmässig gelöst, so dass der Stein sich langsam in das Mörtelbett eindrückt.

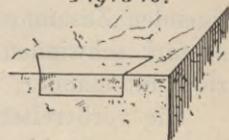
Zu dem Mörtel verwendet man am besten natürlichen hydraulischen Kalk und feinen gesiebten Sand oder eine Mischung von Ziegelmehl und Fettkalk. Zement oder Trass sind namentlich bei Sandsteinen mit Bindemittel von schwefel-

saurem Kalk zu vermeiden, weil sonst chemische Verbindungen hervorgerufen werden, welche eine Zerstörung des Steines zur Folge haben. Dringend ist auch vor dem Nachfugen mit Zementmörtel zu warnen, wenn zum Versetzen gewöhnlicher Kalkmörtel verwendet wurde. Infolge der weit langsameren Erhärtung des Kalkmörtels gegenüber dem Zementmörtel können die Kanten der Quader dem Setzen des Mauerwerks nicht folgen und müssen deswegen abplatzen.

Nachdem ein Werkstück versetzt ist und seine Rückseiten mit heissem Goudron bestrichen sind, muss dasselbe für die Dauer eines Tages ohne Hintermauerung verbleiben, da dasselbe sonst leicht aus seiner Lage verrückt werden kann.

Ist eine Ecke oder eine Kante eines Quaders vor oder während des Versetzens beschädigt worden, so muss eine Ausbesserung durch das Einsetzen einer sogen. Vierung oder Führung (Fig. 348) vorgenommen werden. Das Einkitten geschieht bei hellfarbigen Steinen mit einer Mischung aus Bleiglätte und Glycerin, dem sogen. Glycerinkitt, bei dunkelfarbigem Steinen mit einer Auflösung von Schellack in Spiritus, nachdem die zu verbindenden Teile vorher angewärmt wurden. Die Führungen sind so anzubringen und zu gestalten, dass sie möglichst wenig in die Erscheinung treten und sich nicht loslösen können, wenn der Kitt seine Schuldigkeit nicht erfüllen sollte.

Fig. 348.



Alle gegen die Mauerflucht vortretenden Bauteile (Sohlbänke, Gesimse, Verdachungen u. s. w.) sind alsbald nach dem Versetzen zum Schutze gegen Beschädigungen mit auf Latten genagelten Schalbrettern oder mit Ziegelsteinen, welche in Lehmörtel verlegt sind, abzudecken. Damit Kalk- oder Zementmörtel nicht auf den Wandflächen haftet und auf diesen Flecken hinterlässt, empfiehlt sich ein Anstrich derselben mit dünnflüssigem Lehmbrei.

Nach Vollendung des Mauerwerks sind die Werksteinflächen durch Abwaschen mit Wasser und scharfen Bürsten oder durch Abschleifen mit feinkörnigen Sandsteinstücken zu reinigen. Sind Kalkflecke zu beseitigen, so verwendet man verdünnte Salzsäure, welche durch alsbaldiges mehrmaliges Nachwaschen mit Sodalösung unschädlich gemacht wird. Selbstverständlich dürfen dann aber die Steine keine Kalk- oder Sandsteine mit kalkhaltigem Bindemittel sein.

3) Mauern aus Stampf- oder Gussmassen.

Die Stoffe, welche zur Herstellung von Mauern aus Stampf- oder Gusswerk Verwendung finden, sind Erde, Kalk mit Sand, oder Zement mit Sand oder Steinschlag und man unterscheidet demnach Erd-Stampfbau, Kalksand-Stampfbau und Zement-Stampfbau oder Betonbau.

Der Erdstampfbau

kann nur für einfache ländliche Wirtschaftsgebäude (ausgeschlossen Stallungen) sowie bei Gebäuden für solche gewerbliche Zwecke, in denen keine Wasserdämpfe entwickelt werden oder die Verwendung von grösseren Wassermengen Anlass zur Durchfeuchtung der Mauern gibt, in Frage kommen. Zu seiner Ausführung eignet

sich besonders Lehm, doch können auch alle anderen Erdarten, mit Ausnahme von Humuserde und Sand, Verwendung finden.

Die gegrabene Masse bedarf vor ihrer Verwendung einer Vorbereitung, welche in einem mehrmaligen Durcharbeiten mit dem Spaten und dem Auslesen aller Wurzelteile und grösseren Steine besteht. Kleinere Steine, etwa bis zur Grösse einer Wallnuss, können unbedenklich in der Erde belassen werden. Die Masse muss soviel Feuchtigkeit enthalten, dass sie sich in der Hand leicht zusammendrücken lässt, doch darf hierbei kein Wasser in der Handfläche sichtbar werden. Zu trockene Erde ist mit der Giesskanne anzufeuchten, zu nasse muss an der Luft vor ihrer Verwendung abtrocknen oder man stellt den erforderlichen Feuchtigkeitsgrad dadurch her, dass man Erde, welche zu viel Feuchtigkeit enthält, mit trockener vermengt. Stark sandhaltiger (magerer) Lehm oder fetter Thon sind um deswillen wenig geeignet, weil Mauern aus ersterer Masse keinen genügenden Zusammenhang erhalten und solche aus fettem Thon beim Trocknen zu stark schwinden und rissig werden. Man mengt deswegen wohl beide Bodenarten miteinander, um eine geeignete Masse zu erhalten.

Die vorbereitete Erdmasse wird in entsprechend gestaltete Formkasten*) in Lagen von 10 bis 15 cm Dicke eingefüllt und mit einer Handramme so lange gestampft, bis diese Dicke auf etwa ihre Hälfte verringert ist. Ist der Formkasten auf seine ganze Höhe (60 bis 80 cm) vollgestampft, so wird er gelöst und in unmittelbarem Anschluss an das vollendete Mauerstück neu aufgestellt. Ist das Mauerwerk des Bauwerkes überall in dieselbe Gleiche gebracht, so stellt man den Formkasten für den neuen Höhenabschnitt über dem zuerst ausgeführten, ältesten Mauerteile auf, weil dieser sich inzwischen am meisten gesetzt haben wird. Die unteren Ränder des Formkastens rückt man hierbei so tief, dass sie den unteren Mauerteil um etwa 10 cm umfassen. Nachdem die obere Fläche des fertigen unteren Mauerteiles vorsichtig angefeuchtet worden ist, wird das Einstampfen in der Weise fortgesetzt, dass man den Formkasten in der gleichen Richtung vorrückt, wie dies bei dem unteren Mauerteile geschah. Die Thür- und Fenster-ecken werden meist mit gebrannten Ziegelsteinen eingefasst und überwölbt, doch hat die Erfahrung erwiesen, dass dieselben auch genügenden Halt erhalten, wenn sie ganz aus Stampfmasse hergestellt werden, besonders, wenn man die Ecken abrundet. Die Oeffnungen können auch nachträglich mit dem Beile ausgehauen oder mit der Säge ausgeschnitten werden, nachdem das ganze Gebäude im Rohbau vollendet ist. Die Thür- und Fensterfutter werden dann im Ganzen eingesetzt und die etwaigen Unregelmässigkeiten der Laibungen durch Nachputzen mit Lehmörtel beseitigt.

An den Gebäudeecken stampft man häufig krumme, trockene Aeste, welche sich nach den Richtungen der beiden Mauern wechselseitig überdecken, in die Mauerschichten ein. Um einen Verband zwischen den Aussen- und Innenmauern zu erzielen, empfiehlt sich das gleichzeitige Einstampfen der ersteren mit einem Teile der letzteren. Weniger gut, aber bequemer für die Ausführung, ist das Aushauen einer dreieckigen Nut in der Aussenmauer von der Breite der Innenmauer. Die letztere ist dann erst nach Fertigstellung der Aussenmauer aufzustampfen.

*) Vergl. Handbuch der Architektur, 2. Band, 1. Heft, Seite 118 und 119.

Da die Erdmauern vor allem gegen Feuchtigkeit zu schützen sind, so müssen die Grund- und Sockelmauern auf mindestens 50 cm Höhe über Erdgleiche aus Bruchsteinen oder Ziegelsteinen hergestellt und mit einer Isolierschicht abgedeckt werden, auch ist ein Mörtelbewurf oder ein Behang der Aussenmauern mit Teerpappe unerlässlich. Der Putz, am besten aus 3 Teilen Lehm, 1 Teil Kalkbrei und 2 Teilen Sand bestehend, darf frühestens nach einem Jahr, also erst nach vollkommener Austrocknung der Mauern aufgebracht werden. Damit derselbe den nötigen Halt findet, werden die Mauern alsbald nach ihrer Herstellung mit etwa 1 cm tiefen hakenförmigen Vertiefungen (Schlitzen) versehen, welche einen gegenseitigen Abstand von etwa 10 cm erhalten. Zur Befestigung einer Verkleidung der Aussenmauern mit Teerpappe dienen Holzdübel oder Leisten, welche in die Mauern bei deren Herstellung eingestampft werden. Weiterer Schutz der Aussenmauern gegen die Einwirkungen des Schlagregens gewähren weit vorspringende Walmdächer, namentlich wenn die Gebäude nur ebenerdig, also von geringer Höhe sind.

Das zur Herstellung von Mauern aus

Kalksand-Stampfmasse

verwendete Material ist ein magerer Kalkmörtel, welcher ebenso wie die Erdstampfmasse in Formkasten eingebracht und festgestampft wird. Das Mischungsverhältnis von Kalk zu Sand schwankt zwischen 1 : 8 und 1 : 12. Der Sand muss rein, scharf und von verschiedener Korngrösse (bis zur Grösse einer Walnuss) sein. In feuchter Lage verwendet man zu den Grund-, Keller- und Sockelmauern, in besonderen Fällen auch wohl zu dem aufgehenden Mauerwerk, hydraulischen Kalk, in allen anderen Fällen dagegen gut gelöschten fetten Kalk.

Stets ist nur so viel Kalksandmasse zu bereiten, als an einem Tage verarbeitet werden kann, etwa übrigbleibende geringe Reste sind mit feuchten Tüchern zu überdecken, um sie gegen Austrocknen zu schützen.

Soll hydraulischer Kalk verwendet werden, so wird zunächst Wasser in die Kalkbank eingelassen, in dieses das durch trockenes Löschen gewonnene Kalkmehl geschüttet und durch fleissiges Umrühren ein dünnflüssiger Brei geschaffen, dem dann der Sand zugesetzt wird.

Fetten Kalk verwandelt man entweder durch Wasserzusatz in der Kalkbank zu Kalkmilch um und setzt dieser nach und nach den Sand zu, oder man arbeitet ihn ohne Wasserzusatz in der Kalkbank tüchtig durch, vermengt ihn zunächst mit nur etwa drei Teilen Sand zu Mörtel und setzt diesem unter fortwährendem Durchkneten mit der Kalkkrücke nach und nach die weiteren Sandteile zu.

Der fertige Mörtel darf nicht zu feucht sein, weil er sich dann nicht zusammenstampfen lässt, er muss jedoch noch so viel Feuchtigkeit enthalten, dass er sich in der Hand leicht zusammenballen lässt, darf aber keine Spur von Nässe in der Handfläche zurücklassen.

Das Aufstampfen der Mauern geschieht ebenso wie beim Erdstampfbau in Formkasten mittels Handrammen (Stösser). Schornsteinröhren werden dadurch hergestellt, dass man cylindrische Hölzer von etwa 16 cm Durchmesser einstampft und dieselben nach Vollendung jeden Höhenabschnittes entsprechend höher zieht. Fenster- und Thüröffnungen werden unter Benutzung kräftiger

hölzerne Lehrgerüste, welche später wieder entfernt werden, eingestampft, oder man baut die lichte Oeffnung mit Ziegelsteinen zu, gleicht die oberste Schicht mit Sand bogenförmig ab, bringt eine Schalung auf und stampft auf der so gewonnenen Lehre die Oeffnung ein. Nach genügender Erhärtung der Mauer werden die Backsteine wieder beseitigt.

Ganz besondere Sorgfalt erfordern die Auswahl, Mischung und Behandlung der Materialien für Mauern, welche in

Zement sandmasse (Beton oder Grobmörtel)

ausgeführt werden sollen.

Als Bindemittel dient in der Regel der Portland-Zement, als Füllstoffe werden Sand, Kies, Steinschotter, Ziegelbrocken, Steinkohlen- oder Hochofenschlacken verwendet und man spricht je nach der Art dieser Füllstoffe von Sand-Beton, Kies-Beton, Schlacken-Beton u. s. w.

Bei der im allgemeinen nur geringen Festigkeit, welche Ziegelsteinbrocken besitzen, bei der grossen Ungleichmässigkeit der Festigkeit derselben und der leichten Verwitterungsfähigkeit, welche Ziegelsteine oft aufweisen, wird Steinschlag aus Ziegelsteinen gegen solchen aus natürlichen Steinen oder aus Kies immer nachstehen. Ausserdem kann die grosse Porosität der Ziegelsteinbrocken insofern ungünstig wirken, als dieselben dem Mörtel einen so bedeutenden Teil seiner Wassermenge entziehen, dass die Festigkeit desselben beeinträchtigt wird.

Steinschlag, aus natürlichen Steinen hergestellt, hat die Vorzüge neben frischen und rauhen Bruchflächen, scharfe Kanten und grosse Mannigfaltigkeit der Formen zu besitzen, welche ein gutes Anhaften des Mörtels befördern.

Kies besitzt im allgemeinen eine hohe Festigkeit, auch kommen in ihm alle Formen und Korngrössen vor. Durch Zerschlagen der grösseren Steine lässt sich seine Brauchbarkeit wesentlich erhöhen. Im allgemeinen ist anzunehmen, dass Kies und Steinschlag aus natürlichen Steinen gleichwertige Betonmaterialien liefern.

Steinkohlen- und Hochofenschlacken werden, da sie selbst porig sind, einen luftdurchlässigeren und weniger dichten, also auch weniger wärmeleitenden Beton liefern als Kies und Schotter aus natürlichen Steinen. Sie erscheinen deswegen für die Herstellung der aufgehenden Mauern von Wohngebäuden recht wohl brauchbar.

Im Interesse der Dichtigkeit der Betonmasse liegt es, dass möglichst alle Korngrössen in derselben vertreten sind, da hierdurch die Bildung grösserer Hohlräume, welche zu ihrer Ausfüllung den kostspieligen Mörtel verlangen würden, verhütet wird. Gegebenen Falles wird sich deswegen empfehlen, verschiedene Mischungen von Sand, Kies und Steinschlag vorzunehmen, für jede den Hohlraum zu ermitteln und alsdann diejenige Mischung zu wählen, welche den geringsten Hohlraum besitzt. Die notwendige Grösse des Zement-Anteils ist dann gleich dem ermittelten Hohlraume der Füllstoffe zu machen, vermehrt um einen gewissen Zuschlag (den man zu etwa 15 % annehmen kann) für die Umhüllung der einzelnen Körner der Füllstoffe. Dieser Zuschlag von 15 % ist

natürlich nicht für alle Korngrößen passend, weil Oberfläche und Inhalt eines Körpers nicht in gleichem Verhältnis zu- oder abnehmen, vielmehr mit dem Grösserwerden eines Körpers das Verhältnis zwischen Oberfläche und Inhalt immer kleiner wird.

Die Festigkeit des Betons hängt von der Mörtelfestigkeit und letztere wieder von der Beschaffenheit des Zementes und der Füllstoffe ab, über welche man sich daher vorher zu vergewissern hat. Auch die Beschaffenheit des zum Anmachen verwendeten Wassers kann die Festigkeit des Betons beeinflussen. Dasselbe muss frei von erdigen und thonigen Bestandteilen, sowie von organischen Resten sein, da alle genannten Stoffe die Bindekraft des Zementes schwächen. Die chemische Beschaffenheit des Wassers kann insofern von Einfluss auf die Festigkeit des Betons sein, als gewisse im Wasser enthaltene Salze das Abbinden des Zementes verzögern können. So wird beim Anmachen des Zementbetons mit hartem, namentlich gipshaltigem Wasser das Abbinden des Mörtels verlangsamt, doch erreicht derselbe eine grössere Festigkeit als bei Verwendung weichen Wassers. Wird Seewasser benutzt, so wird durch das in diesem enthaltene Magnesiumsulfat und Magnesiumchlorid der Zement teilweise zersetzt, so dass dieser Teil des Zementes für die Erhärtung des Betons verloren geht und mithin die End-Festigkeit des Betons eine geringere sein wird, als bei Benutzung von Süswasser zum Anmachen des Betons.

Weiterhin ist auch die Menge des verwendeten Wassers von Einfluss auf die Festigkeit des Betons. Im allgemeinen wird die Festigkeit um so grösser, je weniger Wasser verwendet wurde, doch muss der Beton stets noch so viel Wasser enthalten, dass beim Stampfen oder Schlagen des Betons sich etwas Wasser auf der Oberfläche zeigt, wodurch erwiesen ist, dass alle Hohlräume mit Wasser angefüllt sind, also genügender Wasserzusatz gegeben worden ist. Bei stärkerem Wasserzusatz erhält man Beton von weniger dichtem Gefüge, da das überschüssige Wasser nach dem Verdunsten eine Menge Poren hinterlassen muss.

Betonmauern werden entweder in Lagen von 10 bis 30 cm in Formkasten aufgestampft oder aus regelmässig geformten Betonsteinen wie Mauern aus natürlichen Steinen aufgemauert.

Das Mischungsverhältnis der einzelnen Bestandteile des Stampfbetons ist bei stärkeren Wänden etwa 1 Teil Zement zu 9 Teilen Beimengungen, oder 1 Teil Zement, $1\frac{1}{2}$ Teile Sand und $7\frac{1}{2}$ Teile Kies oder Steinschlag. Für schwächere Wände ist der Zementanteil entsprechend zu erhöhen, da mit dem Wachsen des Zementanteiles im Verhältnis zu den übrigen Bestandteilen die Festigkeit und Dichtigkeit des Betons zunimmt.

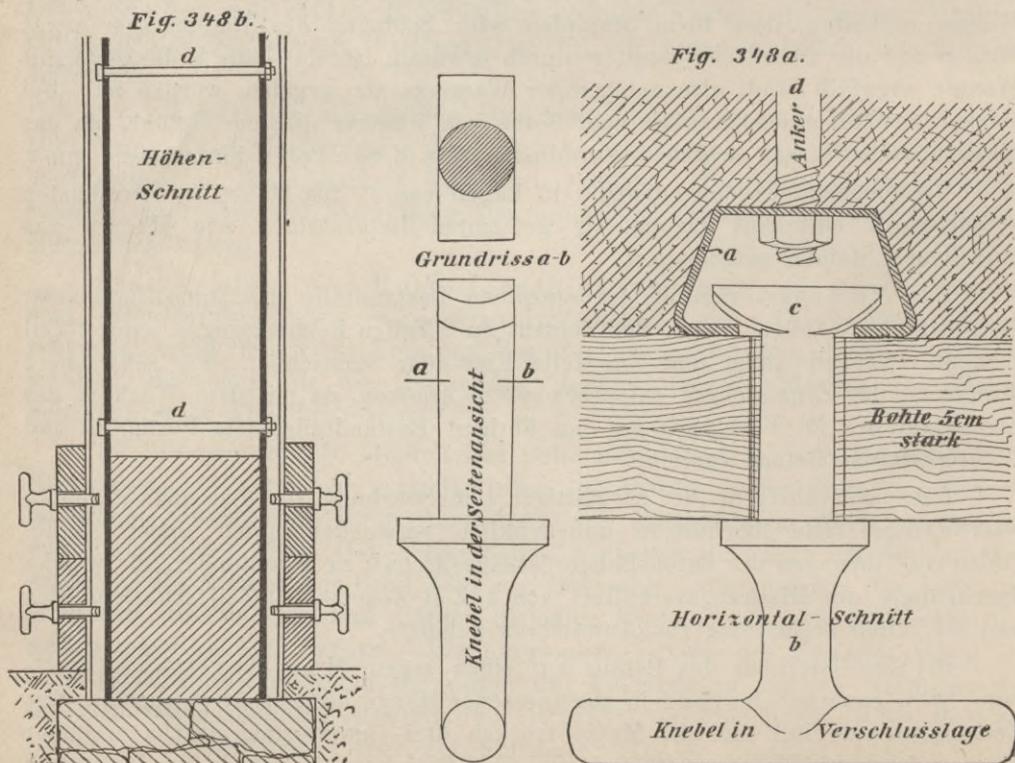
Dass sich übrigens bei sorgfältiger Ueberwachung der Betonbau-Arbeiten weit weniger fette Mischungen unbedenklich verwenden lassen, beweisen die vielen Ausführungen der Beton-Baugerüst-Gesellschaft zu Neumünster, für welche durchgängig ein Mischungsverhältnis von 1 Teil Zement, 10 Teil scharfem Kies und 10 Teilen Steinschlag zur Anwendung gelangte.

Bei der Bereitung des Betons auf einer sogen. Mörtelpritsche (Brettlage) wird zunächst der Sand in abgemessener Menge aufgeschüttet, darüber der Zement ausgebreitet und die Masse trocken drei- bis viermal durchgearbeitet; alsdann folgt der Wasserzusatz (mittels einer Giesskanne), jedoch nur in solcher

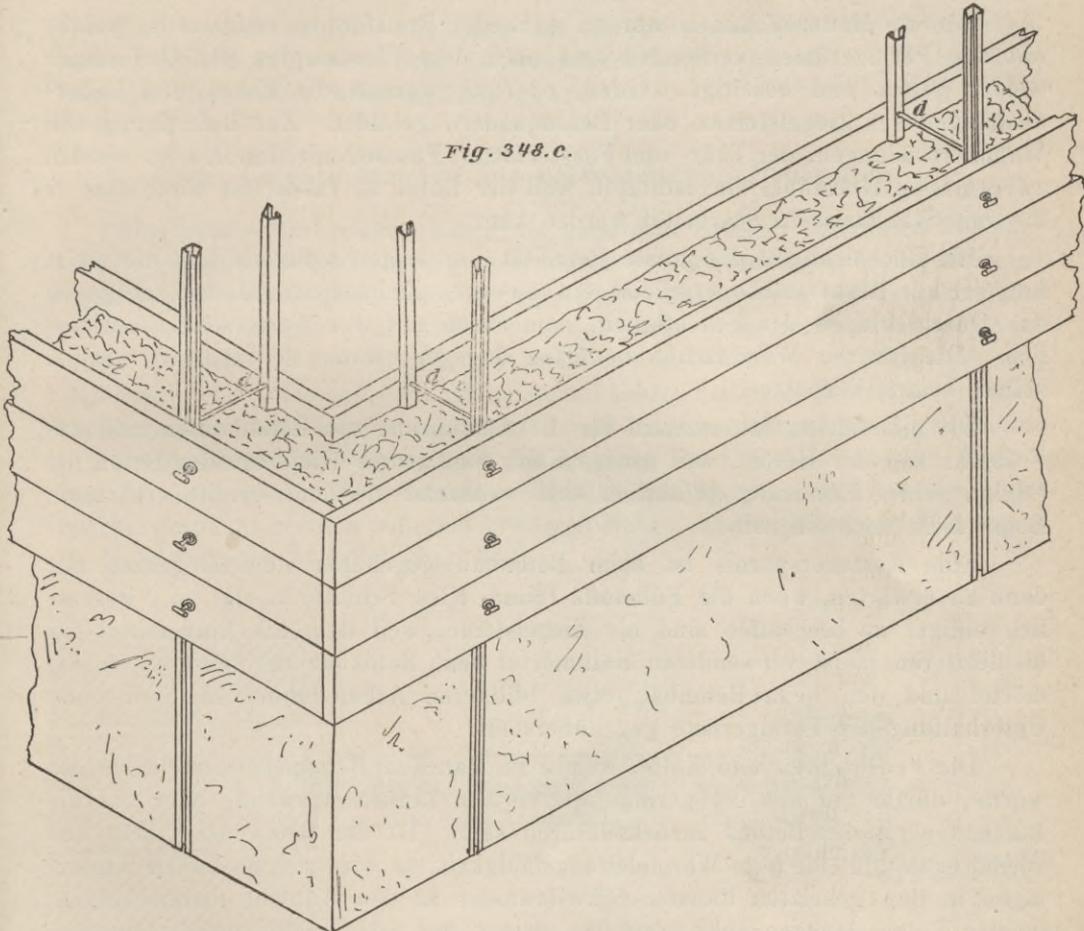
Menge, dass das Gemenge erdfeucht, nicht schwimmend ist. Dem bei zwei- bis dreimaliger Durcharbeitung entstandenen, ziemlich trockenen Mörtel werden die Steine in abgemessener Menge zugeführt, und folgt dann wieder eine zwei- bis dreimalige Durcharbeitung der Masse soweit, dass alle Steine mit Mörtel umhüllt sind. Die Verarbeitung der Betonmasse muss innerhalb zwei Stunden erfolgen; vor jeder neuen Benutzung ist die Mörtelpritsche gut abzukehren, damit nicht bereits abgebundene, alte Mörtelteile sich dem neuen Beton beimischen.

Für die Grund- und Kellermauern dienen meist die Wandungen der ausgehobenen Gräben als Lehre. Verschalungen werden nur dann angewendet, wenn dies die Bodenbeschaffenheit erforderlich macht. Die Kellerräume werden erst ausgegraben, nachdem die Kellermauern aufgestampft sind und genügende Festigkeit angenommen haben. Als Lehre für das Sockelmauerwerk und die Stockwerkwände dienen Formkasten, welche meist aus Leitständern und an diesen befestigten Formtafeln von 40 bis 70 cm Höhe bestehen. Nachdem in die Formgerüste, welche für alle Aussen- und Innenmauern gleichzeitig aufzustellen sind, der Beton bis zur Höhe der Formtafeln eingestampft ist, werden diese gehoben und von neuem an den Leitständern befestigt und so fortgeföhren, bis die Höhe des Stockwerkes erreicht ist. Alsdann werden die Leitständer gelöst und erforderlichen Falles für ein weiteres Stockwerk höher gerückt.

Eine einfache Konstruktion für Betonbau-Gerüste ist durch den Ingenieur Ph. Tölpe in Neumünster erfunden und demselben gesetzlich geschützt worden.



Derselbe setzt eigentümlich geformte Holzschienen (vergl. Fig. 348a bei a) in die Aussenseiten der aufzuführenden Mauer, so dass diese Schienen zunächst mit eingestampft werden. An der Vorderseite dieser Schienen, welche mit der aufzuführenden Mauer bündig liegen, befindet sich ein Schlitz. Vermittels eines Knebels b, dessen Bart c schiefe Flächen hat und daher, indem er auf die Flächen der Schiene aufreißt, als Schraube wirkt, wird die Gerüstbohle durch eine Drehung des Knebels um 90° , also mit einem einzigen Griff, fest gegen die Schiene gepresst. Diese Befestigung kann an jedem beliebigen Punkte der Schiene vorgenommen werden.



Indem man nun die Bohlen an dem unteren Ende der Schiene anklebelt, bilden dieselben den Fuss des Gerüsts. Zur Verankerung der Schienen dienen Verbindungsbolzen d (vergl. Fig. 348a, b und c), welche in Abständen von etwa 1 m eingezogen werden. Nachdem man eine oder zwei Bohlen vollgestampft hat, nimmt man die untere Bohle ab und setzt sie oben wieder an u. s. w. Man klettert also mit zwei oder drei Bohlen bis zu beliebiger Höhe an den Schienen hinauf.

Es ist dabei nicht notwendig, dass die Schienen die ganze Höhe der aufzuführenden Mauer haben, dieselben können vielmehr in Längen von 1,50 bis 2 m aufeinander gesetzt werden, so dass man mit denselben Schienen, womit man die ersten 2 m hoch brachte, auch die nächsten 2 m u. s. w. stampfen kann, indem man die Schienen in dem Mauerschlitze hochschiebt und die Verbindungsbolzen ein oder zwei Löcher höher steckt.

Zum Aussparen von Schornsteinröhren benutzt man gewöhnlich Cylinder aus starkem Eisenblech, deren Querschnitt sich durch Handhabung eines Hebels verengen lässt, so dass sie sich leicht aus der Betonmasse herausziehen und höher aufstellen lassen.

Für die Maueröffnungen werden entweder Brettformen aufgestellt, welche mit den Formgerüsten verbunden und nach dem Einstampfen der Öffnungen wieder gelöst und beseitigt werden, oder es werden die Ecken und Ueberdeckungen aus Ziegelsteinen oder Betonquadern gebildet. Zur Befestigung von Wandvertäfelungen, der Thür- und Fensterfutter, Fussbodenleisten u. s. w. werden zweckmässig Holzdübel eingestampft, weil der Beton so rasch fest wird, dass er nur mit Stahlmeisseln bearbeitet werden kann.

Mit Rücksicht auf die grosse Porosität des mageren Betons und die meist nur geringe Mauerstärke erscheint ein äusserer Zementputz als Schutz gegen das Durchschlagen der Feuchtigkeit, namentlich auf der Wetterseite, unerlässlich. Die inneren Wandflächen bedürfen dagegen, wenn sie tapeziert werden sollen, keines Verputzes.

Die günstigsten Jahreszeiten für die Ausführung von Betonbauten sind das Frühjahr und der Herbst, weil grosse Kälte und grosse Hitze für den Beton bei Beginn seiner Erhärtung gefährlich sind, während sie dem bereits erhärteten Beton nicht nachteilig sind.

Eine Kostenersparnis ist beim Betonbau gegenüber dem Ziegelbau nur dann zu erwarten, wenn die Füllstoffe (Sand, Kies, Schotter u. dgl. m.) wesentlich billiger zu beschaffen sind als Ziegelsteine, weil dem als Bindemittel für die letzteren meist verwendeten Kalkmörtel beim Betonbau der teurere Zementmörtel und den beim Betonbau etwa billigeren Arbeitslöhnen die Vor- und Unterhaltung der Formgerüste gegenübersteht.

Die Feuchtigkeit und Kälte, welche in manchen Betongebäuden beobachtet wurde, dürfte auf die zu geringe Stärke der Umfassungswände oder auf die Beschaffenheit des Betons zurückzuführen sein. Ist der Beton sehr dicht und besitzt er mithin eine gute Wärmeleitungsfähigkeit, so wird sich an kalten Wintertagen in den geheizten Räumen Schwitzwasser an den Wänden niederschlagen; ist der Beton dagegen sehr porig, so dringt der Schlagregen durch schwache Mauern hindurch und es wird mithin eine stärkere Mauer in beiden Fällen günstiger als eine schwächere wirken.

Im allgemeinen haben die Versuche, den Beton zum Aufbau der Mauern ganzer Häuser zu verwenden, bisher keinen grossen Erfolg zu verzeichnen. Als Hauptgrund dieser Erscheinung muss wohl der angesehen werden, dass bei dem schlichten, wenig schönen Aussehen, welches diese Bauten zeigen, die Ausführung in Beton keine nennenswerten Ersparungen gegenüber denjenigen in Ziegelsteinen

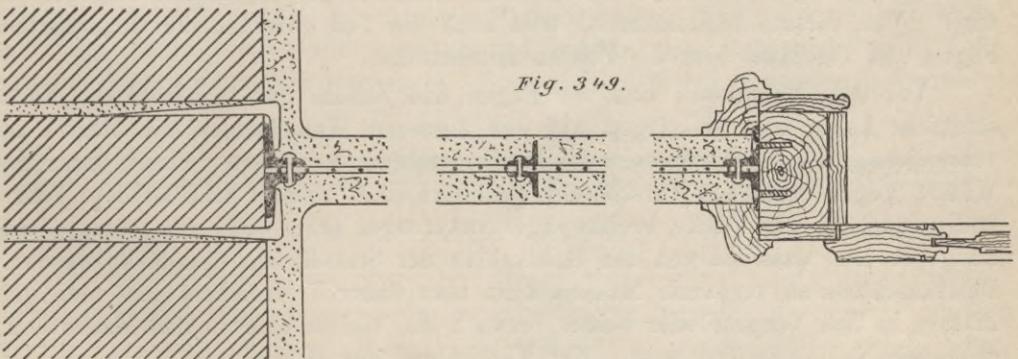
zulässt und dass man den Vorzug der rascheren Ausführung und Austrocknung der Betonhäuser, durch die unansehnliche Färbung, sowie die meist lange andauernden Ausblühungen als aufgewogen ansieht. Aus all diesen Gründen wird für die Verwendung des Betons zu Gebäudemauern auf einen wesentlichen Umfang nicht zu rechnen sein.

Die Anwendung von durchgehenden Fundamenten oder Platten aus Beton für Hochbauten kann entweder die Verteilung der Last auf eine grosse Fläche bei Boden von geringer Tragfähigkeit beziehungsweise bei sehr hohen Belastungen bezwecken, oder sie kann den Zweck haben, Grundwasser und aufsteigende Erdfeuchtigkeit oder schädliche Bodenausdünstungen von dem Gebäude fern zu halten.

Eine weitverzweigte Anwendung hat der Betonstapfbau für Behälter gefunden, welche in erster Linie wasserundurchlässig sein sollen (Abortgruben, Cisternen, Reservoirs, Strassenkanäle u. s. w.)

4. Leichte Mauern aus verschiedenen Baustoffen.

Eine grosse Verbreitung haben die nach dem Erfinder benannten Rabitz-Wände gefunden, welche ausser grosser, durch Versuche mehrfach nachgewiesener Feuerfestigkeit, die Eigenschaften geringer Dicke und Schwere besitzen. Sie sind deshalb sehr brauchbar zur Aufstellung auf nicht unterstützten Balken, auch eignen sie sich zur Herstellung von Kanälen und Schächten zu Heizungs- und Lüftungszwecken. Sie bestehen aus einem auf beiden Seiten mit Mörtel beworfenen, straff angespannten Gewebe aus etwa 1 mm starken, verzinkten Eisendrähten bei 2 cm Maschenweite, welches nach den Angaben des Erfinders zwischen Winkel-eisen vernietet wird. Die letzteren werden an den Mauern, zwischen denen das Gewebe gespannt werden soll, mit kräftigen Haken, an den hölzernen Thürzargen mit Holzschrauben befestigt (Fig. 349).



In neuerer Zeit geschieht die Befestigung des Gewebes meist an Rundeisen von 1 cm Durchmesser, welche durch Spannhaken*) an den Mauern, den Thürzargen, den Fussboden- und Deckenbalken gehalten werden. Wegen ihrer geringen

*) Vergl. Band I dieses Handbuches, Seite 63, Fig. 222.

Stärke von nur 5 cm bieten die Rabitzwände auch Vorteile da, wo Schiebethüren in Wandschlitz eingeschoben werden sollen. Sind die Teile einer Thür nach verschiedenen Richtungen einzuschieben, so erhält man bei 45 mm Holzstärke und 20 mm Spielraum eine Wandstärke von $2 \times 50 + 45 + 20 = 175$ mm und, wenn beide Teile der Thüre nebeneinander eingeschoben werden sollen und als Spielraum 30 mm angenommen werden, eine Wandstärke von $2(50 + 45) + 30 = 220$ mm.

A. Bruckner in Aachen empfiehlt Gipsplatten zur Herstellung feuersicherer freitragender Wände. Die in Grössen von 62×40 oder 66×50 cm und in

Fig. 350.

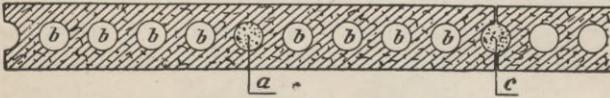
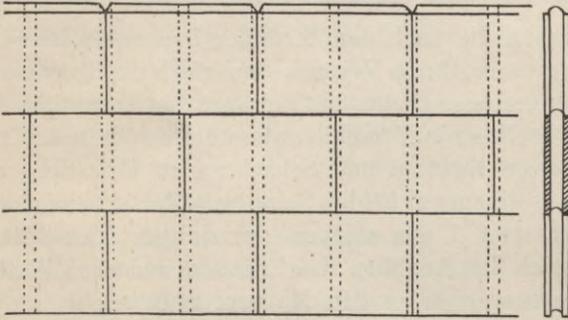


Fig. 351.



Stärken von 45, 62, 80 und 100 mm angefertigten Platten (Fig. 350) besitzen in ihrer Mitte einen durch die ganze Plattenhöhe gehenden Kanal a und ausserdem eine Reihe Luftkanäle b, welche in ihrem oberen Teil geschlossen sind. Die Platten werden verbandmässig übereinander aufgebaut (Figur 351) und greifen bei den wagerechten Fugen mittels Nut und Feder ineinander. Bei den lotrechten Fugen wird die Verbindung dadurch bewirkt,

dass in die Kanäle c, welche durch die an den Stossflächen befindlichen Hohlkehlen gebildet werden und die mit den mittleren Kanälen a der unteren und oberen Platten genau zusammentreffen, ein dünnflüssiger Gipsmörtel eingegossen wird. Von diesem Bindematerial tritt auch ein Teil zwischen die wagerechten Fugen und verbindet hier die Platten miteinander.

Vor dem Vergiessen sind die Fugen und Kanäle gut anzufeuchten, auch sämtliche Lager und Stossfugen auf den äusseren Wandflächen mit Mörtel zu verstreichen, um ein Ausfliessen des Bindemittels zu verhindern. Damit derartige Wände gegen seitliches Verschieben gesichert sind, schlägt man an dem Fussboden und an der Decke breitköpfige Anker Nägel (Fig. 352) von etwa 6 cm Länge so ein, dass sie von den Hohlkehlen der Stossflächen überdeckt werden. Den Anschluss an verputzte Mauern kann man dadurch erreichen, dass man die Platten in den Verputz oder besser, etwa 2 cm tief in eine in das Mauerwerk gehauene Nut eingreifen lässt. Zur Verbindung der Wände mit Thürzargen ist die letztere ebenso wie die Platten auszukehlen und der entstehende Kanal mit Gussmasse auszufüllen (Fig. 353), oder man benutzt -förmig gebogene Ankerisen, welche an die Thürzargen angeschraubt werden (Fig. 354). Da die Platten eine sehr glatte und gleichmässige Oberfläche besitzen, so erfordern sie keinen Verputz, wenn die Wände tapeziert werden sollen.

Die in den Platten befindlichen Kanäle *b*, welche oben geschlossen sind, um zu verhindern, dass das Bindemittel in dieselben hineinfließt, sollen das Eigengewicht vermindern und schalldämpfend wirken.

Fig. 352.

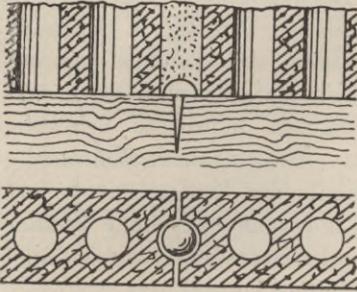


Fig. 353.

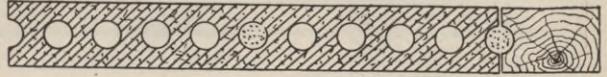
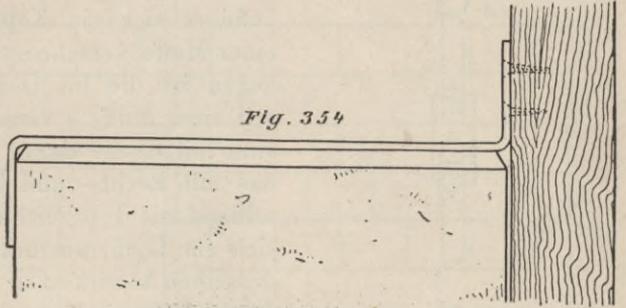
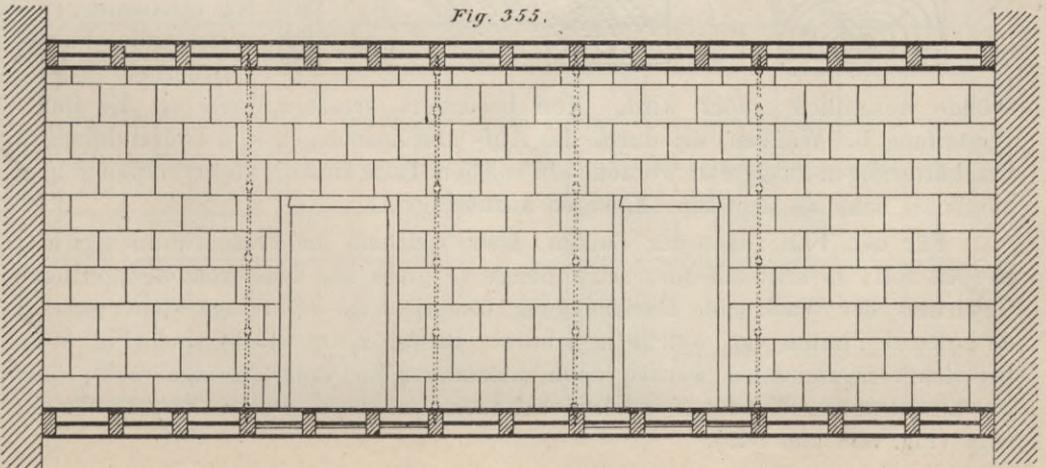


Fig. 354



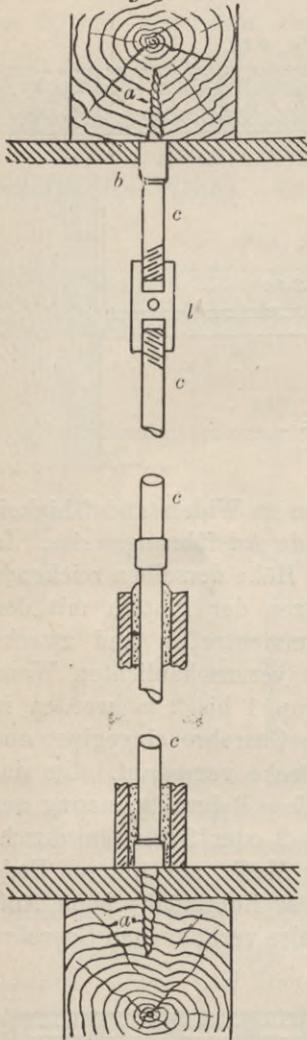
Um den besprochenen Gips-Plattenwänden eine grössere Widerstandsfähigkeit zu geben, empfiehlt Bruckner neuerdings die folgende Ausführungsweise. In jeder Platte befinden sich zwei lotrechte durch die ganze Höhe derselben reichende Kanäle, welche beim verbandmässigen Aufeinandersetzen der Platten mit den Kanälen der oberen und unteren Platten genau zusammentreffen und zwecks Herstellung guten Verbandes wie bei der in Fig. 351 veranschaulichten Wand mit Gipsmörtel vollgegossen werden. In Abständen von 1 bis 2 m werden in diese, die Wand in ganzer Höhe durchziehenden Kanäle Gasrohre eingegipst und mittels Muffen und Gewinde zwischen Fussboden und Decke verspannt. Um das Aufeinandersetzen der Platten zu erleichtern, besteht diese Rohrverspannung aus mehreren Teilen von 1 bis $1\frac{1}{2}$ m Länge, welche also 2 oder 3 Platten durchdringen. Jedes Rohrstück ist an einem Ende mit einer Muffe, am anderen Ende mit einem Schraubengewinde versehen und werden diese Rohrstücke beim Aufbau der Wand aufeinander geschraubt. Die auf diese Weise verbundenen Gasrohre

Fig. 355.



werden zwischen Holzbalken durch Holzschrauben, zwischen Eisenbalken durch Mutterschrauben befestigt und mittels eines mit Rechts- und Linksgewinde versehenen Spannschlusses fest angespannt. Die Art dieser Rohrverspannung veranschaulichen die Fig. 355 und 356.

Fig. 356.

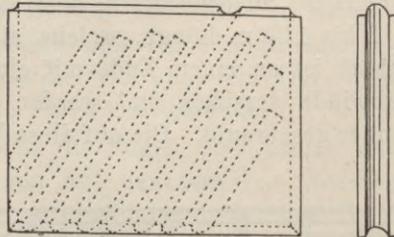


Hierbei bezeichnet a die Holzschrauben, welche in den Fussboden- und Deckenbalken eingeschraubt werden. An der im Fussboden befestigten Schraube befindet sich ein Kopfgewinde, auf welches das mit einer Muffe versehene Gasrohr aufgeschraubt wird, dagegen ist die im Deckenbalken befestigte Schraube mit einer Muffe b versehen. Die einzelnen Rohrstücke sind mit c, die daran befindlichen Muffen mit d und das mit Rechts- und Linksgewinde versehene Spannschloss mit l bezeichnet. In dem letzteren befindet sich ein Loch, um mittels eines Dornes das Anziehen desselben bewirken zu können. Die Kanäle der obersten Schicht sind, um die Anbringung der Verspannung zu ermöglichen, entweder an einer Seite zu öffnen oder es sind die Platten an den Kanälen der Höhe nach aufzuspalten.

Die auf diese Weise zwischen Fussboden und Decke eingespannten Eisenrohre verleihen der Wand eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen seitliche Verschiebungen sowie gegen Durchbiegen oder Ausknicken

und lassen selbst bei Wänden von bedeutender Länge und Höhe das Einziehen von Zwischenpfosten und Riegelung überflüssig erscheinen, wodurch die Feuer-sicherheit der

Fig. 357.

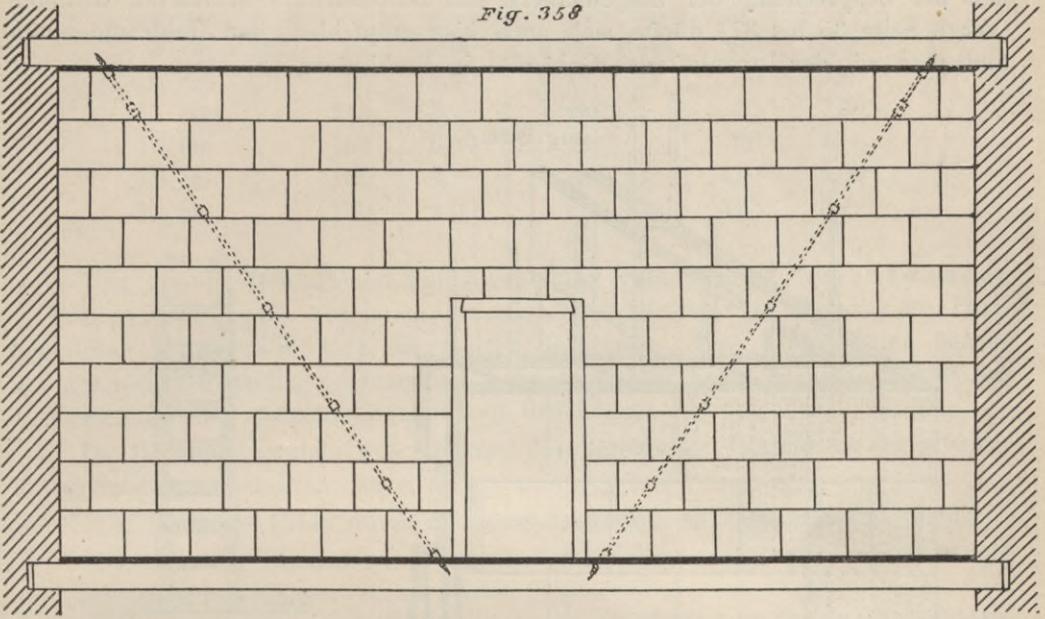


Wände wesentlich erhöht wird. Von besonders grossem Werte ist die Rohrversteifung bei Wänden, die durch das Auf- und Zuschlagen von Thüren häufigen Erschütterungen ausgesetzt werden. In solchem Falle sind die Rohrverspannungen möglichst nahe an den Thüröffnungen anzubringen.

Für den Fall, dass der Balken, über welchem die Plattenwand errichtet werden soll, so schwach oder seine Länge so gross ist, dass trotz des geringen Gewichtes der Wand eine Durchbiegung desselben zu befürchten steht, schlägt Bruckner Platten vor, welche in schräger Richtung durchlocht sind (Fig. 357). Die Rohrverspannungen werden dann in schräger Richtung so angebracht, dass die Eigenlast der Wand auf die beiden Enden des oberen Deckenbalkens verteilt wird (Fig. 358 und 359).

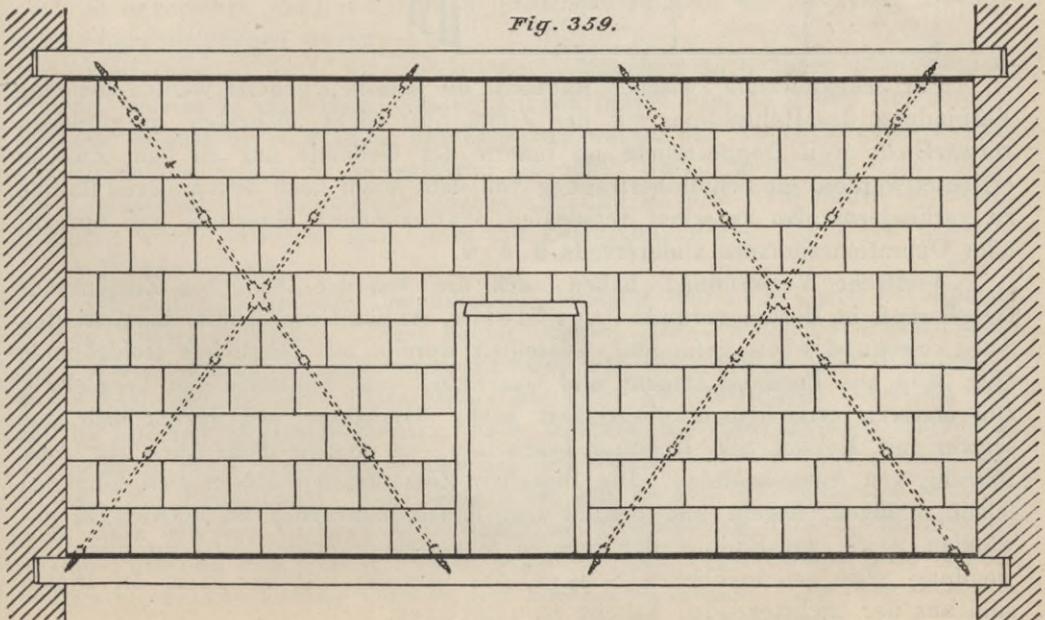
Für Aussenwände und solche Innenwände, welche mit Feuchtigkeit in Berührung kommen können, fertigt Bruckner Zementplatten von der gleichen Form und Grösse wie die Gipsplatten an. Die Aussenwände werden meist als Doppel-

Fig. 358

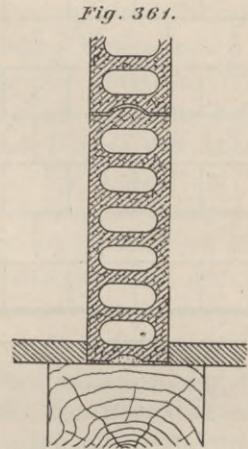
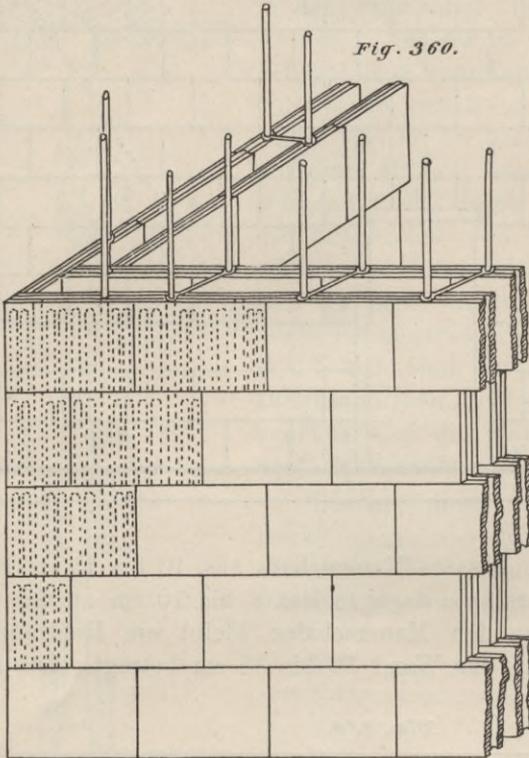


wände so konstruiert, dass die äussere Mauerschale aus 10 bis 15 cm starken Zementplatten, die innere Mauerschale dagegen aus 8 bis 10 cm starken Gipsplatten gebildet wird. Zwischen den Mauerschalen bleibt ein Hohlraum von etwa 10 cm, so dass die Stärke der Wand 30 bis 35 cm beträgt. Die in der

Fig. 359.



früher beschriebenen Weise anzubringenden Rohrverspannungen werden unter sich mit starkem Draht oder Ankern aus Flacheisen verbunden (Fig. 360), wodurch eine feste Verknüpfung der beiden Mauerschalen erreicht wird. Aus den bei Besprechung der Ziegelmauern mit Luftschichten erörterten Gründen (vergl. Seite 35 bis 37) dürfte sich auch hier empfehlen, den Hohlraum unten und oben mit der Innenluft des Gebäudes in Verbindung zu setzen.



Für Scheidewände zwischen Räumen, die sämtlich geheizt werden, ist eine Verbindung des Hohlraumes mit der Zimmerluft nicht anzuraten, ja geradezu verwerflich, weil Doppelwände im Innern der Gebäude nur zu dem Zwecke errichtet werden, die Schallübertragung von dem einen nach dem anderen Raume zu verhindern, also zwischen Schulsälen, Wartezimmern einerseits und Sprech- oder Operationszimmern andererseits u. s. w.

Vielfache Verwendung haben auch die von der Deutschen Zementbau-Gesellschaft in Berlin, vormals Paul Stolte, Aktien-Gesellschaft, hergestellten Stegzementdielen gefunden. Dieselben werden mit länglichen Hohlräumen (Fig. 361) aus Portland-Zement und Quarzsand oder Bimssteinsand hergestellt. Die ersteren erreichen die Festigkeit bester Sandsteine und lassen sich nur schwer mit Meissel und Hammer bearbeiten; sie dienen namentlich zur Auf-führung von Aussenwänden. Die Bimsstein-Zementdielen lassen sich hingegen leicht zersägen, nageln und bohren und finden namentlich zu leichten Innen-wänden, sowie zur Bildung der inneren Mauerschale hohler Aussenwände Ver-wendung. Die gebräuchlichen Stärken, das Gewicht und der Preis der Dielen sind aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen. >

Quarzsand- Zement- dielen	Gewicht pro qm kg	Preis pro qm M.	Bimsstein- Zement- dielen	Gewicht pro qm kg	Preis pro qm M.
3 cm stark	60	2,50	3 cm stark	40	2,80
5 cm "	90	2,50	5 cm "	50	2,80
7 cm "	115	3,—	7 cm "	75	3,50
10 cm "	155	3,50	10 cm "	90	4,—
12 cm "	185	4,—	12 cm "	110	4,50
15 cm "	200	4,50	15 cm "	125	5,—

Von den in Deutschland zur Anwendung gelangenden Zementwänden mit Eiseneinlagen verdienen die nach dem Erfinder J. Monier in Paris benannten Monier-Wände die meiste Beachtung. Ihre Konstruktion beruht auf der sich gegenseitig ergänzenden Ausnutzung der hohen Druckfestigkeit des Zementes und der grossen Zugfestigkeit des Eisens.

Die Bedenken, welche sich zunächst der allgemeinen Einführung der Monier-Bauweise entgegenstellten, waren:

1. Dass das Eisen durch den nass angetragenen Zementmörtel roste;
2. dass der Zement an den Eisenflächen nicht haften und somit mit dem Eisen nicht gemeinsam wirke;
3. dass bei Temperaturveränderungen sich das Eisen anders als der Zement bewege und ein Zersprengen des letzteren veranlasse.

Der unter 1. beregte Einwand fand seine erste Widerlegung durch eine Untersuchung, welche in Amiens mit vor Jahren zu Kanalisationszwecken verlegten Monier-Röhren angestellt wurde. Diese ergab, dass die Eisenstäbe sich noch so unversehrt, rostfrei und blau im Bruche zeigten, wie sie aus dem Walzwerke hervorgegangen waren.

Weiterhin hat Prof. Bauschinger in München an 6 Jahre alten Monier-Platten, welche in jauchigem Wasser gelegen hatten und an denen frei heraus tretende Eisenstäbe vollständig durchgerostet waren, den Nachweis geführt, dass alle Eisenstäbe, welche in Zementbeton eingehüllt waren, metallisch reine, durch ein Zementhäutchen überzogene Oberflächen und unveränderte Stärke besaßen. Hiernach dürfte erwiesen sein, dass die Zementumhüllung das Eisen dauernd gegen Rosten schützt.

Das unter 2. erhobene Bedenken ist ebenfalls, und zwar durch Belastungsproben, widerlegt worden. Diese haben ergeben, dass bei gleicher Stärke, gleichem Mörtelmaterial und gleicher Spannweite eine etwa 1,50 m weit freitragende ebene Zementplatte ohne Eiseneinlage bei einer gleichmässigen Belastung von 660 kg auf den Quadratcentimeter brach, während bei einer gleichen Platte mit Eiseneinlage der Bruch des Zementes erst bei 8000 kg auf den Quadratcentimeter eintrat, das Eisengerippe aber diese Last mit 13 mm Durchbiegung dauernd trug. Ein anderer Versuch mit gebogenen Platten von 2,65 m Spannweite, 0,26 m Pfeilhöhe und 0,05 m Stärke ergab bei der Zementkappe ohne Eiseneinlage als Bruchbelastung 1810 kg auf den Quadratcentimeter, bei der Zement-

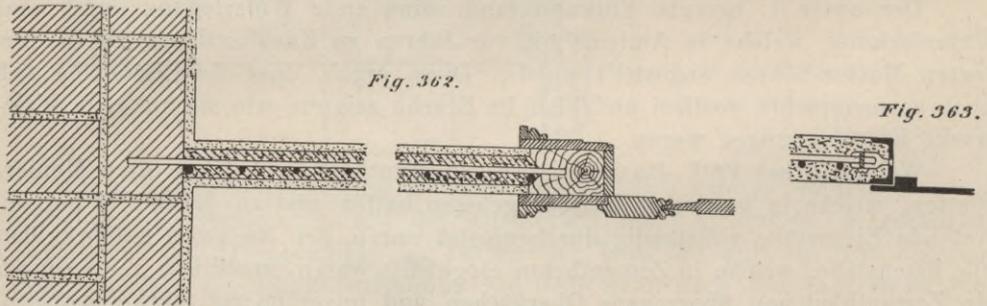
kappe mit Eiseneinlage 9358 kg auf den Quadratcentimeter. Hiernach muss also ein Zusammenwirken des Eisens mit dem Zement stattfinden.

Was das unter 3. angeführte Bedenken anlangt, so haben viele amtlich vorgenommene Frost- und Feuerproben ergeben, dass weder die Zusammenziehung bei Frost in Monier-Konstruktionen Risse hervorbringt, noch dass die Einwirkung grosser Hitze eine solche Veränderung bewirkt.

Zur Herstellung von Monier-Wänden wird das Eisengerippe entweder an Ort und Stelle aufgestellt und mit Zementmörtel beworfen, oder es werden in der Fabrik erzeugte Monier-Platten zum Ausmauern beziehungsweise zum Verkleiden eiserner Fachwände verwendet, oder schliesslich die Wände aus Monier-Hohlsteinen aufgebaut.

Im ersteren Falle besteht das Eisengerippe aus 6 bis 10 mm starken Runden, welche in wagerechter und lotrechter Richtung angeordnet und an den Kreuzungsstellen durch Draht verknüpft werden. Gewöhnlich lässt man auf eine Reihe von 8 bis 10 Drähte von 6 mm Stärke und je 7 bis 8 cm Entfernung einen stärkeren von 10 bis 12 mm Durchmesser folgen. Auch an den freien Endigungen, sowie an Richtungsänderungen der Wände sind stärkere lotrechte Stäbe von Rund-, Flach-, Winkel- oder U-Eisen einzulegen.

Sind Monier-Wände beiderseits von massiven Mauern begrenzt, so bemisst man die Abstände der wagerechten Stäbe am besten so, dass dieselben in die Lagerfugen des Mauerwerks eingreifen können (Fig. 362), also bei Ziegelmauerwerk auf 7,5 bis 8 cm von Mitte zu Mitte. Im anderen Falle ist ein kräftiger Stab unmittelbar an den massiven Mauern anzubringen und durch Mauerlatten zu befestigen.



Die Holzzargen der Thüren erhalten zur Aufnahme der wagerechten Stäbe einen Schlitz, zur Aufnahme der lotrechten Endstäbe und des Zementmörtel-Bewurfes eine ringsum laufende dreieckige Nute. Bei Thüren in Wänden, welche vollständig feuersicher sein sollen, sowie bei Thüren und Wänden in Aussenwänden sind die Laibungen und Umrahmungen aus \square -Eisen (Fig. 363) herzustellen. Bei reicheren Ausführungen finden die Mannstädtchen profilierten und ornamentierten Thürbekleidungen*) zweckmässige Anwendung.

Nach Vollendung des Eisengerippes erfolgt das Anwerfen des Zementmörtels gegen eine auf der einen Seite in etwa 1 cm Abstand von dem Eisengerippe aufgestellte Schalung, welche nach 3 bis 5 Tagen beseitigt werden kann.

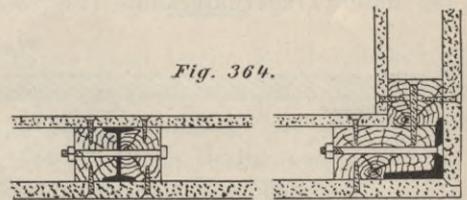
*) Vergl. Handbuch des Bautechnikers, Band IV, „Issel, Innerer Ausbau“, S. 24 u. 25.

Alsdann folgt bei Scheidewänden in Räumen, in denen Wasserdämpfe (in Badezellen, Waschküchen, Siedereien u. s. w.) erzeugt, oder in denen viel mit Wasser gearbeitet wird (in Schlachtereien, Färbereien, Waschanstalten u. s. w.), sowie bei allen Aussenmauern ein beiderseitiger Zementmörtelputz, während bei allen Scheidewänden in trockenen Räumen ein Kalkmörtelputz genügt.

Monierplatten sind meist 35 mm dick, 0,80 bis 1,10 m hoch und 0,60 bis 0,80 m breit und haben eine Geflechteinlage von sich rechtwinkelig kreuzenden 5 mm starken Drähten. Sie werden verbandmässig übereinander aufgebaut und haben ebenso wie die Brucknerschen Gipsplatten halbkreisförmig ausgenutete Stossfugen, welche nach Einlage eines gewellten Drahtes mit Zement ausgegossen werden. Die Verwendung solcher Platten ist eine beschränkte, da sie verhältnismässig teuer sind, zu ihrer Befestigung eines teuren Wandgerüstes aus \perp -Eisen bedürfen und weil sie weniger feste Wände erzeugen, wie die an Ort und Stelle aus einem Stück hergestellten eigentlichen Monierwände sind. Sie können aber immerhin dann als Ersatz der Monierwände in Frage kommen, wenn es auf besonders schnelle Ausführung trockener Wände ankommt. Eine der bedeutendsten Ausführungen mit Monierplatten ist die der Umfassungswände des Diaramas über dem Zirkus des Krystallpalastes zu Leipzig*).

Monierhohlsteine werden gewöhnlich 1 m lang, 0,60 m hoch und 0,25 m breit mit 25 mm starken lotrechten und 20 mm starken wagerechten Wandungen hergestellt. Die Eisenanlage besteht aus einem Netze von 3 bis 4 mm starken Drähten. Zur Versteifung der Steine dienen Verstärkungsrippen von 20 mm Stärke, welche in lotrechter Richtung in der Mitte der Steine angebracht sind. Das Gewicht solcher Hohlsteine beträgt 93 kg, so dass dieselben von zwei Maurern aus freier Hand versetzt werden können. Zur Bildung der Ecken, Maueranschlüsse, Mauerkreuzungen, Schornsteinkasten u. s. w. werden besondere Formsteine verwendet. Die Verwendung der Hohlsteine kann ebenso wie die der Monierplatten nur dort in Betracht kommen, wo es sich um rasches Bauen und um die Herstellung leichter, den Schall schlecht leitender Wände handelt.

Die Deutschen Magnesit-Werke in Berlin stellen unter der Bezeichnung „Magnesit-Bauplatten“ ein Baumaterial her, welches ebenso wie die Monierplatten zur Verkleidung eiserner Fachwände dient. Die Herstellungsweise dieser Platten ist Geschäftsgeheimnis, doch dürften sie im wesentlichen aus Magnesit mit Jutestoff-Einlage bestehen. Sie werden in Grössen von $1,0 \times 1,0$ m und $1,0 \times 1,5$ m geliefert. Ihre Stärke beträgt für äussere Wände 20 mm, für innere Wände 12 mm. Die Befestigung der Platten geschieht mittels Holzschrauben an Holzständern, welche zwischen die Flantsche der \perp -förmigen Eisenpfosten der Wände bzw. gegen die aus Winkeleisen gebildeten Eckpfosten geschoben und an diesen durch schwache Schraubenbolzen befestigt werden (Fig. 364).



*) Vergl. Deutsche Bauzeitung 1888, Seite 549.

B. Decken.

In der Regel wird ein Raum nach oben durch eine Decke, seltener durch ein Dach begrenzt. Je nachdem die Decke einen Raum nach oben abschliesst oder denselben von einem darüber befindlichen Raum scheidet, kann man unterscheiden:

- a) Decken, über denen sich kein nutzbarer Raum befindet, welche also keinen Fussboden zu tragen haben,
- b) Decken, über denen ein oder mehrere benutzte Räume vorhanden sind und welche deshalb einen Fussboden zu tragen haben.

Da die Holzbalkendecken schon im I. Bande dieses Handbuches erörtert worden sind, erübrigt noch die Besprechung der massiven Decken. Diese lassen sich hinsichtlich ihrer Konstruktion trennen in:

1. Eiserne Balkendecken mit Ausfüllung der Balkenfache durch Steine oder Mörtelkörper,
2. Gewölbte Decken oder Gewölbe aus Ziegelsteinen und natürlichen Steinen.

1. Eiserne Balkendecken mit Ausfüllung der Deckenfelder durch Steine oder Mörtelkörper.

Unter den Eisenbalken-Decken mit Ausfüllung der Fache durch Steine hat die häufigste Anwendung die Kleinesche Decke gefunden, deren Patentinhaber der Baumeister J. F. Kleine in Erbach a. Rh. ist. Das wesentliche der Konstruktion ist die Herstellung einer ebenen Steinplatte mit in die Lagerfugen eingebetteten, von Auflager zu Auflager reichenden, hochkantig gestellten Flacheisen von 1 : 25 bis 2 : 35 mm Stärke unter Verwendung gewöhnlicher Ziegelsteine oder von Lochsteinen, rheinischen Schwemmsteinen oder Formsteinen in der Grösse von $10 \times 12 \times 25$ cm. Die Mauerung geschieht mit flachseitig oder hochkantig gerichteten Steinen auf einer horizontalen Schalung (vergl. Taf. 1 und 2); als Bindemittel ist Zementmörtel zu verwenden.

Wird eine ebene Unteransicht gewünscht, so lässt man die Steinplatte 1 bis 2 cm unter Trägerunterkante (Fig. 365) herunterragen und schliesst die unter

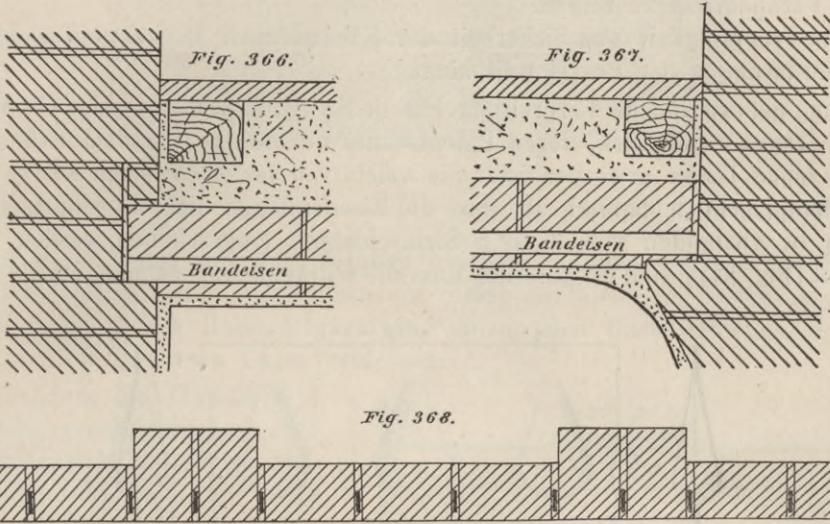
Fig. 365.



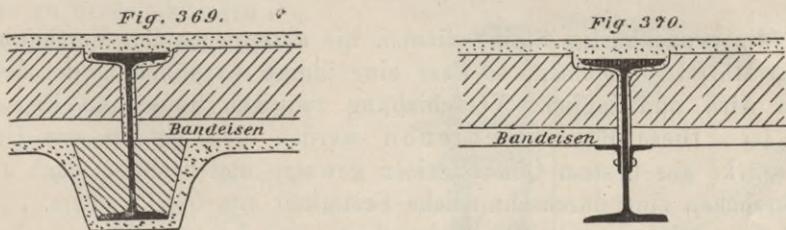
dem Trägerflansch entstehende Nut mit Zementmörtel, der bekanntlich fest am Eisen haftet und ein Rosten desselben verhindert. An den Umfassungswänden des zu überwölbenden Raumes stemmt man entweder eine Nut zur Aufnahme der Deckensteine aus (Fig. 366) oder man schafft für diese dadurch ein Auflager, dass man einige Schichten auskragt (Fig. 367).

Soll die Platte aus einer Ziegelflächenschicht hergestellt werden, so empfiehlt sich die Anordnung von $\frac{1}{2}$ Stein hohen Verstärkungsrippen in Abständen von etwa 40 cm (Fig. 368).

Für manche Benutzungszwecke (Keller-, Arbeits- und Lagerräume) wird häufig auf die ebene Unteransicht verzichtet, um eine möglichst leichte Decke



zu erhalten und einen grösseren Luftraum in den Räumen zu erzielen. Die Unterstützung der Deckenplatten geschieht dann durch Betonkonsolen (Fig. 369) oder Winkeleisen (Fig. 370).



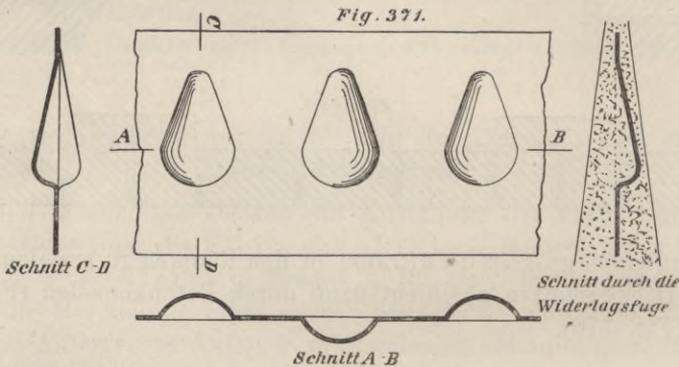
Die grosse Feuersicherheit der Kleineschen Decke ist durch behördlicherseits ausgeführte Brennproben wiederholt erwiesen worden. Bei den im Jahre 1893 auf Veranlassung der Feuerversicherungs-Vereine von verschiedenen Deckenarten unter Leitung des Branddirektors Stude in Berlin vorgenommenen Brennproben widerstand eine mit rheinischen Schwemmsteinen hergestellte, von unten verputzte Kleinesche Decke den während 75 Minuten auf sie einwirkenden, bis 1100° C. gesteigerten Brandgluten und blieb nach dem Ablöschen vollständig tragfähig. Sie wurde deshalb von den Preisrichtern als durchaus feuersicher bezeichnet und dem Erfinder der ausgesetzte Preis zuerkannt.

Zur Ermittlung der Tragfähigkeit wurden seitens des Königl. Polizei-Präsidiums zu Berlin verschiedene Belastungsproben an 12 cm starken Deckenplatten vorgenommen. Eine 1,04 m weit gespannte Platte zeigte bei einer Belastung von 11300 kg/qm am ersten Tage keine Veränderung und nach 14 Tagen

eine Durchbiegung von nur 2 mm, eine andere, 2,08 m weit gespannte Decke dagegen bei 4900 kg/qm Belastung, am ersten Tage 8 mm und nach 14 Tagen 10 mm Durchbiegung. In der Provinzial-Irrenanstalt zu Neu-Ruppin wurden $\frac{1}{2}$ Stein starke, mit 2,75 und 3,13 m Spannweite ausgeführte Deckenplatten nach dreiwöchiger Erhärtung einer Belastung von 2000 kg/qm unterworfen, ohne irgend welche Veränderung zu zeigen.

Die Tragfähigkeit und Sicherheit der Kleineschen Decke geht somit über die Anforderungen der Praxis weit hinaus.

Eine nahezu gleiche Verbreitung hat die Schürmannsche oder Gewölbe-träger-Decke gefunden, deren Patentschutz neuerdings von dem Erfinder der Kleineschen Decke erworben ist. Sie weicht von der eigentlichen Kleineschen Decke hauptsächlich dadurch ab, dass die Eiseneinlagen nicht in jede Lagerfuge, sondern in Abständen von 3 bis 5 Steinschichten eingeschoben werden. Diese Einlagen (Fig. 371) sind so geformt, dass die schrägen Ausbauchungen als Wider-

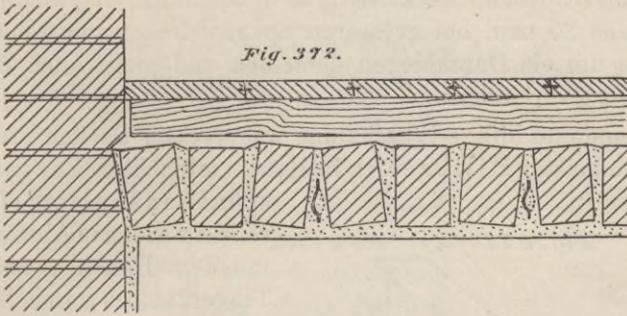


lager für die benachbarten Steine dienen, die entsprechenden Vertiefungen dagegen den Mörtel aufnehmen, so dass eine innige Verdübelung der Mörtelfuge geschaffen wird und jegliche Verschiebung zwischen Stein und Eisen ausgeschlossen ist. Diese Buckelschienen werden meist in 60 mm Höhe und $1\frac{1}{4}$ mm Stärke aus bestem Qualitätseisen gewalzt und besitzen nach amtlichen Zerreißversuchen eine durchschnittliche Festigkeit von 5300 kg/qcm.

Für die Ausführung der Decke ist ebenso wie bei der Kleineschen Decke eine Unterschalung erforderlich, welche meist so angebracht wird, dass zwischen derselben und den unteren Trägerflantschen ein Spielraum von etwa 1 cm verbleibt. Dieser Spielraum wird dadurch erreicht, dass zwischen Schalung und Trägerflantsch eine Leiste von 1 cm Stärke eingelegt wird.

Die erste Steinschicht wird an das schräg angehauene Widerlager der Mauer gelegt, erhält also eine etwas geneigte Lage. Die folgende Schicht wird senkrecht auf die Schalung gesetzt, die dritte wieder schräg, dem Widerlager der alsdann einzulegenden Buckelschiene entsprechend, so dass also zwischen den einzelnen Steinschichten keilförmige Fugen entstehen (Fig. 372) und die zwischen zwei Buckelschienen liegenden Deckenfelder wie flach gekrümmte Gewölbekappen erscheinen (vergl. Taf. 3 und 4), deren Seitenschub in gleicher Richtung mit den Hauptträgern wirkt, aber bei der geringen Spannweite der Kappen so klein ist, dass eine Verstärkung oder Verankerung der Widerlags-

mauern nicht erforderlich ist. Alsdann wird gegen das andere Widerlager der Wellblechschiene die erste Steinschicht der zweiten Kappe wieder schräg verlegt



und auf diese Weise mit der Wölbung bis zum völligen Schluss des Deckenfeldes fortgefahren. Das Vermauern der Steine geschieht am besten in der aus Fig. 373 ersichtlichen Reihenfolge, damit die an den Buckelschienen liegenden Steine in ihrer geneigten Lage verbleiben.

Nachdem ein Gewölbefeld vollständig geschlossen ist, wird dünnflüssiger Mörtel über dasselbe gegossen und mit dem Besen verteilt, um die Fugen gehörig zu dichten. Bei kleineren Spannweiten (unter 1,20 m) kann die Schalung nach 2 bis 3 Tagen beseitigt werden, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass das Abbinden des Mörtels durch trockene Witterung beschleunigt, durch feuchte Witterung verlangsamt wird.

Die Schalbretter werden entweder parallel zu den Deckenträgern verlegt und dann zweckmässig auf hochkantig gelegte, an den unteren Trägerflanschen befestigte Flacheisen (vergleiche Taf. 3 und 4) gelagert, oder man ordnet die Schalbretter in entgegengesetzter Richtung an. Im letzteren Falle bedient man sich mit Vorteil der durch Fig. 374 dargestellten Rüsteisen, welche aus 40 mm breitem und 8 mm starkem Flacheisen hergestellt und so gebogen sind, dass die beiden Enden 12 cm voneinander

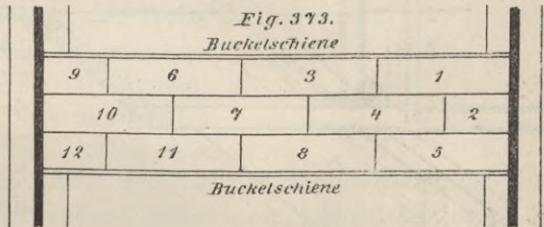
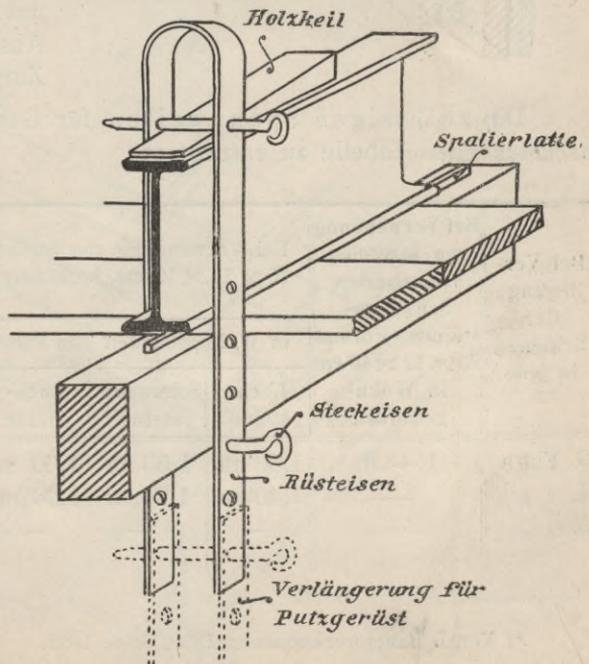


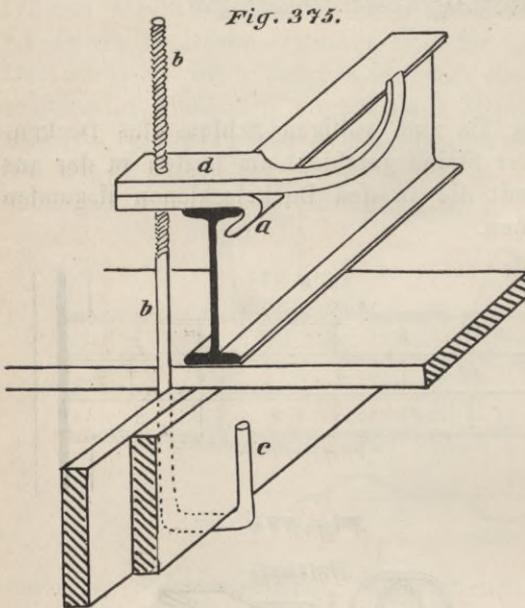
Fig. 374.



abstehen. Die Regelung der Höhe, in der das Rüstholz liegen muss, geschieht durch Eintreiben eines Holzkeiles zwischen den oberen Trägerflansch und das über diesem eingeschobene Steckisen. Die Schalung ist für Spannweiten bis 1,20 m mindestens 25 mm, bei grösseren Spannweiten wenigstens 30 bis 35 mm stark zu wählen, um ein Durchbiegen derselben und somit auch der Decke während der Arbeit zu verhindern.

Eine bequeme und billige Einschalung wagerechter Decken ermöglichen auch die vom Stadtbaumeister Hillbrecht in Husum erdachten anziehbaren Ver-

schalungshalter*) (Fig. 375). Dieselben werden in Abständen von 1,50 m mit dem Haken a über den oberen Trägerflansch geschoben und hierauf in den am unteren Ende des Bolzens b befindlichen Haken c zwei Schalbretter auf die hohe Kante als durchlaufende Träger der eigentlichen Schalung eingelegt. Die Richtung dieser Bohlenträger kann parallel oder senkrecht zur Trägerichtung gewählt werden, je nachdem der Haken des Bolzens senkrecht oder parallel zur Trägerichtung gedreht wird. Alsdann werden die Schalbretter eingeschoben und durch Anziehen des Bolzens mittels des Schlüssels d fest gegen den unteren Trägerflansch gepresst. Die Ausschalung erfolgt durch langsames Zurückdrehen des Schlüssels d.



Die zulässigen Spannweiten für Gewölbeträger-Decken sind aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen:

Bei Verlegung der Schienen in jede	Bei Verwendung von flachseitig vermauerten Schwemmsteinen, Format $25 \times 12 \times 10$ cm in Wohngebäuden	Bei Verwendung von Steinen, Format $25 \times 12 \times 10$ cm, hochkantig vermauert				Bei Verwendung von Voll- oder Lochsteinen, Format $25 \times 12 \times 6,5$ cm hochkantig vermauert	
		in Wohngebäuden		in Fabriken u. s. w.			
		Lochsteine	Schwemmsteine	Lochsteine	Schwemmsteine	in Wohngebäuden	in Fabriken u. s. w.
3. Fuge	1,— m	1,80 m	1,50 m	1,60 m	1,20 m	2,20 m	1,85 m
4. „	—	1,40 m	1,20 m	1,20 m	—	1,85 m	1,60 m
5. „	—	—	—	—	—	1,50 m	1,30 m

*) Vergl. Baugewerkszeitung 1899, Seite 1624.

Bis zu einer Stützweite der Buckelschienen von 1,50 m empfiehlt sich eine Mörtelmischung von 1 Teil Zement, 1 Teil Kalk und 5 Teilen Sand; bei grösserer Stützweite eine Mischung von 1 Teil Zement und 3 Teilen Sand.

Unter den zahlreichen Decken-Konstruktionen aus gebrannten durchlochtem Steinen besonderer Form dürften die verbreitetste Anwendung die Förstersche Massivdecke und die Horizontaldecke nach System Mossner gefunden haben.

Erfinder der ersteren ist Stadtbaumeister Otto Förster in Wernigerode. Er verwendet Lochsteine von 25 cm Länge, 12 cm Breite und 10 bis 13 cm Höhe, welche hakenförmige Widerlager aufweisen (Figur 376). Dieselben werden auf einer Brettschalung mit ihren Langseiten rechtwinkelig gegen die Richtung der Träger im Läuferverbande mit verlängertem Zementmörtel verlegt (Fig. 377). Sollen die unteren Trägerflansche verkleidet werden, so sind die hier aufruhenden Steine auszuklinken. Die am Träger verbleibende Nut ist mit Zement auszuwerfen oder mit einem Drahtgewebe in der Weise zu verkleiden, dass dieses nicht am Träger, sondern durch Nagelung in den Fugen der Deckenfelder befestigt wird (Fig. 378). Hierdurch wird erreicht, dass der Träger sich bewegen kann, ohne dass im Deckenputz Risse entstehen. Eine weit bessere, aber teurere Umhüllung der Trägerflansche wird durch Anwendung besonderer Formsteine (Fig. 379) erreicht. Die Auflagerung an den Mauern kann nach Fig. 380 in einer ausgestemten Nut oder nach Fig. 381 auf ausgekragten Schichten erfolgen.

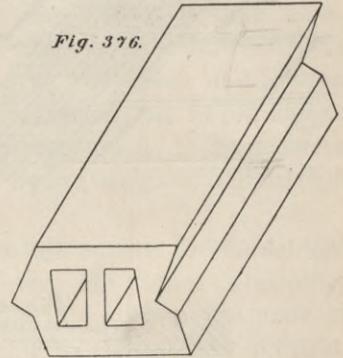


Fig. 376.

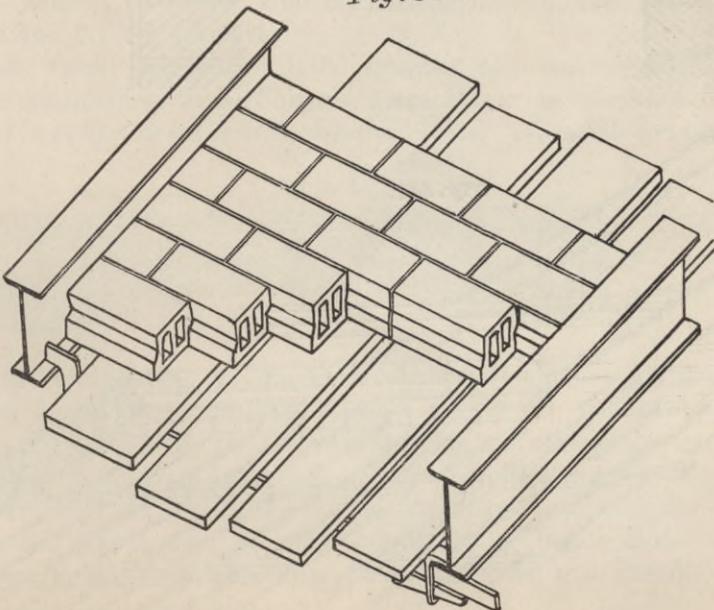
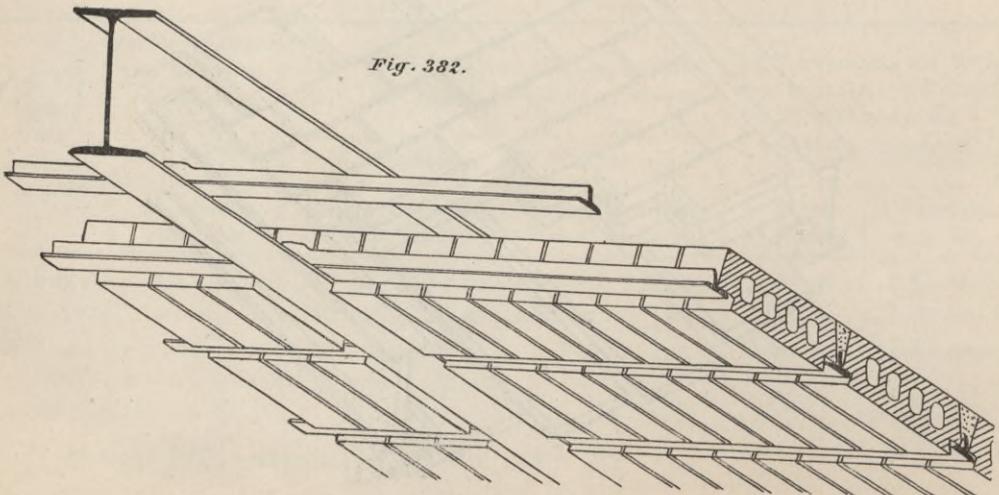
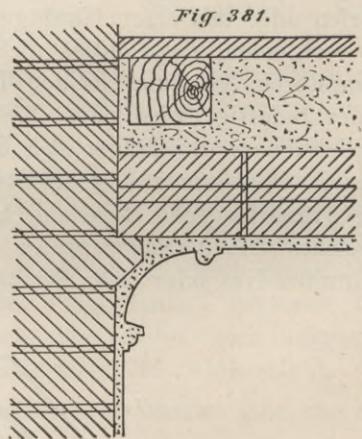
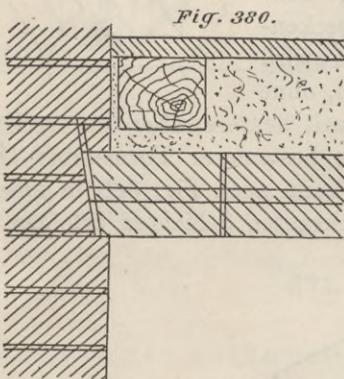
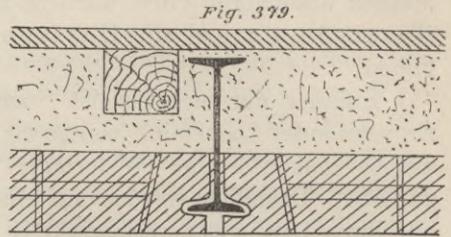
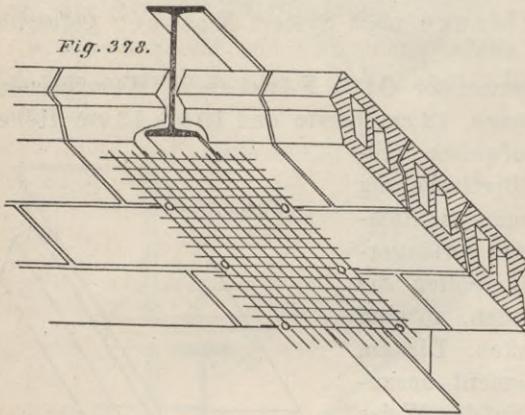


Fig. 377.

Hinsichtlich der Tragfähigkeit der Försterschen Decke gibt ein Protokoll der Polizeiverwaltung zu Frankfurt a. O. über eine am 6. August 1897 vorgenommene Belastungsprobe Aufschluss. Eine Kappe von 1,20 m Stützweite mit 10 cm starken Lochsteinen in Kalk-Zementmörtel ausgeführt, wurde $3\frac{1}{2}$ Tage



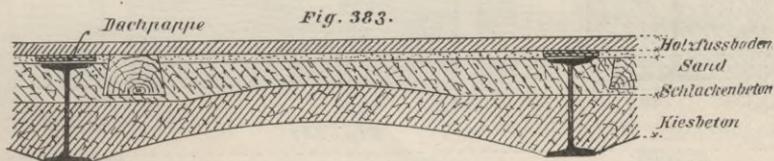
nach ihrer Vollendung mit 2125 kg/qm belastet. Obgleich die Kappe ohne Verankerung hergestellt war, zeigte sich nirgends eine Veränderung, selbst der Träger blieb nach der freien Seite hin vollständig unverändert, auch waren Risse in dem glatten Deckenputze an der Unterseite der Kappe nicht wahrzunehmen.

Die Horizontaldecke wird durch das Zementbau-Geschäft von M. Czarnikow & Komp. in Berlin ausgeführt. Die porösen Lochsteine werden, im Gegensatz zu der Försterschen Konstruktionsweise, parallel zur Trägerrichtung auf \perp -Eisen gelagert (Fig. 382), so dass eine Unterschalung der Decke entbehrt werden kann. Die Steine werden in drei verschiedenen Stärken — 8, 10 und 12 cm — geliefert. Die Tragfähigkeit der Decke ist durch eine auf Veranlassung des Königl. Polizei-Präsidiums in Berlin vorgenommenen Probelastung nachgewiesen. Bei dieser wurde eine mit 8 cm starken Steinen ausgeführte Decke von 1,50 m Stützweite innerhalb 4 Tagen nach und nach mit Eisen und Steinen beschwert. Der Zusammenbruch erfolgte nach einer Belastung mit 11400 kg/qm. Es zeigte sich, dass die zur Auflagerung der Steine verwendeten \perp -Eisen durch Biegung aus ihren Widerlagern abgerutscht waren; irgend welchen Seitenschub hatte die Decke nicht ausgeübt.

Zur Herstellung von Mörtelkörpern für die Ausfüllung von Deckenfeldern wird vornehmlich Portland-Zement verwendet. Dieser, mit Sand, Kies oder Steinschlag gemischt, wird entweder an Ort und Stelle in feuchtem Zustande in die Balkenfache eingestampft und so die eigentliche Betondecke gebildet, oder er dient zur Herstellung von Deckenplatten, welche in trockenem Zustande von den meisten Zementbau-Geschäften zu beziehen sind.

Da die Druckfestigkeit des Zementes $\frac{7}{8}$ eine sehr grosse, die Zugfestigkeit dagegen eine geringe ist, so wird einer bogenförmigen Betondecke der Vorzug vor einer ebenen zu geben sein. Gebräuchliche Mischungsverhältnisse sind: 1 Teil Zement, 2 Teile Sand, 3 bis 4 Teile Kies oder Steinschlag für die Kappen und 1 Teil Zement, 10 Teile Kohlschlacken oder 1 Teil Kalk und 8 Teile Kohlschlacken für die Zwickel.

Soll die Decke mit einem Holzfussboden abgedeckt werden, so können schwalbenschwanzförmig zugeschnittene Lagerhölzer in den Beton eingebettet werden, auf welchen die Fussbodenbretter später vernagelt werden (Fig. 383).



Für die Befestigung von Parkett-Fussböden schlägt der Architekt Ludolff in Hannover die folgende Ausführungsweise vor: Nach Vollendung der Betondecke wird die Auffüllung der Deckenfelder bis zur Oberkante der Träger mit magerem Schlackenbeton bewirkt und, nachdem dieser etwas angezogen hat, ein Jutestoff mit 5 cm langen geschmiedeten Nägeln aufgenagelt. Auf diesem Belag wird der Blindboden mit dem bereits im I. Bande dieses Handbuchs, Seite 70, erwähnten Klebemittel aus Kalk und Käse und darauf der Parkettboden durch Nagelung befestigt.

Wird der Fussboden durch einen über dem Beton ausgeführten Zementestrich gebildet, so sind die Träger so tief zu legen, dass der obere Trägerflansch mindestens 6 cm hoch von dem Beton überdeckt wird, weil sonst infolge der Erschütterungen der Träger die Entstehung von Haarrissen über und neben den Flanschen nicht zu vermeiden sind. Aus diesem Grunde empfiehlt sich auch, den Estrich mit quadratischen Einkerbungen zu versehen, damit etwaige Haarrisse in die Vertiefungen zu liegen kommen.

Sollen Betonkappen zwischen massiven Mauern eingespannt werden, so gestaltet man die Widerlager zweckmässig nach Fig. 384. Betonkappen an der einen Seite auf einen Eisenträger, an der anderen auf eine Mauer zu stützen, ist nicht anzuraten, weil im Scheitel leicht Risse entstehen. Es ist dann unmittelbar neben die Mauer ein \square -förmiger Träger zu verlegen, welcher mit

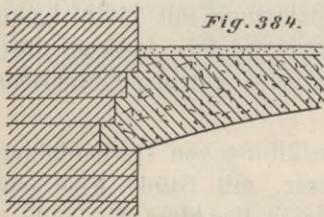


Fig. 384.

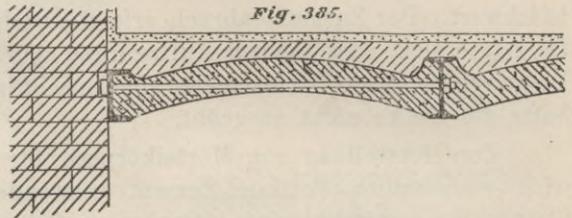


Fig. 385.

dem nächsten Träger zu verankern ist, falls die Mauer die nötige Stärke zur Aufnahme des Seitenschubes nicht besitzt (Fig. 385).

Zur Einhüllung der Deckenträger in Betonmasse bedient man sich besonderer Formkästen aus Bohlen, welche nach Fig. 386 mittels eiserner Rüsteisen

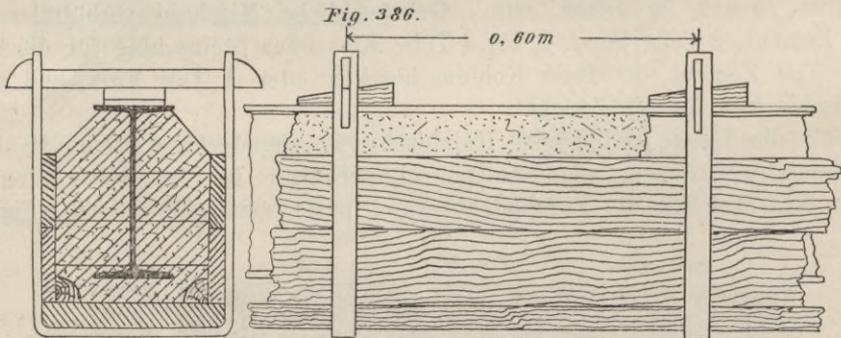
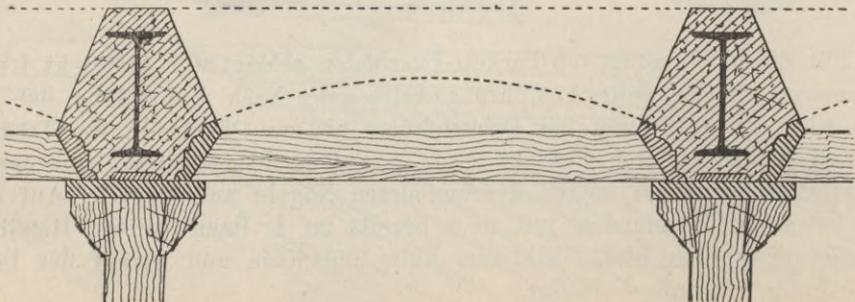
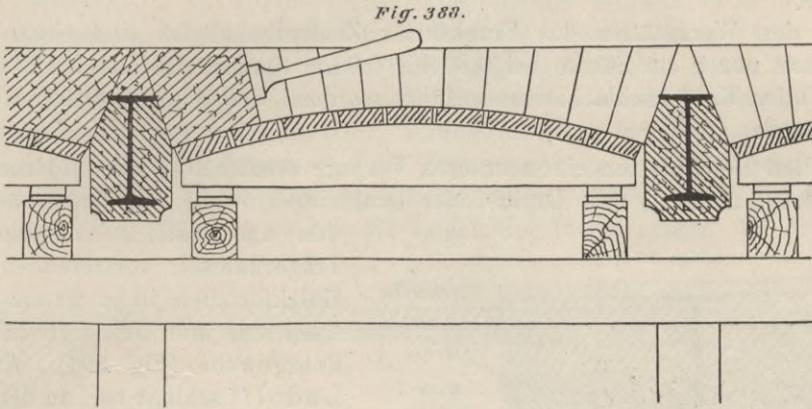


Fig. 386.

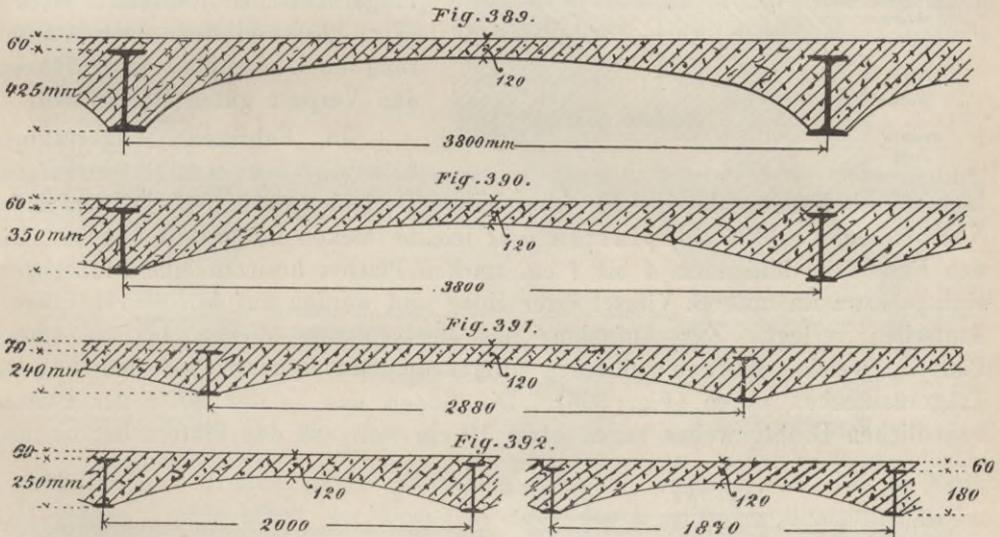
Fig. 387.



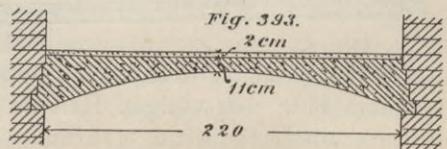
an den Trägern aufgehängt oder nach Fig. 387 durch Pfosten gestützt und durch Spreizen gegenseitig verspannt werden können. Das Einstampfen der Deckenfelder erfolgt erst nach völliger Erhärtung der Widerlager in der durch Fig. 388 dargestellten Weise.



Die Figuren 389 bis 393 veranschaulichen Betonkappen, welche im Bahnhofsgebäude zu Erfurt mit einem Mischungsverhältnisse von 1 Teil Zement und



8 Teilen Kiessand zur Ausführung gelangten. Ueber Belastungsproben, welchen diese Decken unterworfen wurden, berichtet die Deutsche Bauzeitung, Jahrgang 1889, Seite 491, ausführlich. Hier sei nur mitgeteilt, dass eine 2,20 m weit gespannte, im Scheitel 11 cm starke Betondecke mit 2850 kg/qm belastet wurde, und selbst als neben der Belastungsstelle Schläge mit einem schweren Hammer auf die Decke geführt wurden, unbeschädigt blieb.



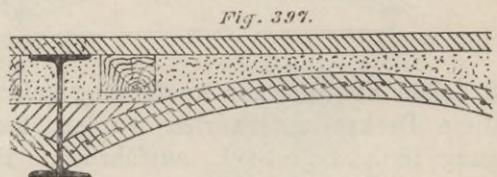
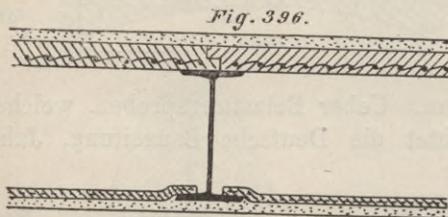
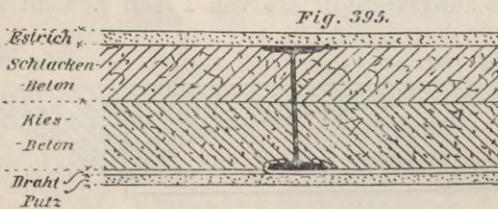
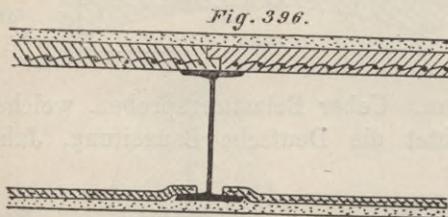
Bei Betondecken mit ebener Unteransicht ruht ein im Querschnitt rechteckiger Betonkörper auf den unteren Trägerflantschen. Sie üben keinerlei Seitenschub auf die Träger aus, sind aber weniger widerstandsfähig gegen Durchbiegung als bogenförmige Betonkappen und müssen mithin grössere Stärke erhalten.

In den Werkstätten des Frankfurter Zentralbahnhofes sind ebene Betondecken mit nur 8 cm Stärke bei 0,80 bis 0,90 m Spannweite aus 1 Teil Zement und 7 Teilen Kohlschlacken ausgeführt worden, welche nach 4 Tagen ausgerüstet wurden.

Sollen Betonplatten einen unteren Verputz erhalten, so umkleidet man die untere Trägerflantsche mit Draht- oder Drahtziegelgewebe, oder man bettet in den um etwa 1 cm gegen den Trägerflantsch vortretenden Beton Holzklötzchen in je 20 cm Entfernung ein und befestigt an diesen Rohrgewebe (Fig. 394). Architekt Ludolff schlägt vor, an der Unterseite der Decke vor deren Einrüstung starke Drähte auszuspannen, welche durch Umbiegen an den unteren Trägerflantschen befestigt werden (Fig. 395) und dem nach Ausführung der Deckenplatte auszuführenden Verputz guten Halt geben.

In Fabriken, Lagerräumen u. s. w., wo es weniger darauf an-

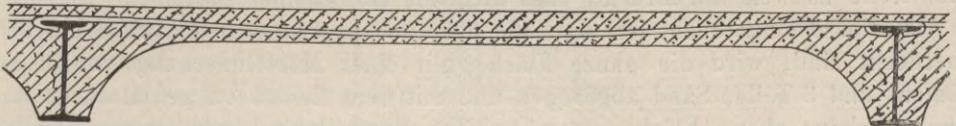
kommt, schallundurchlässige als feuersichere Decken zu schaffen, können durch Verwendung von Monierplatten sehr leichte Decken hergestellt werden. Die den Fussboden bildenden 4 bis 7 cm starken Platten besitzen eine Drahtgittereinlage etwa im unteren Viertel ihrer Höhe und werden auf den oberen Trägerflantschen verlegt. Zur Aufnahme des Deckenputzes dienen 1,5 cm starke Platten, welche mit den seitlichen aufgekrümmten Rändern auf den unteren Trägerflantschen ruhen (Fig. 396). Die Enden des in der Mitte der Platten befindlichen Drahtgewebes ragen etwa 10 cm weit aus den Platten hervor und



werden nach dem Verlegen der letzteren unter den Trägerflantschen verflochten, um dem Putz den nötigen Halt zu bieten. Die Schallübertragung wird wesentlich vermindert, wenn gekrümmte Monierplatten bogenförmig zwischen die Träger gespannt und mit einem Füllmaterial überdeckt werden (Fig. 397).

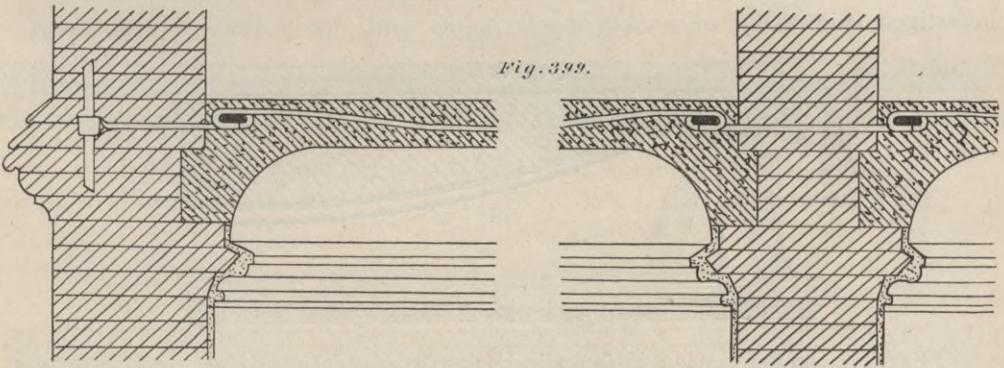
Grosse Verbreitung hat, trotz ihres kurzen Bestehens, eine von dem Direktor Koenen der Aktien-Gesellschaft für Beton- und Monierbau in Berlin im Jahre 1897 erfundene Deckenkonstruktion erfahnen. Diese mit dem Namen „Koenen-sche Voutenplatte“ belegte Konstruktion ist eine an den Auflagern eingespannte Zementplatte mit Eiseneinlagen. Die letzteren werden so in den Mörtelkörper eingebettet, dass für gleichförmig verteilte Belastung eine Platte von annähernd gleichem Widerstande gegen Durchbiegung entsteht. Diese Absicht hat Koenen dadurch erreicht, dass er die Eiseneinlagen am Auflager, wo die Biegemomente ihre grössten Werte erreichen, nahe der Oberkante einbettet, sie dagegen in der Plattenmitte, wo die Zugspannungen in der unteren Plattenhälfte auftreten, der Unterkante der Platte nähert. Ruht die Platte zwischen Eisenträgern (Fig. 398), so werden die Enden der Eiseneinlagen um die oberen

Fig. 398.



Trägerflanschen hakenartig umgebogen; diese Verbindung ist vermöge der hohen Adhäsionsfestigkeit, die zwischen Eisen und Zementmörtel wirkt, unnachgiebig. Wo die Platte zwischen Mauern angeordnet wird, muss die Stelle der Eisenbalken durch flach gelegte Eisen (Fig. 399) ersetzt werden. Die Eiseneinlage besteht

Fig. 399.



gewöhnlich aus 10 mm starken Rundeisen mit 6 cm Abstand von Mitte zu Mitte. Die grosse Tragfähigkeit der Decke, welche durch amtliche Belastungsproben wiederholt erwiesen ist, gestattet Ausführungen bis 6 m Spannweite bei einer Stärke von nur 10 cm in der Plattenmitte.

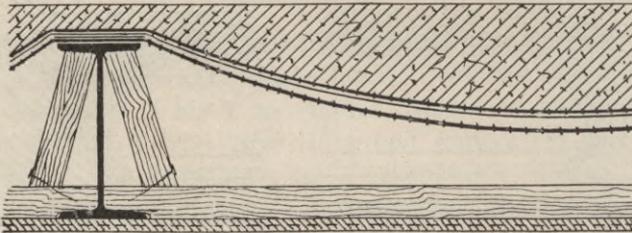
Ein durch Drahtgewebe armerter Estrich zur Ueberdeckung eiserner Träger (auch von Holzbalken) wird von der Terrast-Baugesellschaft in Berlin unter dem Namen „Terrast“ empfohlen. Verzinktes Drahtgewebe von 1,2 mm Drahtstärke und 25 mm Maschenweite wird über die Träger ausgebreitet und an der einen Mauer mit Putzhaken befestigt. Darauf wird das Gewebe in dem ersten Deckenfelde nach unten gedrückt und, nachdem es um $\frac{1}{10}$ der Fachbreite durchhängt, mit Bindedraht an dem ersten Träger befestigt. Alsdann wird das Gewebe im zweiten Felde durchgedrückt und an dem zweiten Träger befestigt und so fort-

gefahren, bis die ganze Raumbreite in gleicher Weise überdeckt ist. Die nächste Bahn des Gewebes überdeckt die vorherige um etwa 5 cm.

Ist das Drahtnetz über den ganzen Raum gespannt, so werden über den Trägerflantschen Papierstreifen und darüber, sowie über das ganze Drahtnetz, eine zweite Lage starkes Rollenpapier ausgebreitet, wobei darauf zu achten ist, dass das Papier überall dicht auf dem Drahtnetz aufliegt. Nun wird ein zweites Drahtgewebe in der gleichen Weise wie das erste ausgebreitet und an den Mauern und Trägern befestigt, jedoch so, dass in der Mitte etwa 1 cm Spielraum zwischen den Drahtnetzen verbleibt. Vor dem Auftragen der Estrichmasse, welche aus 1 Teil Zement und 7 Teilen Sand, oder 1 Teil Zement, 5 Teilen Sand und 3 Teilen Koksasche besteht, ist das Papier mit einer Giesskanne anzufeuchten, damit es sich innig an das untere Drahtnetz anschmiegt.

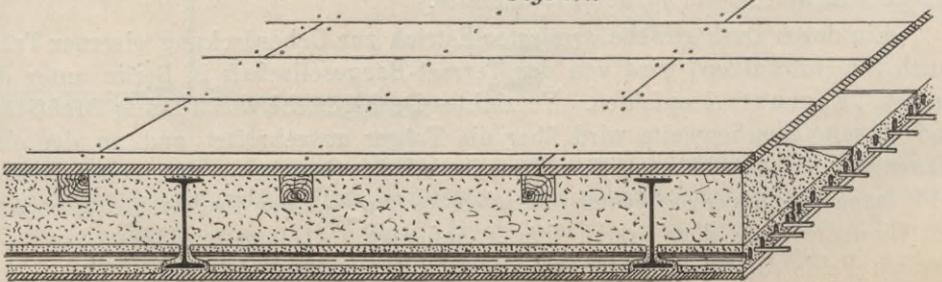
Die Estrichmasse wird in mehreren Lagen aufgetragen und mit der Schaufel oder Kelle so weit angedrückt, dass nirgends Hohlräume verbleiben. Nachdem so viel Masse eingebracht ist, dass die oberen Trägerflantschen etwa 4 cm hoch überdeckt sind, wird die ganze Fläche mit einer Mörtelmischung von 1 Teil Zement und 3 Teilen Sand abgezogen und mit dem Reibebrett geglättet, so dass eine durchaus ebene Fläche entsteht. Zur Herstellung einer ebenen Deckenunterfläche können Latten mit etwa 20 cm gegenseitigem Abstände auf die unteren Trägerflantschen gelegt und an diesen ein Rohr- oder Drahtziegelgewebe zur Aufnahme des Verputzes befestigt werden. Damit die Latten sich nicht heben können, sind zwischen diesen und den oberen Trägerflantschen schräg gestellte Lattenstücke einzutreiben und durch Nagelung an den Deckenlatten zu befestigen (Fig. 400).

Fig. 400.



Fertige Deckenplatten liefert die Deutsche Zementbau-Gesellschaft, vormals Paul Stolte in Berlin unter der Bezeichnung „Stoltes Stegzementdielen“ in Längen von 1 bis 4 m und Stärken von 7 bis 40 cm. Dieselben sind der Länge nach von Hohlräumen durchzogen, deren Höhe das 2- bis 2½ fache ihrer

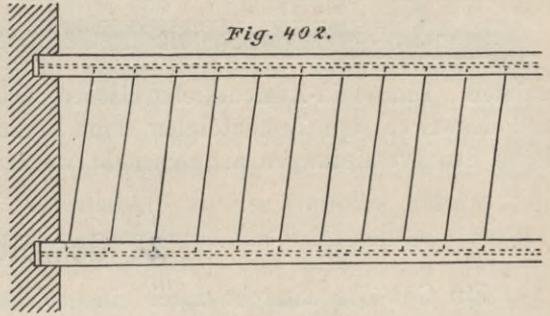
Fig. 401.



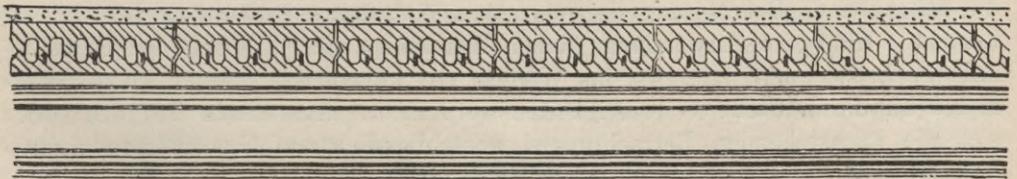
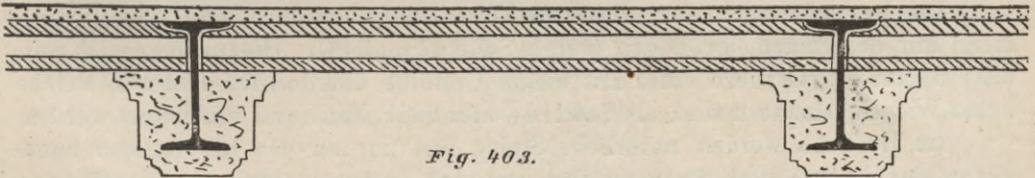
Höhe beträgt, so dass zwischen denselben \perp -förmige Stege entstehen. Zur Erhöhung der Tragfähigkeit sind in die untere Hälfte dieser Stege Bandeisen eingebettet.

Für Trägerentfernungen bis 1,40 m werden in Wohngebäuden 7 bis 8 cm starke Dielen, darüber hinaus bis 1,80 m Trägerabstand 10 cm starke Dielen verwendet (Fig. 401). Die Ausführung geschieht in folgender Weise:

Zuerst werden die unteren Trägerflantschen mit einem Drahtgewebe umhüllt, damit der Deckenputz an denselben gut haftet. Alsdann wird an der Wand auf die unteren Trägerflantschen ein Keilstück und darauf die rhomboidisch geformten weiteren Dielen (Fig. 402) in Zementfuge zusammengeschoben. Sämtliche Fugen sowohl zwischen den einzelnen Dielen als auch an den Trägerflantschen werden mit Mörtel ausgegossen. Nach Verlegung der Dielen in sämtliche Felder kann sofort die Aufschüttung eingebracht werden, in welche die Fussbodenlager eingebettet werden können.



Für Fabrik- und Lagergebäude, in denen die einzelnen Etagen feuersicher abgeschlossen sein müssen, kann unter Weglassung der Ausfüllung der Deckenfelder mit Füllmaterial nach Fig. 403 eine leichte Decke dadurch geschaffen werden, dass die Dielen auf einer entsprechend geformten Umhüllung der Träger



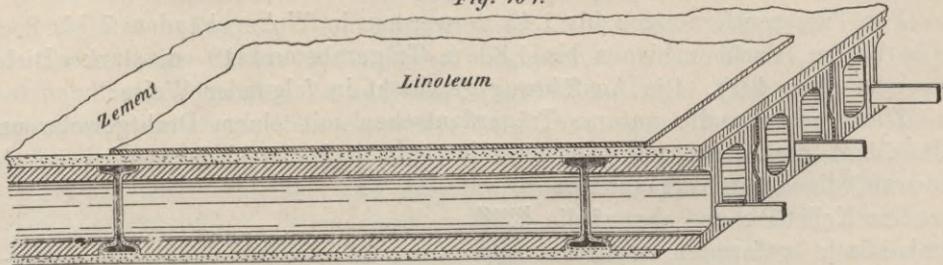
aus Zementbeton gelagert werden. Der Fussboden wird dann meist durch einen 2 cm starken Zementestrich gebildet und kann gegebenen Falles mit Linoleum belegt werden.

Bei sehr schweren Belastungen (in Durchfahrten u. s. w.) werden Dielen von solcher Stärke verwendet, dass sie die ganze Deckenhöhe ausfüllen (Fig. 404).

Die Herstellung der Dielen geschieht unter Verwendung von Portland-Zement und Quarzsand oder Bimssand. Quarzsand-Zementdielen erreichen die Festigkeit natürlicher Sandsteine und lassen sich nur schwer mit dem Stahl-

meissel und Hammer bearbeiten, doch ist ein Aufspalten derselben, vermöge der in ihnen angeordneten Hohlräume, der Länge und Höhe nach leicht zu

Fig. 404.



erzielen. Bimsstein-Zementdielen lassen sich nageln, bohren und zersägen und sind deswegen den Zementdielen dann vorzuziehen, wenn an der Deckenunterfläche Stuckverzierungen angeschraubt werden sollen.

2. Gewölbe.

Ein Gewölbe entsteht durch eine solche Zusammenfügung einzelner Steine, dass diese sich mit ihren Seitenflächen gegenseitig und in ihrer Gesamtheit gegen andere Mauerkörper (Widerlags- oder Stützmauern, Gurtbögen, Rippenbögen) in der Weise stützen, dass sie den Raum zwischen diesen Mauerkörpern frei schwebend überdecken. Meist besitzen sie die Fähigkeit, ausser der eigenen noch fremde Lasten (Füllmaterial, Fussbodenlast und Stützlast) mit Sicherheit zu tragen.

Die Bezeichnungen der einzelnen Teile eines Gewölbes sind übereinstimmend mit denjenigen der Bögen (vergl. Seite 47 und 48). Hinzuzufügen ist nur, dass Begrenzungsmauern eines mit einem Gewölbe überdeckten Raumes, welche keine Widerlagsmauern sind, als Schild- oder Stirnmauern bezeichnet werden.

Im Hochbau werden natürliche Steine fast nur zu den Rippen und Gurtbögen der Kreuz- und Sterngewölbe und nur äusserst selten zur Ausführung ganzer Gewölbe verwendet, weil sie wegen ihrer grossen Schwere sehr starke Widerlagsmauern erheischen und weil das an und für sich teure Material und die zeitraubende Bearbeitung der einzelnen Wölbsteine bedeutende Kosten verursacht. Häufigere Anwendung finden Werksteine zur Bildung der Gewölbeanfänge in solchem Falle, wo das Wölben mit künstlichen Steinen kleinen Formates an dieser Stelle Schwierigkeiten verursacht. Aus diesen Gründen sollen sich die nachstehenden Betrachtungen ausschliesslich auf Gewölbe aus künstlichen Steinen und vornehmlich aus Ziegelsteinen erstrecken.

Für Wölbungen aus künstlichen Steinen wählt man möglichst leichtes Material, Lochsteine, poröse Steine und Schwemmsteine, für unbelastete Gewölbe auch wohl Korksteine.

Der Form nach unterscheidet man die folgenden Gewölbearten:

- a) Tonnengewölbe;
- b) Kappengewölbe oder preussische Kappen;
- c) Klostergewölbe mit den Nebenformen Mulden- und Spiegelgewölbe;

- d) Kuppelgewölbe mit den Nebenformen Hängekuppeln, ellipsoidische Gewölbe, böhmische Kappengewölbe;
- e) Kreuzgewölbe mit der Nebenform Stern- oder Netzgewölbe;
- f) Fächer- oder Trichtergewölbe (normännisches oder angelsächsisches Gewölbe).

a) Tonnengewölbe.

Die Laibungsfläche eines Tonnengewölbes kann man sich so entstanden denken, dass eine stetig gekrümmte Linie, die „Erzeugende“, sich auf einer geraden oder gekrümmten Linie, der „Leitlinie“, fortbewegt.

Als Erzeugende wählt man meist einen Halbkreis, seltener eine halbe Ellipse, einen Korbbogen oder Spitzbogen. Parabeln oder Kettenlinien können ebenfalls als Erzeugende verwendet werden, wenn sie auch, streng genommen, kein eigentliches Tonnengewölbe erzeugen können, da als Kennzeichen eines solchen gilt, dass eine in einem Kämpferpunkte an das Gewölbe gelegte Tangentialebene eine lotrechte Lage hat. Obgleich durch die Wahl solcher Gewölbe-profile sich die grösste Tragfähigkeit der Gewölbe bei geringstem Materialaufwande erreichen lässt, haben sie dennoch wenig Anwendung im Hochbau gefunden, hauptsächlich wohl deshalb, weil sie ein wenig schönes Aussehen besitzen.

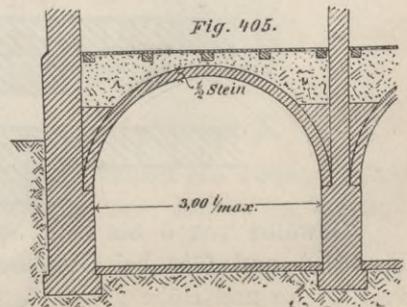
Ist die Leitlinie eine gerade wagerechte Linie, so ergibt sich das gerade Tonnengewölbe, ist sie dagegen eine gerade ansteigende Linie, so entsteht das steigende Tonnengewölbe, welches namentlich unter Treppenläufen Anwendung findet. Wählt man als Leitlinie eine geschlossene stetig gekrümmte Linie (Kreis, Ellipse), so erhält man ein ringförmiges Tonnengewölbe oder Ringgewölbe. Ist die Leitlinie endlich eine Schraubenlinie, so entsteht das schraubenförmige Tonnengewölbe oder Schneckengewölbe, welches besonders zur Unterstützung der Stufen von Wendeltreppen Verwendung findet.

Für die Ausführung der Tonnengewölbe ist die Aufstellung eines mit Brettern oder Latten verschalteten Lehrgerüsts erforderlich. Die Einwölbung geschieht auf den Kuf, d. h. die Lagerfugen laufen parallel zu den Widerlagern, die Stossfugen parallel zu den Stirnmauern und wechseln verbandmässig ab.

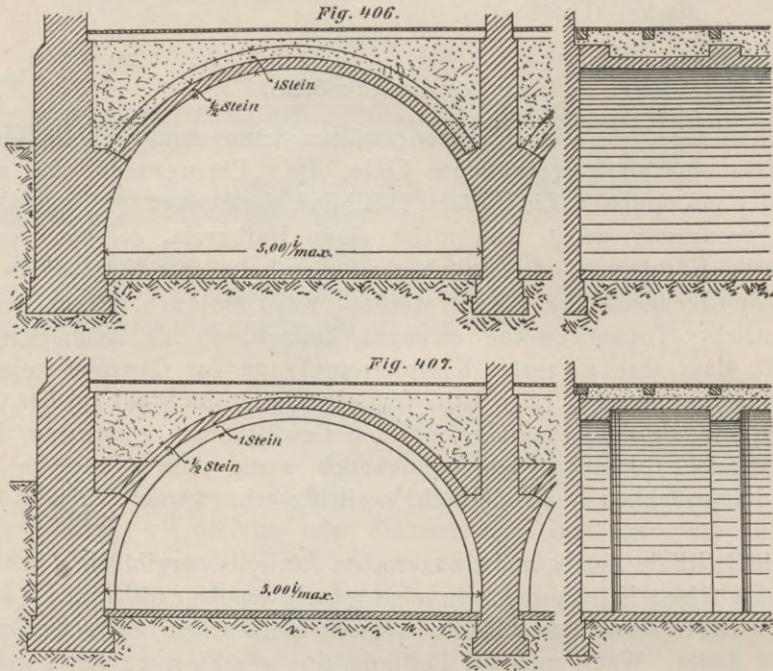
Ist die Höhe der Widerlagsmauern nicht grösser als 3 m, so gibt man denselben etwa $\frac{1}{5}$ der Spannweite zur Stärke, wenn das Gewölbeprofil ein Halbkreis ist. Wird als Gewölbeprofil ein gedrückter Bogen von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der Spannweite als Pfeilhöhe gewählt, so ist die Widerlagsstärke gleich $\frac{1}{4}$ der Spannweite, bei Wölbungen mit geringerer Pfeilhöhe gleich $\frac{2}{7}$ der Spannweite zu machen.

Sind die Widerlagsmauern über 3 m hoch, so sind die angegebenen Stärken um $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6}$ grösser anzunehmen.

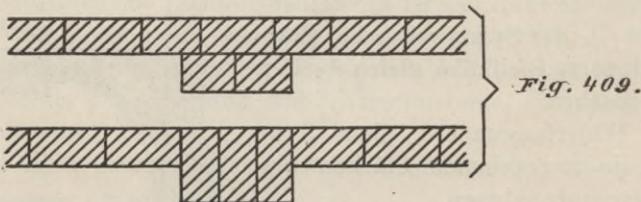
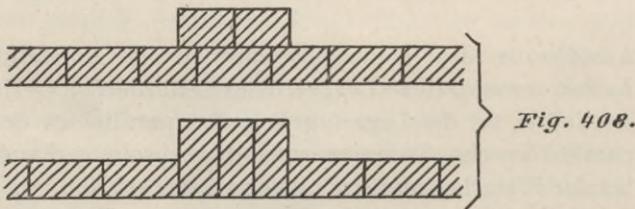
Tonnengewölbe von halbkreisförmigem oder elliptischem Querschnitte in Wohngebäuden, welche keine andere als die Fussboden-



last aufzunehmen haben, werden bis zu 3 m Spannweite durchweg in $\frac{1}{2}$ Steinstärke (Fig. 405), bis 5 m Spannweite in $\frac{1}{2}$ Steinstärke mit Verstärkungsgurten in 1,5 bis 2 m Entfernungen, welche $1\frac{1}{2}$ Stein breit und 1 Stein hoch gemacht werden, ausgeführt (Fig. 406 und 407). Diese Verstärkungsgurte sind

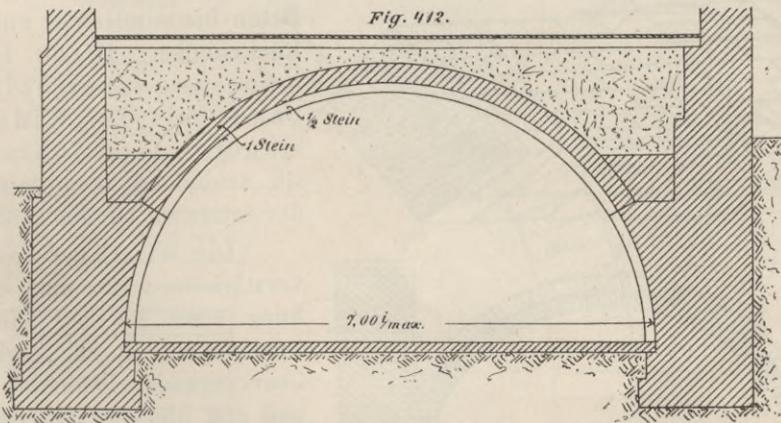
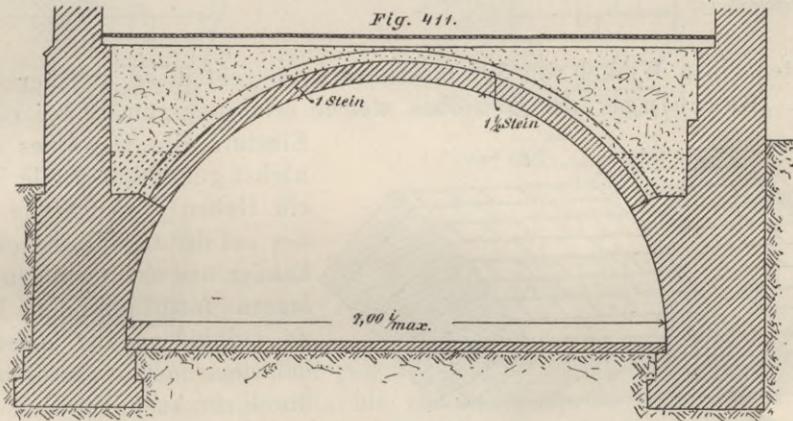
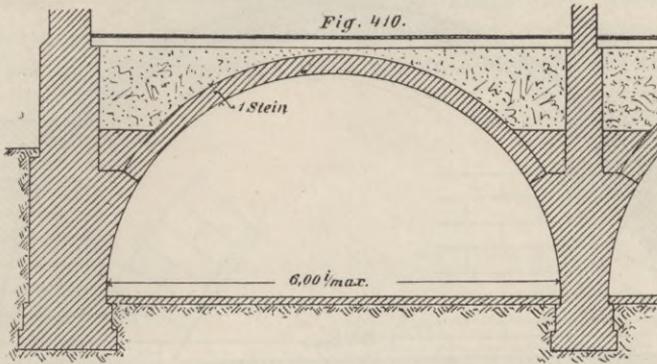


im Verbinde mit dem Gewölbe herzustellen und können entweder nach oben (Fig. 408) oder nach unten (Fig. 409) um $\frac{1}{2}$ Stein gegen die Gewölbefläche vortreten.



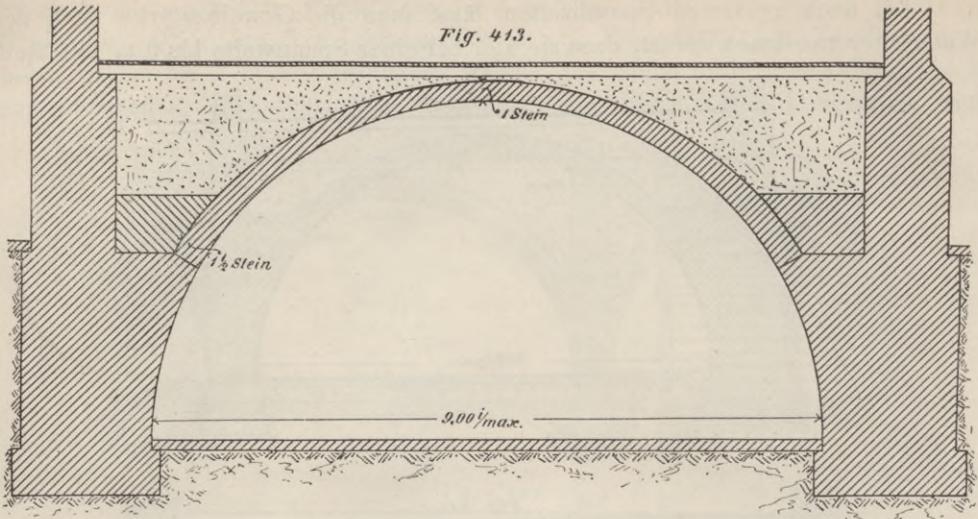
Gewölbe von 5 bis 6 m Spannweite macht man durchweg 1 Stein stark (Fig. 410) und fügt bei Gewölben bis 7 m Spannweite Verstärkungsgurte in einer Breite und Höhe gleich $\frac{1}{2}$ Steinlänge hinzu (Fig. 411 und 412).

Bei noch grösseren Spannweiten lässt man die Gewölbestärke nach dem Widerlager zunehmen derart, dass sie hier bei einer Spannweite bis 9 m $1\frac{1}{2}$ Stein-



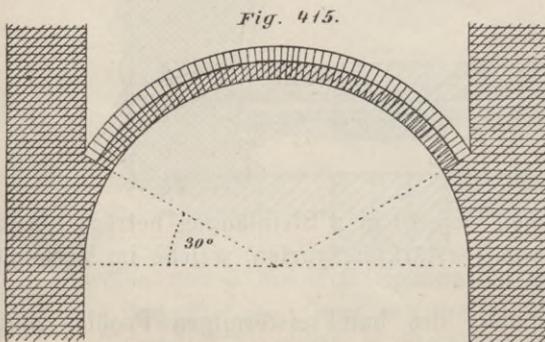
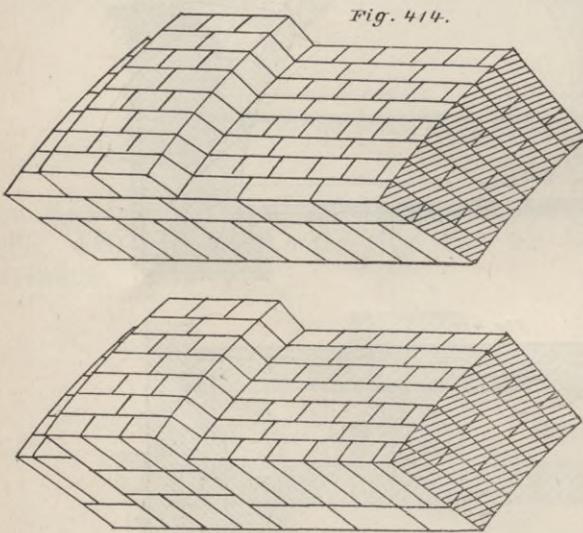
länge (Fig. 413) und bei einer solchen von 10 m 2 Steinlängen beträgt. Auch hier empfiehlt sich die Anordnung von Verstärkungsgurten, welche im Verbande mit dem Gewölbe stehen (Fig. 414).

Zieht man durch den Mittelpunkt des halbkreisförmigen Profils eines Tonnengewölbes eine Linie, welche mit einer durch den gleichen Punkt geführten



Wagerechten einen Winkel von 30° einschliesst, so geht diese annähernd durch die sogen. „Bruchfuge“ des Gewölbes, welche erfahrungsgemäss bei etwaigem

Einsturz des Gewölbes die zunächst gefährdete Stelle ist. Um ein Heben dieser Stelle infolge des auf den Gewölbescheitel wirkenden und sich nach den Widerlagern fortpflanzenden Druckes zu verhindern, ist dieselbe zu belasten. Es geschieht dies durch ein Ausfüllen der Gewölbezwickel mit Mauerwerk oder Beton bis mindestens auf $\frac{2}{3}$ der Rückenhöhe. Diese Hintermauerung ist nicht im Verbands mit den Widerlagsmauern auszuführen, um sie unabhängig von dem Setzen der letzteren zu machen.



Die Widerlager lassen sich verstärken, wenn man die Laibung etwa bis zur Höhe der Bruchfugen durch horizontale, überkragende Schichten bildet und erst hierüber mit dem Wölben beginnt (Fig. 415). Hierdurch wird der Schwerpunkt der Widerlagsmauern mehr nach innen gerückt und die Spannweite, also auch der Schub des

Gewölbes verringert. Diese Auskragungen der Widerlager müssen natürlich gleichzeitig mit den Widerlagsmauern unter Verwendung einer dem unteren Teile des Gewölbeprofils entsprechenden Schablone ausgeführt werden. Soll die innere Gewölbelaibung später verputzt werden, so ist ein Verhauen der vorgekragten Schichten nicht erforderlich (Fig. 416); im anderen Falle sind Formsteine zu verwenden (Fig. 417).

Fig. 416.

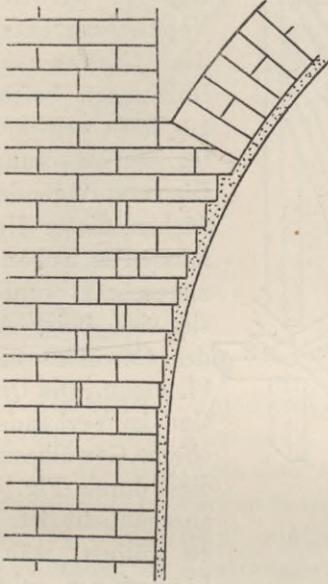
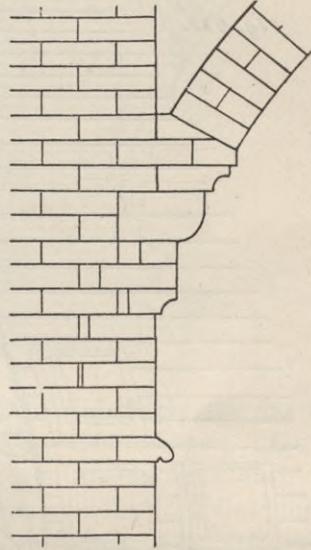


Fig. 417.



Treten zwei Tonnengewölbe gegen eine gemeinschaftliche Widerlagsmauer, so sind die Gewölbeanfänge stets bis zur Bruchfuge in wagerechten Schichten

Fig. 418.

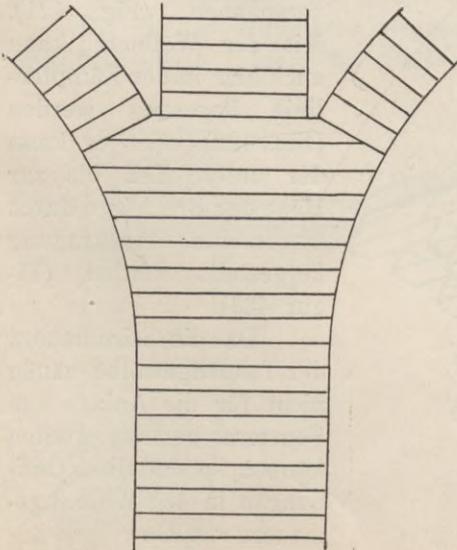
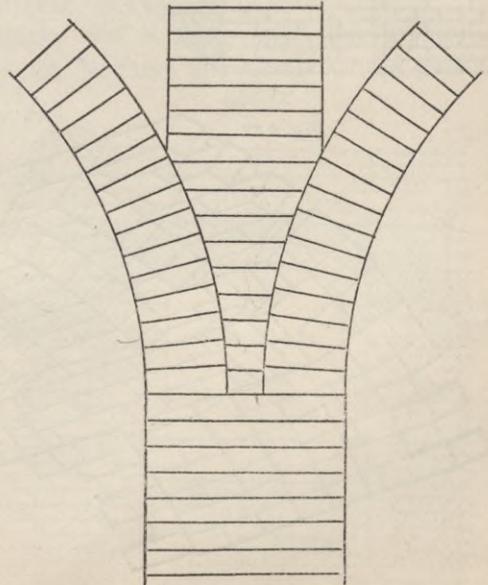


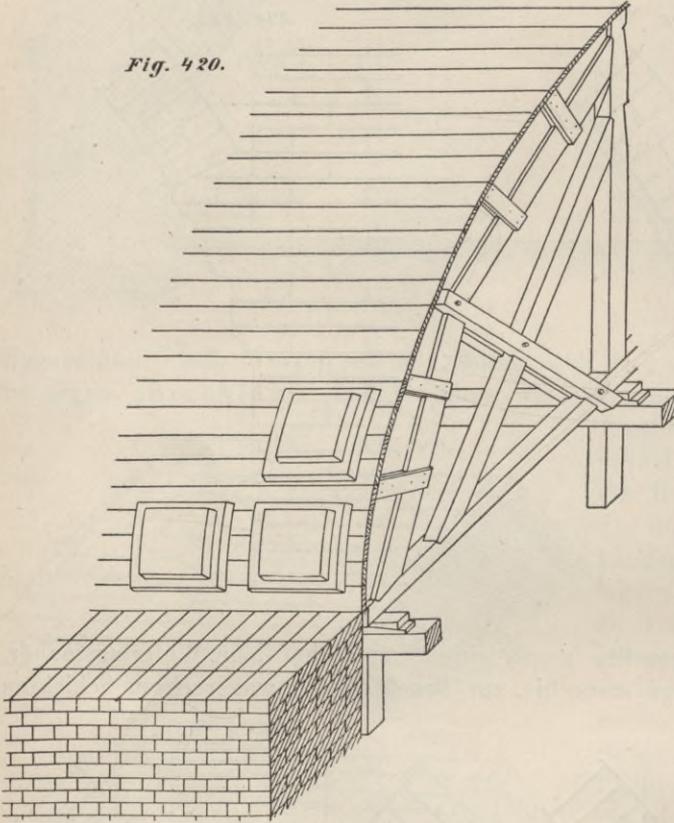
Fig. 419.



auszuführen (Fig. 418), weil sonst der im Gewölbezwickel vorhandene keilförmige Mauerkörper (Fig. 419) durch die obere Belastung ein Auseinandertreiben der Gewölbe anstrebt.

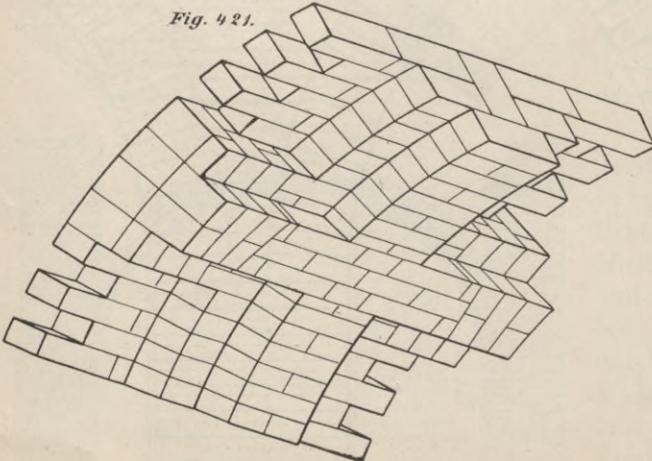
Zuweilen wird die untere Laibungsfläche der Tonnengewölbe durch vortretende Längs- und Quergurte in einzelne, meist quadratische Felder, sogen.

Fig. 420.



„Cassetten“, zerlegt. Zur Ausführung derartiger Gewölbe werden auf der Verschalung, entsprechend der Cassettenanordnung, Holzkasten befestigt (Figur 420), welche die Lehre für die Mauerung bilden. Die vorspringenden Seitenflächen dieser Holzkasten müssen nach oben zu etwas abgeschrägt werden, damit sie sich beim Ausrüsten des Gewölbes nicht festklemmen. Die Querrippen sind im Verbands mit der oberen Gewölbeschale, wie dies durch Fig. 414 veranschaulicht ist, auf Kuf zu wölben, während die Längsrippen als scheidrechte Bögen so auszuführen sind, dass sie die Querrippen gegeneinander verspannen (Fig. 421). Mit der Wölbung kann auch hier in der Kämpferlinie begonnen werden (Fig. 422), oder es kann der untere Teil bis zur Höhe der Bruchfuge durch wagerechte Auskragung hergestellt werden (Figur 423).

Fig. 421.



Da die Stirnmauern der Tonnengewölbe häufig nicht für die Anlage von Fenstern benutzt werden können, so sind diese Oeffnungen in den Widerlagsmauern des Gewölbes anzubringen. Bei beschränk-

ter Konstruktionshöhe wird die obere Abdeckung der Fenster in den meisten Fällen weit über dem Gewölbefuss liegen und es muss deshalb das Gewölbe auf

Fig. 422.

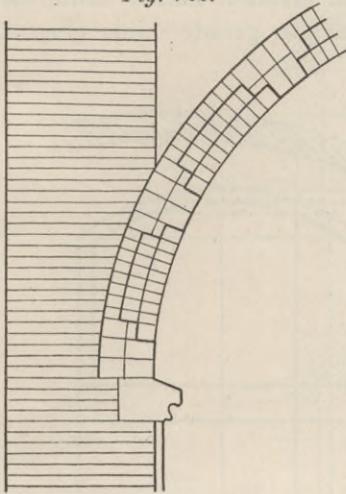
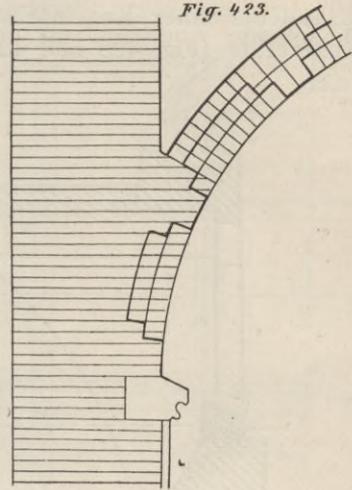


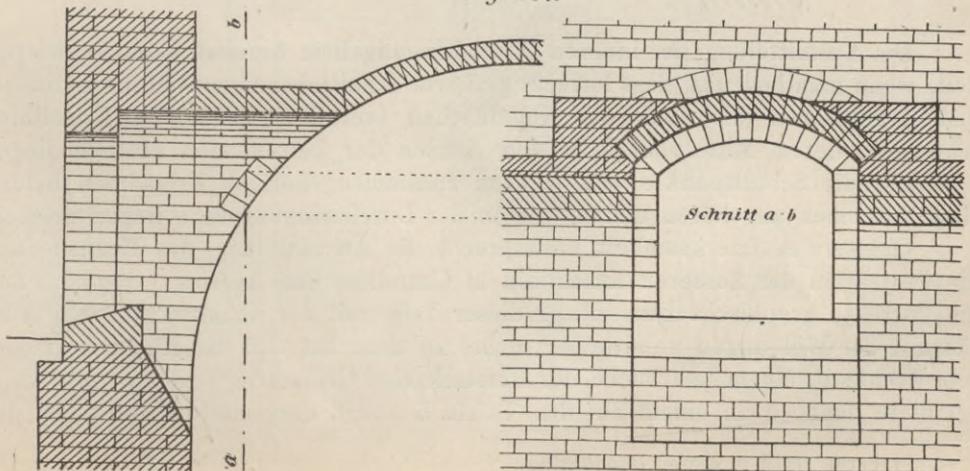
Fig. 423.



die Breite der Fenster unterbrochen werden. Als Widerlager für das Gewölbe auf die Breite dieser Ausschnitte sind selbständige Mauerbögen, „Gewölbe-kränze“, in das Hauptgewölbe einzufügen, gegen welche sich auch die den oberen Abschluss der zwischen ihnen und den Fenstern bildenden Gewölbekappen, die sogen. „Stichkappen“, stützen. Die an den Seiten, den „Ohren“, einer Stichkappenöffnung zu bewirkende lotrechte Abschliessung wird in vielen Fällen durch die Hintermauerung in den Gewölbezwickeln erzielt. Wo diese Hintermauerung die Oeffnung des Ohres nicht vollständig schliesst, sind über derselben 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stein starke Wangenmauern aufzuführen, welche der Stichkappe gleichzeitig das erforderliche Widerlager bieten (Fig. 424).

Die in der Wölbfläche liegende Stärke des Kranzes wird bei grösseren Gewölben gleich 1 Stein, bei kleineren gleich $\frac{1}{2}$ Stein angenommen und gleich-

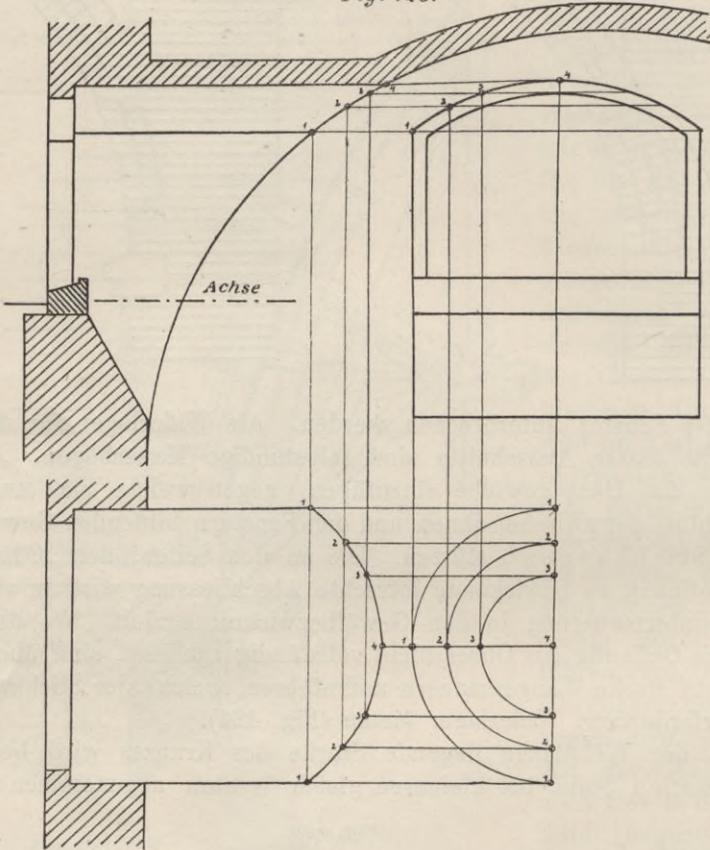
Fig. 424.



zeitig mit dem Hauptgewölbe gemauert, wobei auf die Schalung die Durchdringungslinien vorgezeichnet sind.

Die Laibungsflächen der Stichkappen gehören meist Cylinder- oder Kegelflächen, seltener einer Kugelfläche an. In den ersteren Fällen kann die Achse eine wagerechte (Fig. 425 und 426) oder geneigte gerade Linie (Fig. 427 und 428) sein.

Fig. 425.



Die Ausmittlung der inneren Durchdringungslinie bereitet keine Schwierigkeit, wenn man bedenkt, dass lotrecht geführte Schnittebenen sowohl die Cylinder- und Kegelflächen als auch die Kugelflächen (vergl. Fig. 429) in Kreislinien schneiden, deren Mittelpunkte in den Achsen der betreffenden Flächen liegen und dass die Schnittpunkte von je zwei zusammengehörigen Kreislinien beiden Gewölbeflächen angehören und mithin in der Durchdringungslinie liegen müssen.

Grössere Aufmerksamkeit beansprucht die Ausmittlung des Kranzes und die Projektion der äusseren Kranzlinie in Grundriss und Aufriss. Obgleich nun die korrekte graphische Darstellung dieser Teile mit der Konstruktion und Ausführung der Wölbungen unmittelbar nichts zu thun hat und dieselbe mit grösserem Rechte in einem Lehrbuche der darstellenden Geometrie*) zu erörtern wäre, sei diese dennoch an einem auf den Tafeln 5 und 6 dargestellten Beispiele, des

*) Vergl. Band X dieses Handbuches.

Fig. 426.

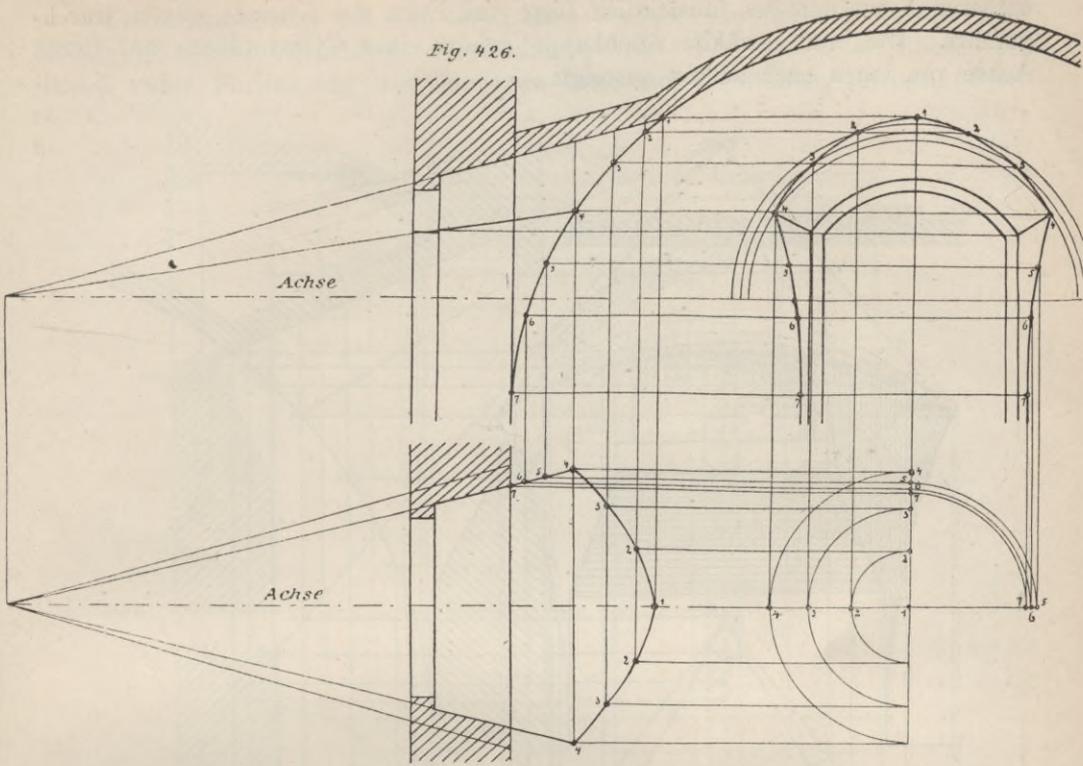
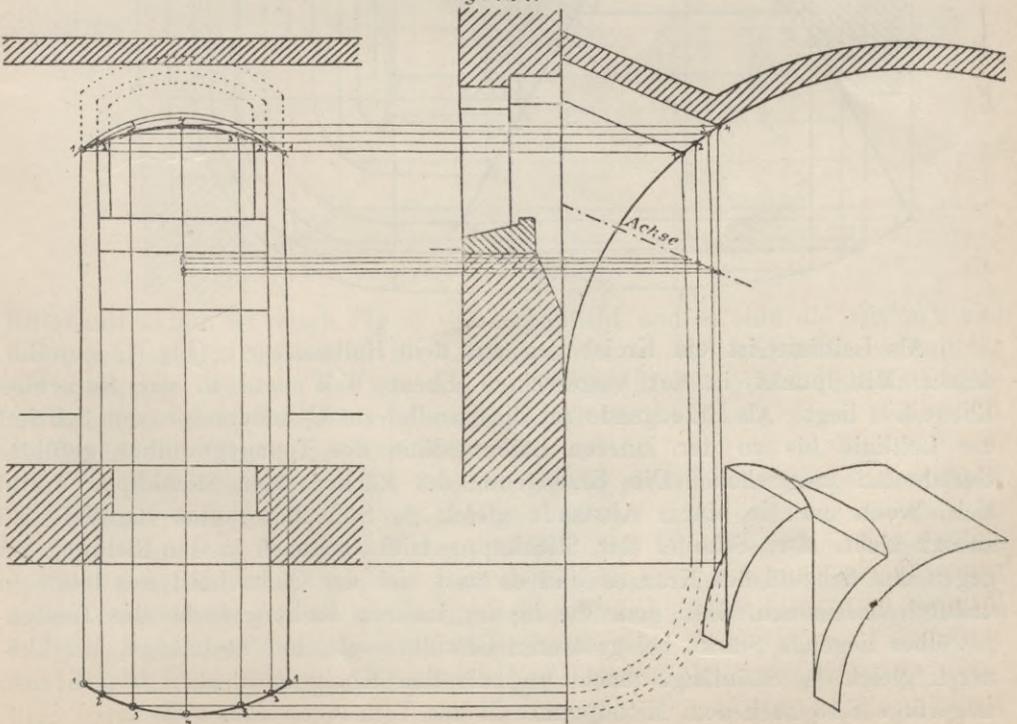
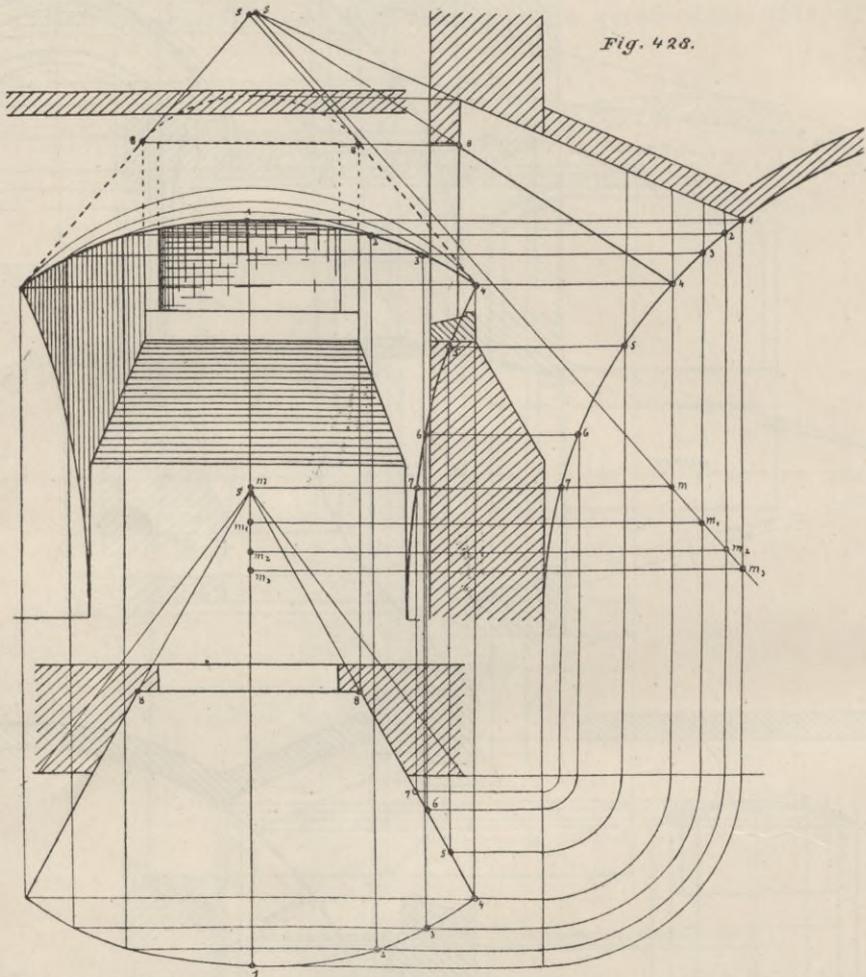


Fig. 427.

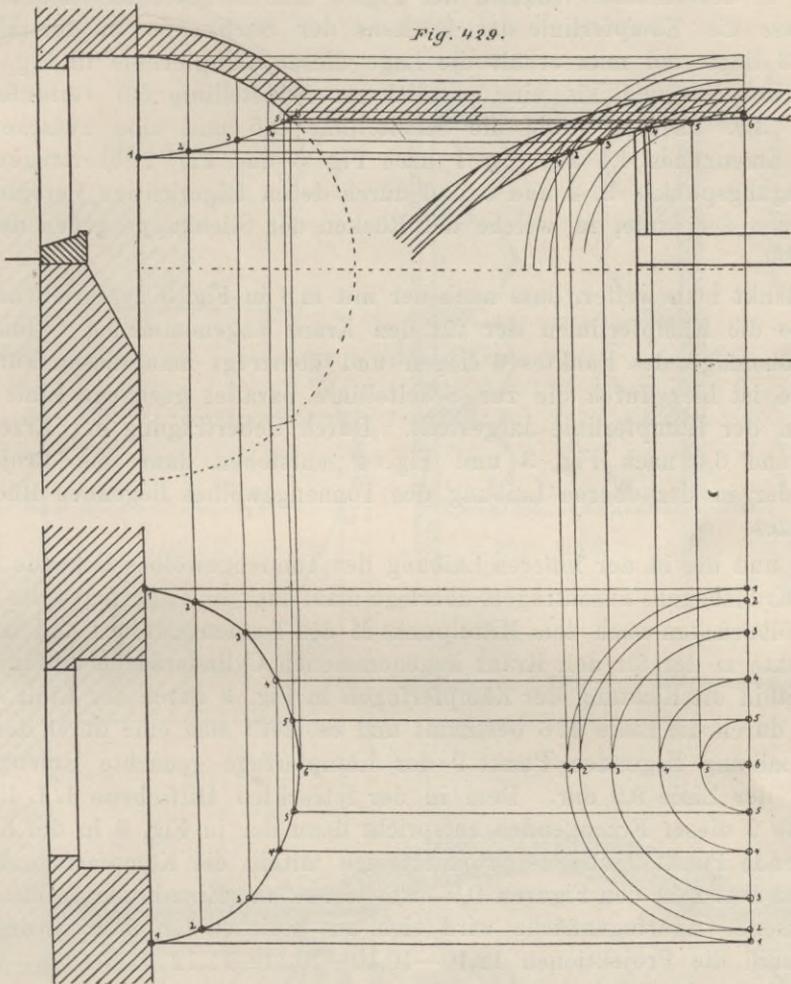


besseren Verständnisses hinsichtlich Lage und Form des Kranzes wegen, durchgeführt. Die hier gewählte Stichkappe gehört einer Cylinderfläche an, deren Achse von innen nach aussen ansteigt.



Als Leitlinie ist ein Kreisbogen mit dem Halbmesser r (Fig. 1) gewählt, dessen Mittelpunkt in der wagerechten Ebene WW und in der lotrechten Ebene LL liegt. Als Erzeugende sei die parallel zur Cylinderachse vom Scheitel der Leitlinie bis zu der inneren Laibungslinie des Tonnengewölbes geführte Gerade $2,2$ angesehen. Die Erzeugende des Rückens der Stichkappe ergibt sich, wenn man in einem Abstände gleich $\frac{1}{2}$ Steinstärke eine Parallele $5,5$ zu $2,2$ zieht. Der Scheitel der Stichkappe trifft demnach in der Richtung $2,5$ gegen den Scheitel des Kranzes und es lässt sich der Querschnitt des letzteren dadurch bestimmen, dass man die in der inneren Laibungsfläche des Tonnengewölbes liegende Stärke bei grösseren Gewölben gleich 1 Steinlänge, bei kleineren gleich $\frac{1}{2}$ Steinlänge macht und die den Kranz nach oben begrenzende Lagerfuge $8,13$ nach dem Mittelpunkte M des Tonnengewölbes richtet.

Zur Ausmittlung des Gewölbekranzes bedient man sich mit Vorteil einer Hilfsfigur, welche den Aufriss der Stichkappe auf einer lotrechten Ebene CD, jedoch unter Fortlassung des Hauptgewölbes, zur Darstellung bringt. Diese



Hilfskonstruktion ist durch Fig. 3 veranschaulicht und es sind die mit m_2 und m_5 beschriebenen Kreisbögen die Leitlinien der inneren und äusseren Laibung der Stichkappe, während der mit m_8 beschriebene Kreisbogen die Leitlinie einer für den Rücken des Kranzes angenommenen Cylinderfläche, deren Erzeugende die Gerade 8,8 (Fig. 1) ist, darstellt.

Die Begrenzungslinien des Kranzes, welche als Durchdringungslinien dieser drei Cylinderflächen mit der unteren und oberen Laibungsfläche des Tonnengewölbes auftreten, lassen sich dann in den drei hier gewählten Projektionen dadurch ermitteln, dass man für jede Cylinderfläche eine beliebige Anzahl Erzeugende annimmt und die Durchgangspunkte dieser Linien mit der betreffenden Laibungsfläche des Tonnengewölbes bestimmt.

Für die innere Laibung der Stichkappe sind als Erzeugende die Kämpferlinie 0,0, die Scheitellinie 2,2 und eine zwischen diesen liegende Linie 1,1

gewählt. Durch folgerichtige Uebertragung dieser Linien in die Fig. 3 und 2 ergeben sich hier die Durchgangspunkte 0, 1 und 2 und durch Verbindung derselben miteinander die Projektionen der inneren Durchdringungslinie.

Der in der Hilfskonstruktion der Fig. 3 mit m 5 beschriebene Kreisbogen zeigt, dass die Kämpferlinie des Rückens der Stichkappe in der Höhe des Punktes 3 liegt und man erhält die Lage dieser Kämpferlinie in Fig. 1 durch einfache Uebertragung als eine parallel zur Scheitellinie 5,5 verlaufende Erzeugende 3,3. Diese, sowie die Scheitellinie 5,5 und eine zwischen ihnen liegende Erzeugende 4,4 aus Fig. 1 nach Fig. 3 und Fig. 2 übertragen, ergibt die Durchgangspunkte 3, 4 und 5 und durch deren folgerichtige Verbindung die Projektionen der Linie, in welche der Rücken der Stichkappe gegen den Kranz anschnidet.

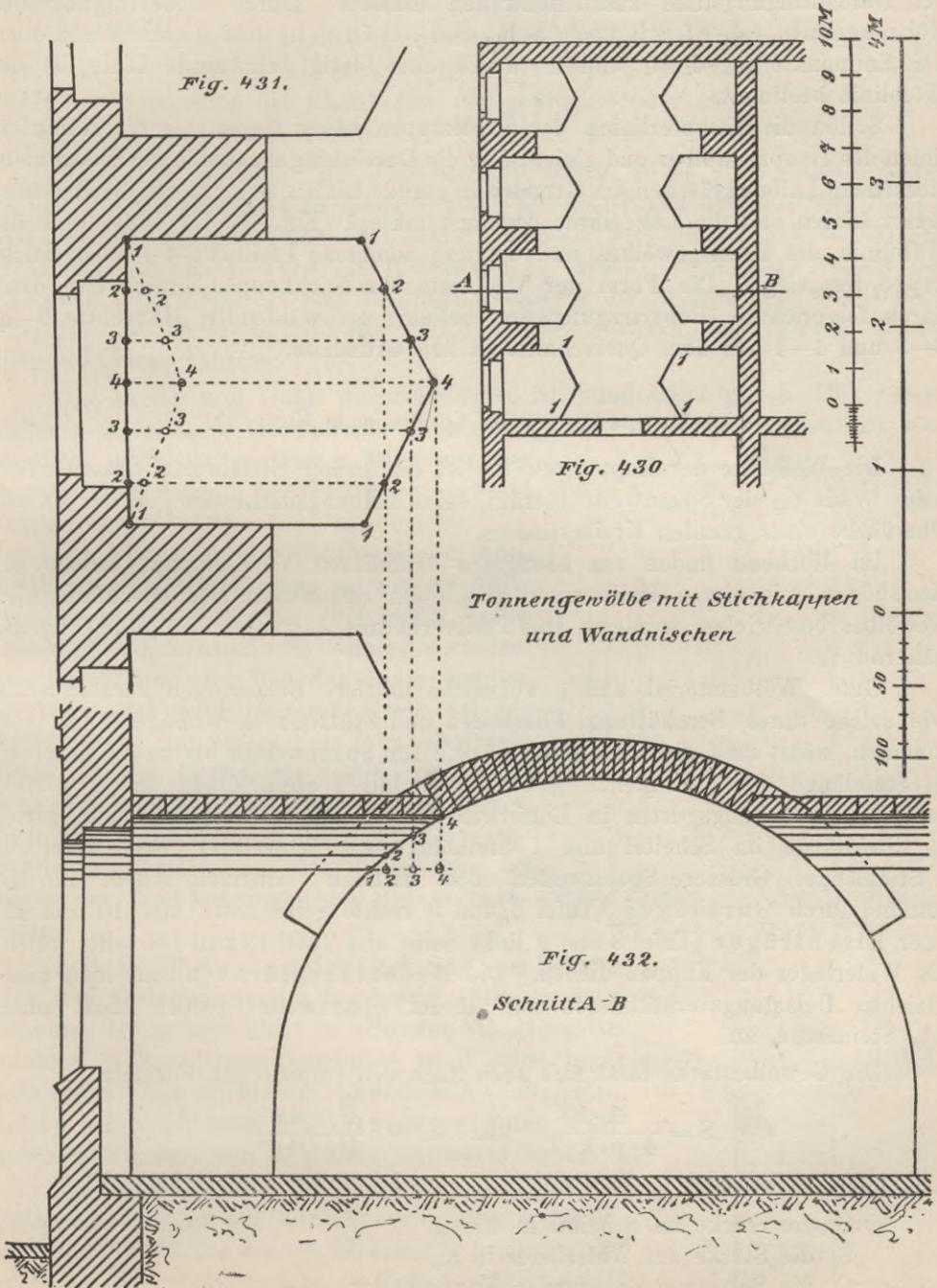
Bedenkt man weiter, dass nach der mit m 8 in Fig. 3 beschriebenen Kreisbogenlinie die Kämpferlinien der für den Kranz angenommenen Cylinderfläche in der Höhenlage des Punktes 6 liegen und überträgt man diesen Punkt nach Fig. 1, so ist hier durch die zur Scheitellinie parallel gezogene Linie 6,6 die Projektion der Kämpferlinie dargestellt. Durch Uebertragung der Erzeugenden 8,8, 7,7 und 6,6 nach Fig. 3 und Fig. 2 entstehen dann die Projektionen 6, 7, 8 der in der oberen Laibung des Tonnengewölbes liegenden Rückenlinie des Kranzes.

Um nun die in der inneren Laibung des Tonnengewölbes liegende Rückenlinie des Kranzbogens auszutragen, überlege man, dass die Lagerfugen des Kranzes vom Gewölberücken nach dem Mittelpunkt M des Tonnengewölbes und nach dem Mittelpunkte m der für den Kranz angenommenen Cylinderfläche laufen müssen. Es ist mithin die Richtung der Kämpferfugen in Fig. 3 durch die Linie m 6 und in Fig. 1 durch die Linie M 6 bestimmt und es stellt sich eine durch den in der inneren Laibung liegenden Punkt 9 der Kämpferfuge gedachte Erzeugende in Fig. 1 in der Linie 9,9 dar. Dem in der lotrechten Hilfsebene L L liegenden Endpunkte 9 dieser Erzeugenden entspricht dann der in Fig. 3 in der Kämpferfuge liegende Punkt 9 und es projiziert sich mithin die Kämpferfugenfläche in Fig. 3 und Fig. 2 in den Figuren 0,9—9,6—6,3—3,0. Eine in der Richtung 10 m angenommene Lagerfugenfläche wird sich aus gleichen Gründen in den Fig. 3 und 2 durch die Projektionen 12,10—10,10—10,11—11,12 darstellen, während die Projektionen des Scheitelpunktes 13 in die Projektionen der Cylinderachse fallen müssen. Durch Verbindung der Punkte 9, 10 und 13 miteinander entsteht die Rückenlinie des inneren Kranzbogens, welche sich nunmehr ebenso wie die innere Durchdringungslinie ohne Mühe in den durch Fig. 4 veranschaulichten Längenschnitt A—B übertragen lässt.

In dem durch Fig. 5 in isometrischer Darstellung wiedergegebenen Bilde der ganzen Anordnung ist der Deutlichkeit wegen die als Widerlager der Stichkappe dienende Aufmauerung auf der einen Seite fortgelassen.

Durch Anordnung von Stichkappen lässt sich die für grössere Tonnengewölbe erforderliche grosse Widerlagsmasse bedeutend herabmindern, wenn man die Widerlager in einzelne kräftige Pfeiler mit dazwischen liegenden Nischen auflöst. Ein Beispiel für eine derartige Anordnung ist auf Tafel 7 veranschaulicht.

Das eigentliche Widerlager des Hauptgewölbes bilden die nur 38 cm breiten, gegen die Längswände des Raumes 1,04 m vortretenden Pfeiler. Die von diesen Pfeilern und den Quermauern seitlich begrenzten Nischen sind mit geraden Stichkappen überdeckt, welche sich gegen im Hauptgewölbe liegende Gewölbebränze legen.



Die unteren Durchdringungslinien der Stiechkappen mit dem Hauptgewölbe sind im Grundriss als gerade Linien angenommen und es ist somit die Wölblinie der Stiechkappen von der Wölblinie des Hauptgewölbes abhängig gemacht. Man findet dieselbe in einfacher Weise durch die Annahme von wagerechten Erzeugenden etwa in den Höhenlagen 1, 2, 3 und 4, welche in gleicher Höhe in der Durchdringungslinie zusammentreffen müssen. Durch Uebertragung der Höhenlote $a b$, $c d$, $e f$, $g h$ nach $a_1 b_1$, $c_1 d_1$, $e_1 f_1$, $g_1 h_1$ und durch Verbindung der Endpunkte b_1 , d_1 , f_1 und h_1 durch eine stetig gekrümmte Linie ist die Wölblinie bestimmt.

Sollen die Kämpferlinien der Stiechkappen höher liegen als die Kämpferlinien des Hauptgewölbes und gleichzeitig die Durchdringungslinien der zusammenschliessenden Laibungsflächen im Grundrisse gerade Linien sein, so ist die Richtung dieser Linien und die Lage ihrer Anfangspunkte 1 (Fig. 430 bis 432) durch die Wölblinie des Hauptgewölbes und die angenommene Pfeilhöhe 4—4 der Stiechkappe festgelegt. Die Form der Wölblinie der Stiechkappen ergibt sich dann durch folgerichtige Uebertragung der beliebig zu wählenden Höhenlote 2—2, 3—3 und 4—4 aus dem Querschnitte in den Grundriss.

b) Kappengewölbe (preussische Kappen).

Die Wölblinie der Kappengewölbe ist ein flacher Kreisbogen, dessen Pfeilhöhe $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{12}$ der Spannweite beträgt, seine Laibungsfläche der Teil der halben Oberfläche eines geraden Kreiscylinders.

Im Hochbau finden am häufigsten Wölblinien Verwendung, welche als Kreisbögen mit einem Halbmesser gleich der Spannweite des auszuführenden Gewölbes beschrieben werden. Das Pfeilverhältnis derartiger Wölblinien ist annähernd $\frac{1}{8}$.

Gutes Wölbmaterial und gewöhnliche mittlere Belastungen vorausgesetzt, wie solche durch Beschüttung, Fussboden und Stützlast in Wohngebäuden vorkommen, wählt man die Gewölbstärke für Spannweiten bis zu 2,5 m gleich $\frac{1}{2}$ Steinlänge, bis 3 m gleich $\frac{1}{2}$ Steinlänge mit 1 Stein hohen und $1\frac{1}{2}$ Stein breiten Verstärkungsgurten in Entfernungen von 1,5 bis 2 m, bis 4 m gleich $\frac{1}{2}$ Steinlänge im Scheitel und 1 Steinlänge am Widerlager, oder durchweg 1 Steinlänge. Grössere Spannweiten sucht man zu vermeiden, indem man die Räume durch Gurtbögen (Tafel 8 und 9 rechte Seite und Tafel 10 und 11) oder Eisenträger (Tafel 8 und 9 linke Seite und Tafel 12 und 13) teilt, welche als Widerlager der Kappen dienen. Die Widerlagsstärke nimmt man unter gleichen Belastungsverhältnissen zu $\frac{1}{4}$ der Spannweite, jedoch nicht unter $1\frac{1}{2}$ Steinlänge, an.

Die Gewölbstärke lässt sich auch nach den empirischen Formeln

$$S = \frac{A \cdot l}{4 \cdot p \cdot k \cdot T} \quad \text{und} \quad S_1 = S \frac{l^2 + 4p^2}{l^2 - 4p^2}$$

berechnen, in welchen:

S die Stärke im Scheitel in m,

S_1 die Stärke am Widerlager in m,

Q die Belastung der ganzen Kappe in kg,

- l die Spannweite der Kappe in m,
 p die Pfeilhöhe der Kappe in m,
 k die zulässige Druckspannung der Wölbsteine für 1 qcm in kg (bei
 Ziegelsteinen 7 bis 10 kg, bei Klinkern 14 kg),
 T die Länge der Kappe normal zur Stirnmauer in m

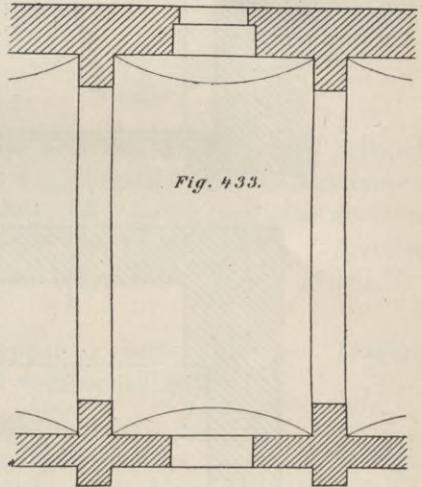
bedeuten.

Die Wöblinie der Gurtbögen wird am zweckmässigsten als Parabel gewählt, deren Pfeilhöhe mindestens gleich der halben Spannweite ist. Ebenso findet bei Hochbauten der Flachbogen, der gedrückte oder überhöhte Korbbogen, der Halbkreis und die gedrückte oder überhöhte Ellipse Verwendung.

Wird ein Flachbogen als Wöblinie genommen, so ist die Pfeilhöhe gleich $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der Spannweite zu machen, wenn der Gurtbogen ausser seiner Hauptaufgabe, die Kappengewölbe zu stützen, auch die Bestimmung hat, als Tragebogen für Scheidewauern oberer Geschosse zu dienen. Fällt diese letztere Bestimmung fort, so genügt eine Pfeilhöhe gleich $\frac{1}{6}$ der Spannweite. Die Widerlagsstärke ist im ersteren Falle gleich $\frac{1}{3}$, im letzteren Falle gleich $\frac{1}{5}$ der Spannweite anzunehmen.

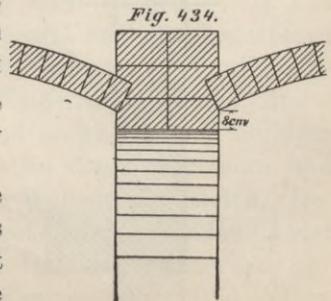
Die Breite und Höhe der Gurtbögen ist mindestens gleich $1\frac{1}{2}$, besser gleich 2 Steinlängen zu machen. Eine geringere Breite ist um deswillen verwerflich, weil bei ungleicher Belastung der angrenzenden Kappen der Gurtbogen verdreht werden kann.

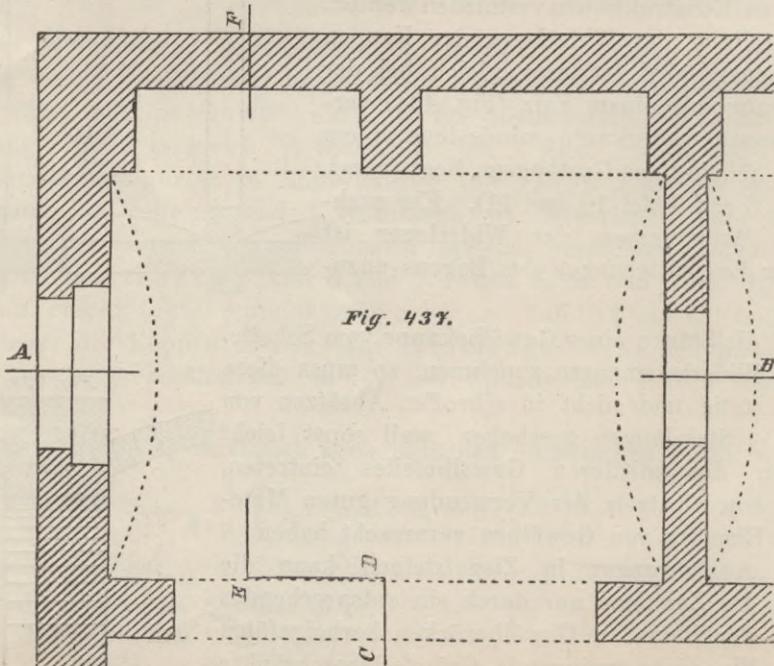
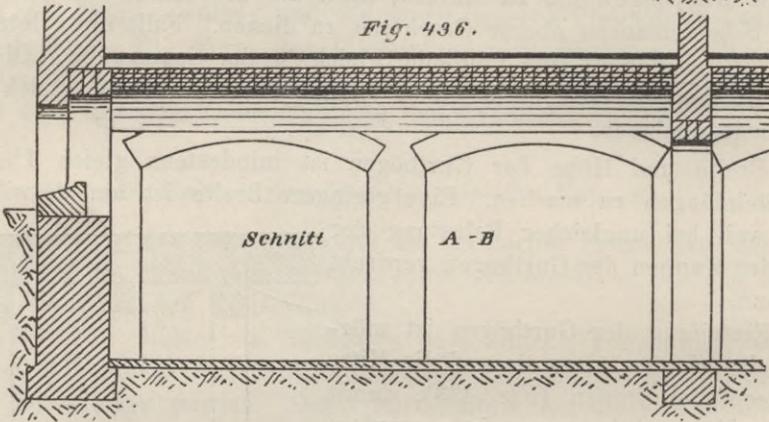
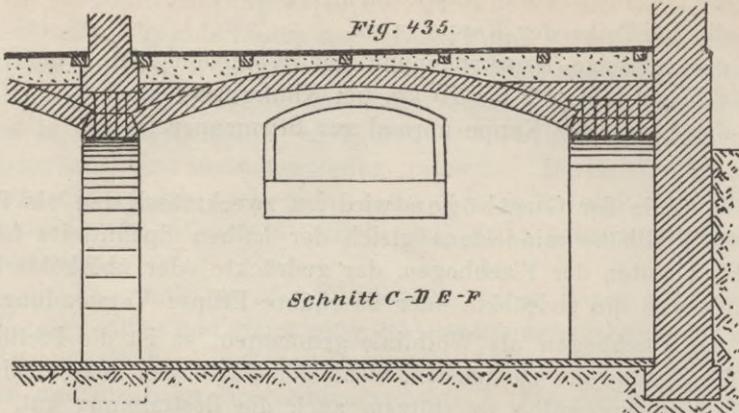
Die Einteilung der Gurtbögen ist möglichst so einzurichten, dass sie auf die Mitte der Fensterpfeiler treffen (Fig. 433), damit Stichkappen-Konstruktionen vermieden werden. Zur Herstellung der Widerlager der Kappen am Gurtbogen wird letzterer gleich bei der Aufmauerung mit einem Falz (Fig. 434) versehen, dessen Unterkante mindestens 8 cm über dem Scheitel des Gurtbogens liegt (vergl. auch Fig. 6 auf Tafel 10 und 11). Ein nachträgliches Ausstemmen der Widerlager ist wegen der Erschütterungen des Bogens unzulässig.



Soll die Stärke einer Gewölbekappe vom Scheitel nach den Widerlagsmauern zunehmen, so muss diese Zunahme stetig und nicht in schroffen Absätzen von $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Steinlängen geschehen, weil sonst leicht Senkungen des mittleren Gewölbeteiles eintreten, welche schon oft trotz der Verwendung guten Materials den Einsturz von Gewölben verursacht haben.

Bei Ausführungen in Ziegelsteinen kann die Stetigkeit der Zunahme nur durch ein entsprechendes Verhauen der Steine am Gewölberücken herbeigeführt werden. Wo nicht zwingende Gründe (beschränkte

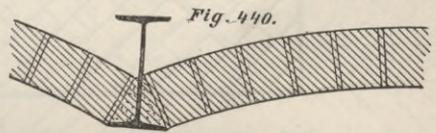
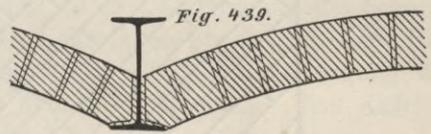
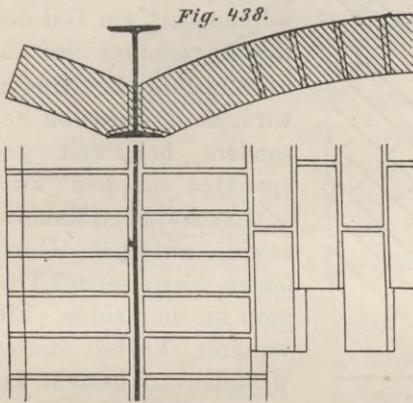




Konstruktionshöhen) vorliegen, sollte man deshalb wegen der geringeren Arbeit den Gewölbekappen vom Widerlager bis zum Scheitel gleiche Stärke geben.

Um die Spannweiten der Kappen zu verringern, kann man die äussere Widerlagsmauer durch nach innen vorspringende Pfeiler verstärken (vergleiche Fig. 435 bis 437) und diese unterhalb des Gewölbewiderlagers durch Mauerbögen verbinden.

Werden statt der Gurtbögen eiserne Träger als Widerlager für die Kappen verwendet, so erfolgt der Anschluss der Wölbung an die Träger durch Rollschichten (Fig. 438), durch keilförmig zugehauene Steine (Fig. 439) oder durch eine Betonschicht (Fig. 440).



Die Träger dürfen niemals unmittelbar auf Ziegelmauerwerk gelagert werden, sondern müssen entweder gusseiserne Lagerplatten oder Auflagersteine aus festem Werkstein als Unterlage erhalten, damit der Druck auf eine grössere Fläche des Ziegelmauerwerks übertragen wird. Die Länge der aufliegenden Trägerenden nehme man mindestens gleich der Trägerhöhe, besser gleich der anderthalbfachen Trägerhöhe an.

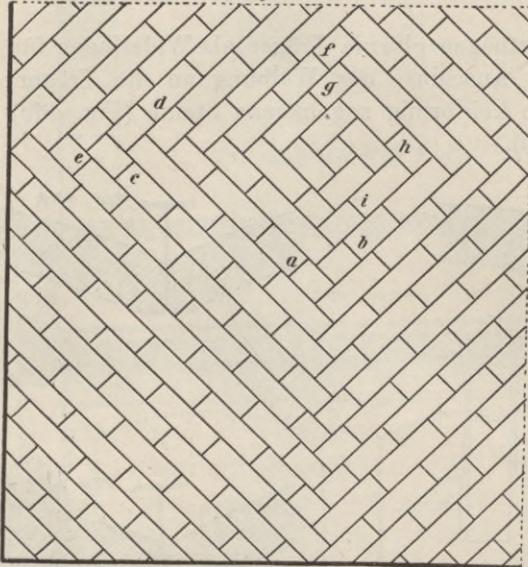
Beispiele für die Ueberwölbung mit Kappen zwischen eisernen Trägern sind auf den Tafeln 8 und 9 sowie 12 und 13 veranschaulicht.

Die Einwölbung der Kappen kann erfolgen:

1. Auf Kuf. Hierbei laufen die Lagerfugen parallel zu den Widerlagsmauern, die verbandmässig wechselnden Stossfugen parallel zu den Stirnmauern (vergl. Tafel 10 und 11, Fig. 1 bei A).
2. Auf Schwalbenschwanz. Die Wölbung wird in den vier Ecken des zu überdeckenden Raumes begonnen derart, dass die Lagerfugen unter 45° gegen die Achse des Gewölbes gerichtet sind. Es entstehen dadurch nebeneinander liegende Wölbstreifen, deren Breite gleich der Ziegelsteindicke (6,5 cm) ist und welche ihre Widerlager sowohl an den Widerlagsmauern, als auch an den Stirnmauern und auch an den Seitenflächen der benachbarten Wölbstreifen finden. Der Zusammenstoss der von den Ecken ausgehenden Schichten findet schliesslich in der Scheitellinie der Kappe und in der normal zur Gewölbeachse gerichteten Mittellinie des Raumes statt. Bei diesen

Zusammenstößen tritt leicht der Fall ein, dass bei Durchführung regelmässigen Verbandes einzelne Stossfugen mit Lagerfugen zusammentreffen. Eine Umgehung dieses Uebelstandes ist nur dadurch möglich, dass man durch Verhauen einzelner Steine die Stossfugen

Fig. 441.



am Zusammenschlusse um so viel verrückt, dass hier ein Fugenwechsel um $\frac{1}{4}$ Steinlänge stattfindet (vergl. die Fugen a bis i bei Fig. 441).

Da bei dieser Einwölbungsart ein Teil des Gewölbeschubes auf die Stirnmauern übertragen wird, so ist dieselbe besonders bei weit gespannten Kappen zwischen schwachen Mauern, sowie zwischen Gurtbögen oder eisernen Trägern zu empfehlen. Ein weiterer Vorteil dieser Wölbungsart besteht da-

rin, dass dieselbe „aus freier Hand“, d. h. ohne Einschalung mit Hilfe von Lehrbögen an den Wänden und in der Richtung der die Winkel an den Ecken des Raumes halbierenden Linien oder der Diagonalen ausgeführt werden kann und dass keine durchgehende Bruchfuge im Gewölbe vorhanden ist.

Da die einzelnen Wölbschichten entweder normal zu den Diagonalbogenlinien des Gewölbes oder normal auf denjenigen Bogenlinien stehen, die sich durch die Schnitte lotrechter, die Winkel an den Ecken des Raumes halbierenden Ebenen mit dem Gewölbe ergeben, so erscheinen die Lagerfugen im Grundrisse und Aufrisse nicht als gerade Linien, wie in der schematischen Darstellung der Fig. 441 angenommen, sondern sie müssen sich als Projektionen von Teileneigeneigt stehender Ellipsen, mithin als gekrümmte Linien, zeigen.

Die Art und Weise der Ermittlung dieser Fugenprojektionen ist auf Tafel 10 und 11 in Fig. 1 bei B im Grundrisse und in Fig. 5 im Aufrisse dargestellt. Die diagonale, elliptische Bogenlinie ac^1 , wird am einfachsten aus der Stirnlinie ab durch Vergatterung bestimmt, und kann ohne wesentlichen Fehler durch ein Kreisbogenstück ersetzt werden. Die Lagerfugen-Ebenen müssen dann normal zu dieser Bogenlinie stehen, also nach dem Mittelpunkte derselben gerichtet sein. Da die Lagerfugen des Gewölbeteiles $abcd$ entweder durch die Widerlagslinie ad und die Stirnlinie ab , oder durch die Widerlagslinie ad und die Scheitellinie bc , oder schliesslich durch die Scheitellinie bc und die normal zur Gewölbeachse gerichtete Mittellinie dc des Raumes

begrenzt werden, so sind diese Linien sämtlich auf die Ebene des in den Grundriss umgeklappten Diagonalschnittes projiziert worden. Es wird dann beispielsweise eine durch 1 des Diagonalbogens gehende Lagerfuge von der Stirnlinie ab und der Widerlagslinie ad , eine solche an der Stelle 4 des Diagonalbogens dagegen von der Scheitellinie bc und der Widerlagslinie ad begrenzt sein. Durch folgerichtige Projektion der Punkte 1, 2, 3 beziehungsweise 4, 5, 6 aus dem Diagonalschnitte in den Grundriss erhält man in (1), (2), (3) und (4), (5), (6) Punkte der Horizontalprojektion dieser Lagerfugen. Nimmt man jetzt einige horizontale Mantellinien I an, so lassen sich beliebig viele weitere Punkte der Lagerfugen durch Uebertragung der Schnittpunkte dieser Mantellinien mit den Lagerfugen-Ebenen aus dem Diagonalschnitte in den Grundriss ermitteln. — Die Uebertragung der elliptischen Lagerfugenkanten aus dem Grundrisse nach dem Aufrisse (Fig. 5) bietet keine Schwierigkeiten, wenn man in letzteren als Hilfslinien die Projektionen des Diagonalbogens und der Mantellinien einträgt.

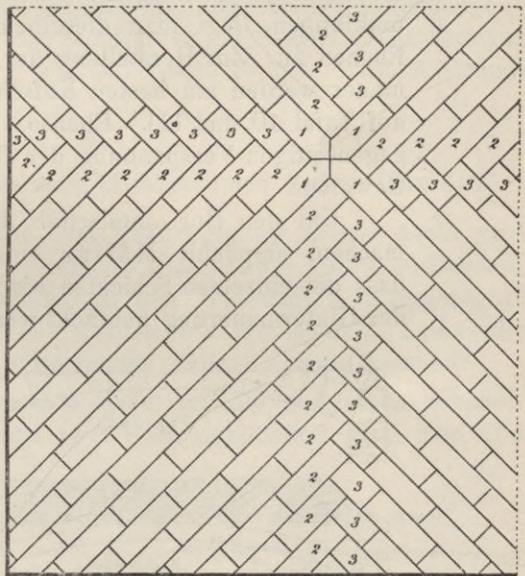
Da bei diesem Verbands sämtliche Umfassungsmauern Gewölbeschub aufzunehmen haben, so ist auch für die Stirnmauern ein Widerlagsfalz für die hier antretenden Wölbstreifen vorzusehen.

Eine andere Anordnung der Einwölbung auf Schwalbenschwanz, welche sich namentlich für Gewölbe eignet, deren innere Laibung nicht abgeputzt

werden soll, veranschaulicht Fig. 442. Hierbei werden zunächst in der Mitte des Gewölbes auf der Schalung vier ganze Steine (1) rechtwinkelig gegeneinander und unter 45° gegen die Achse des Gewölbes zusammengepasst und darauf nach allen Seiten immer ein ganzer Stein (2) mit einem Dreiviertelstein (3) auf die aus der Figur ersichtliche Weise zusammengefügt, bis die Umfassungsmauern erreicht sind. Die Diagonalschichten werden alsdann mit ganzen Steinen geschlossen, indem man bei den Steinen 2 und 3 beginnt und die Schichten nach den Umfassungsmauern hin vollendet.

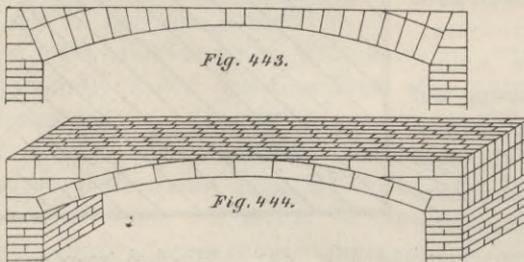
3. In Ringschichten. Hierbei laufen die Stossfugen parallel zu den Stirnmauern, während die Lagerfugen verbandmässig abwechseln. Die einzelnen Schichten werden als Rollschichten ausgeführt, so dass das Gewölbe aus vielen voneinander unabhängigen Bogenringen besteht,

Fig. 442.



deren Breite gleich der Ziegelsteindicke ist. Die Wölbung wird an den Stirnmauern begonnen, so dass die Ausführung in der Richtung der Gewölbeachse fortschreitet und der Schluss der Gewölbes in der senkrecht gegen die Widerlager gerichteten Mittellinie des Raumes erfolgt. Da jede Schicht einen in sich haltbaren Bogen bildet, so verzichtet man bei dieser Wölbungsart auf eine Einschalung und verwendet für die Ausführung der Kappen sogen. „Rutschbögen“. Diese bestehen aus einem oben nach der Wölblinie geschlossenen Kasten (vergl. Tafel 10 und 11, Fig. 4), welcher höchstens 80 cm breit sein darf, damit die vor dem Rutschbogen stehenden Arbeiter bequem bis an die hintere Kante desselben reichen können. Zur Unterstützung des Kastens dienen zwei an den Widerlagsmauern oder den Eisenträgern befestigte Langhölzer, auf welchen Doppelkeile gelagert sind, um ein bequemes Vorrücken des Rutschbogens zu ermöglichen, sobald ein Gewölbeteil über demselben vollendet ist. Damit die Schichten bei etwaigem unvorsichtigen Vorrücken des Rutschbogens nicht nach vorne umklappen, legt man dieselben zweckmässig in schwach geneigten Ebenen an. Zur Herstellung der geneigten Ebenen zunächst der Stirnmauer werden am besten Kufschiechten verwendet (vergl. Fig. 1 bei C auf Tafel 10 und 11). Ebenso verwendet man auch Kufschiechten zur gegenseitigen Verspannung der Ringschichten an der Schlussstelle des Gewölbes.

Um den Horizontalschub der Kappen möglichst unschädlich zu machen, empfiehlt Moller eine Wölbung in Ringschichten derart, dass die einzelnen Schichten bis zu ihrer Scheitelhöhe in Verband mit der Hintermauerung gebracht werden, so dass der Gewölberücken eine



ebene horizontale Fläche bildet. Die einzelnen Schichten sind hierbei abwechselnd Strecker- und Läufer-schichten (Figur 443 und 444) und die Hintermauerung der Läufer-schichten wird aus hochkantig gestellten Steinen in horizontalen

Schichten hergestellt. Da die Steine nebeneinander liegender Schichten sich mit den Breitseiten berühren und ausserdem durch Mörtel verbunden sind, so ist der durch die Adhäsion bewirkte Widerstand grösser als das Gewicht der Steine und es kann mithin eine von zwei Läufer-schichten begrenzte Strecker-schicht nicht zwischen den ersteren herunterrutschen. Ein solches Gewölbe ist mithin als eine Platte anzusehen, welche nur senkrecht auf die Widerlagsmauern drückt. Hier-nach erklärt sich, dass $\frac{1}{2}$ Stein starke Gewölbe von 3 m Spannweite und 0,4 m Spannweite, welche Moller über nur 1 Stein starken Widerlagsmauern ausführte, die erforderliche Tragfähigkeit besitzen. Da die Hintermauerung in die Widerlagsmauern hineinreichen muss,

so ist diese Wölbungsart nur dort anzuwenden, wo die Widerlager nicht über den Rücken des Gewölbes weitergeführt werden sollen. Gewöhnlich wird diese Wölbweise als „Mollersche Wölbungsart“ bezeichnet.

Die Rüstungen, auf welchen die Kufmauerung und die von der Gewölbemitte ausgehende Schwalbenschwanzwölbung ausgeführt werden, bestehen aus Wölb-scheiben, welche aus 30 bis 40 mm starken Bohlen hergestellt und in Entfernungen von 1,0 bis 1,3 m über Bockgerüsten auf Holzkeilen gelagert, oder bei Wölbungen zwischen Eisenträgern an letzteren aufgehängt werden können. Da die Form und Konstruktion der Lehrbögen für Gewölbe sich in nichts von solchen für Mauerbögen unterscheidet, so kann auf das über die letzteren auf den Seiten 56 bis 60 Gesagte verwiesen werden. Finden Gerüste zur Unterstützung der Lehrbögen Anwendung, so sind diese gut abzuspitzen, damit ihre lotrechte Lage während der Wölbearbeit und bis zum Ausrüsten gesichert ist. Bei grösseren Spannweiten ist auch ein gegenseitiges Abspreizen der einzelnen Lehrbögen zu empfehlen. Ein Beispiel für die Stellung der Wölb-scheiben und deren Unterlagerung durch Keile auf dem Lehrgerüst mit dessen Abspreizungen veranschaulichen die Figuren 1, 2 und 3 auf den Tafeln 10 und 11 durch Grundriss und Schnittzeichnungen.

c) Klostergewölbe mit den Nebenformen Mulden- und Spiegelgewölbe.

Denkt man sich ein Tonnengewölbe über quadratischem Raume durch zwei lotrechte Diagonalschnitte in vier Teile zerlegt, so sind je zwei gegenüberliegende Teile der Form nach gleich. Die beiden an den Widerlagern liegenden, in Fig. 445 und 446 mit A bezeichneten Teile werden Walme oder Wangen, die an den Stirnmauern liegenden, mit B bezeichneten Teile Kappen genannt.

Die ersteren besitzen eine wagerechte Widerlagslinie und einen Scheitelpunkt, die letzteren eine Scheitellinie und zwei Widerlagspunkte. Setzt man drei

Fig. 445.

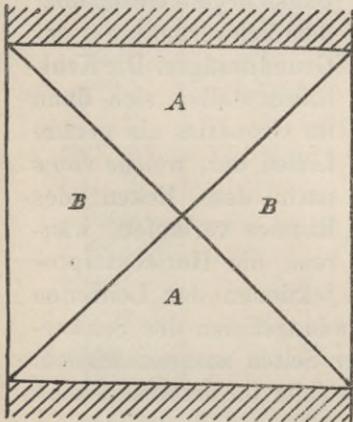
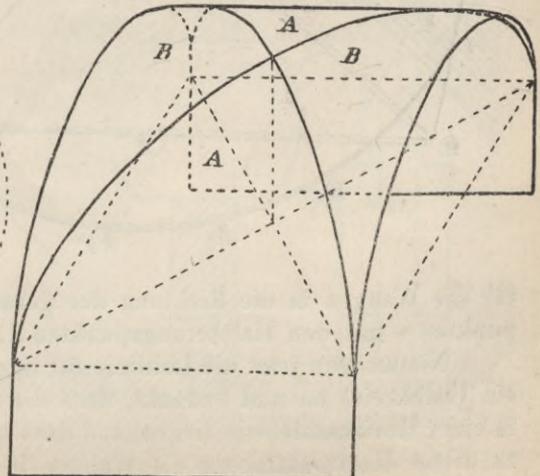


Fig. 446.



oder mehr Wangen mit den durch die Diagonalebene entstandenen Schnittflächen zusammen, so entsteht ein Klostergewölbe. Die Zahl der einzelnen zusammengeführten Walmflächen entspricht dann der Seitenzahl der Grundrissform, so dass die letztere ein Dreieck, Quadrat, Rechteck, ein regelmässiges oder unregelmässiges Vieleck sein kann.

Die Schnittlinien der Walmflächen sind ebene Kurven, welche sich in der Grundrissprojektion als gerade Linien darstellen, die von den Ecken der Grundfigur nach dem Schwerpunkte derselben gerichtet sind. Dieselben werden als Kehllinien bezeichnet, weil der Zusammentritt der Walmflächen in der Untersicht des Gewölbes als Kehle erscheint.

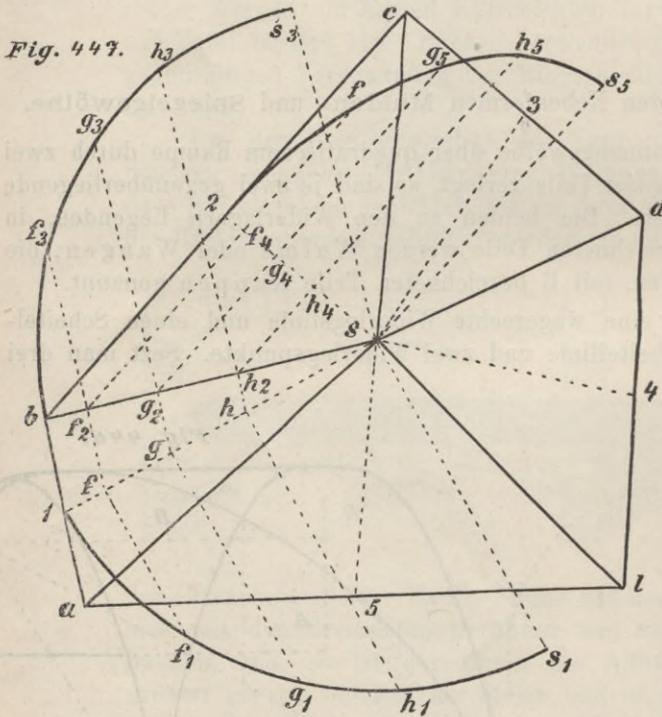
Die Leitlinie der Walmflächen ist meist ein Viertelkreis, doch kann dieselbe auch ebensogut ein Flachbogen, ein Spitzbogen, ein elliptischer Bogen, ein Parabelbogen u. s. w. sein. Der tiefste Punkt der Leitlinie liegt in der Kämpferebene des Gewölbes, während ihr höchster Punkt mit dem Scheitelpunkt des Gewölbes zusammenfällt.

Ist die Grundrissfigur ein ungleichseitiges Dreieck, ein Rechteck oder ein unregelmässiges Vieleck, so ist zunächst die Leitlinie für eine Wangenfläche anzunehmen, von welcher

dann sowohl die Leitlinien, als auch die sämtlichen Schnittlinien aller übrigen Walmflächen abhängig sind.

Zur weiteren Erläuterung diene der durch Fig. 447 dargestellte unregelmässig gestaltete fünfeckige Raum $abcde$,

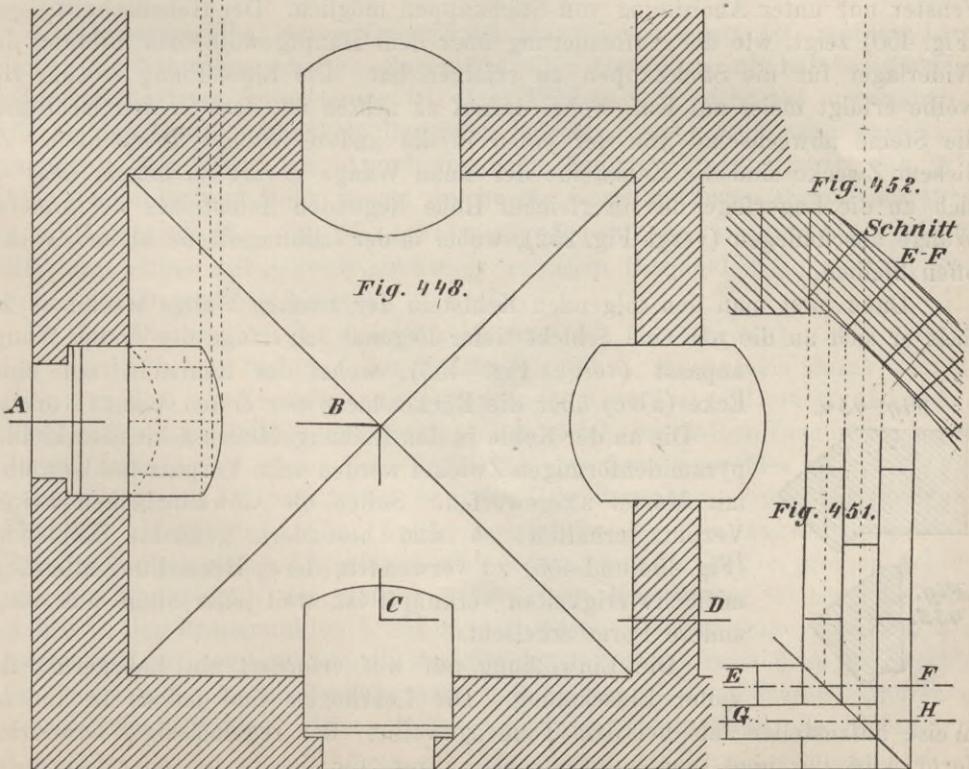
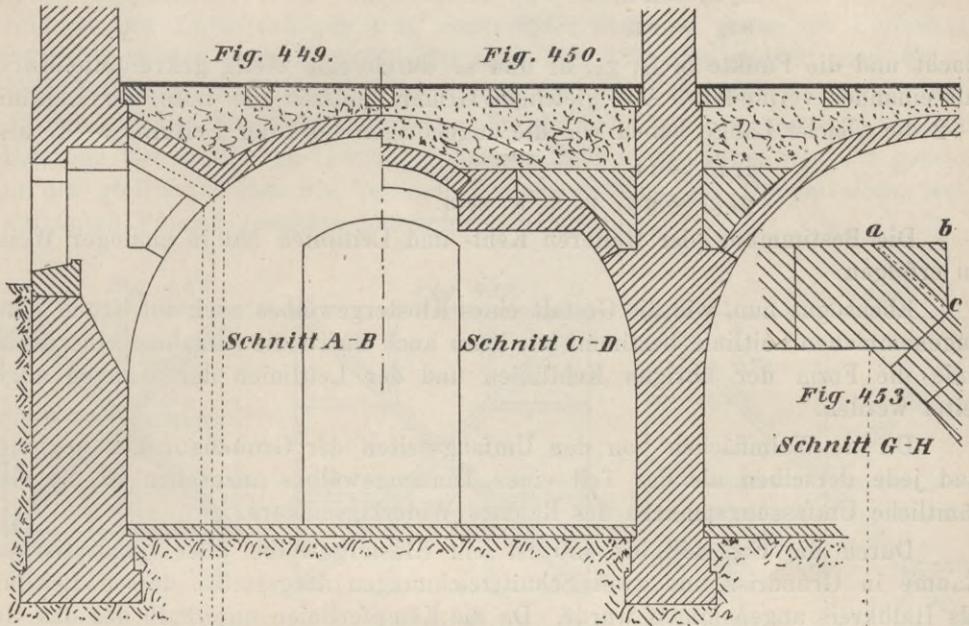
welcher mit einem Klostergewölbe zu überspannen ist. Der Scheitelpunkt liege lotrecht über dem Schwerpunkte s der Grundrissfigur. Die Kehllinien stellen sich dann im Grundriss als gerade Linien dar, welche von s nach den Ecken des Raumes verlaufen, während die Horizontalprojektionen der Leitlinien



für die Wangen in die Richtung der geradlinigen Verbindungslinien des Schwerpunktes s mit den Halbierungspunkten 1, 2, 3, 4, 5 der Seiten zusammenfallen.

Nimmt man jetzt die Leitlinie für irgend eine Wange (hier für die Wange abs ein Halbkreis) an und bedenkt, dass die Kämpferlinien ab , bc , cd , de und ea in einer Horizontalebene liegen und dass alle Schnitte durch das Gewölbe parallel zu dieser Horizontalebene die Wangen in Linien treffen müssen, welche parallel

zu den Kämpferlinien verlaufen, so wird sich beispielsweise die Form der Kehl-
linien *bs* dadurch ergeben, dass man die Lote



$$f_2 f_3 = f f_1$$

$$g_2 g_3 = g g_1$$

$$h_2 h_3 = h h_1$$

$$s s_3 = s s_1$$

macht und die Punkte b , f_3 , g_3 , h_3 und s_3 durch eine stetig gekrümmte Kurve mit einander verbindet. Aus gleichem Grunde müssen die Lote der Leitlinie $s-2$ die gleiche Länge haben wie die zugehörigen Lote der Leitlinie $s-1$, also

$$f_4 f_5 = f f_1$$

$$g_4 g_5 = g g_1 \text{ u. s. w. sein.}$$

Die Bestimmung der weiteren Kehl- und Leitlinien hat in analoger Weise zu erfolgen.

Ebensogut nun, wie die Gestalt eines Klostergewölbes auch auf Grund einer angenommenen Leitlinie bestimmt ist, kann auch durch die Annahme einer Kehllinie die Form der übrigen Kehllinien und der Leitlinien der Wangen abgeleitet werden.

Da die Walmflächen von den Umfangsseiten der Grundfigur aus beginnen und jede derselben als der Teil eines Tonnengewölbes anzusehen ist, so sind sämtliche Umfassungsmauern des Raumes Widerlagsmauern.

Durch die Fig. 448 bis 450 ist ein Klostergewölbe über quadratischem Raume in Grundriss und zwei Schnittzeichnungen dargestellt, dessen Leitlinie als Halbkreis angenommen wurde. Da die Kämpferlinien unterhalb des das Gebäude umgebenden Geländes liegen, so ist eine Beleuchtung des Raumes durch Fenster nur unter Anordnung von Stiechkappen möglich. Der Höhenschnitt C—D (Fig. 450) zeigt, wie die Aufmauerung über dem Hauptgewölbe zur Bildung der Widerlager für die Stiechkappen zu erfolgen hat. Die Einwölbung solcher Gewölbe erfolgt meist auf Kuf, wobei darauf zu achten ist, dass in den Kehllinien die Steine abwechselnd von der einen in die andere Wange übergreifen. Zu diesem Zwecke sind die Kehlsteine der einen Wange derart zu hauen, dass sie sich an die Lagerfuge des in gleicher Höhe liegenden Kehlsteines der anderen Wange anschmiegen (vergl. Fig. 252), wobei in der Laibungsfläche kleine Zwickel offen bleiben.

Dann haut man den folgenden Kehlstein der zweiten Wange wieder so zu, dass er sich an die um eine Schicht tiefer liegende Lagerfuge der ersten Wange anpasst (vergl. Fig. 453), wobei der Kehlstein mit einer Ecke (abc) über die Rückenfläche der ersten Wange vorragt.

Die an der Kehle in den Laibungsflächen fehlenden kleinen pyramidenförmigen Zwickel werden beim Verputz des Gewölbes mit Mörtel ausgeworfen. Sollen die Gewölbeflächen keinen Verputz erhalten, so sind besonders geformte Kehlsteine (Fig. 454 und 455) zu verwenden, deren Herstellung allerdings mit Schwierigkeiten verknüpft ist, weil jeder Stein eine etwas andere Form erheischt.

Die Einwölbung auf Kuf erfordert ein Lehrgerüst mit voller Einschalung. Die Lehrbogen sind jedoch in anderer Weise aufzustellen, als bei dem Tonnengewölbe. Bei regelmässiger Grundrissform wird der eine Diagonalbogen als ganzer, für sich bestehender Lehrbogen

Fig. 454.

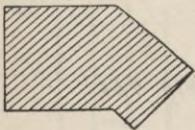
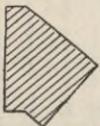


Fig. 455.



aufgestellt, während die übrigen Diagonalbögen aus zwei Hälften bestehen. Der Kreuzungspunkt der Diagonalbögen ist durch einen kräftigen Pfosten, den sogen. Mönch oder Mäkler, zu unterstützen. Je nach der Spannweite des Gewölbes sind weitere Zwischenbögen a in senkrechter Richtung gegen die Umfassungswände entweder nach Fig. 456 oder nach Fig. 457 oder endlich nach Fig. 458 aufzustellen, deren Zahl so zu bestimmen ist, dass die freie Länge der 25 bis 40 mm starken Schalbretter nicht mehr als 1,0 bis 1,5 m beträgt. Die Auflagerung der sämtlichen Lehrbögen an den Endpunkten ihrer Schwelle geschieht in der gleichen Weise wie bei den Tonnengewölben auf Doppelkeilen, welche auf durch Pfosten gestützte Langschwelen aufrufen.

Fig. 456.

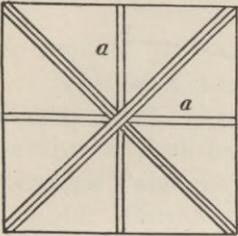


Fig. 457.

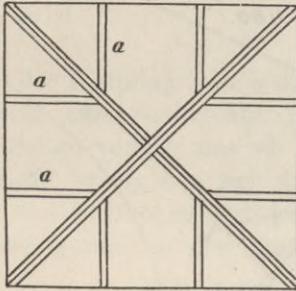
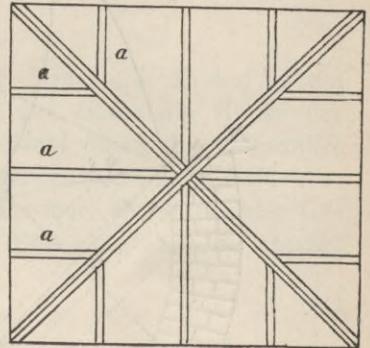


Fig. 458.



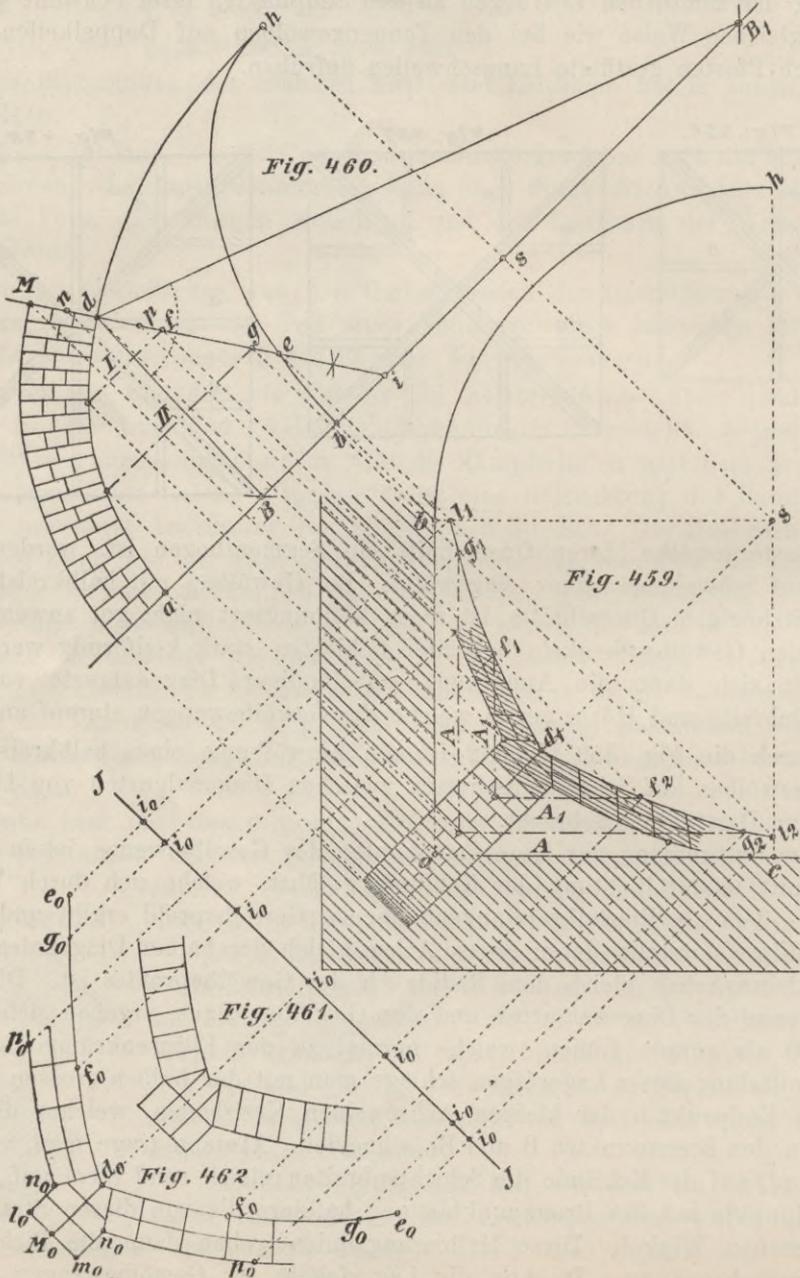
Klostergewölbe, deren Querschnitt ein Segmentbogen ist, werden in der Regel auf Schwalbenschwanz eingewölbt. Bei Gewölben mit halbkreisförmigem oder spitzbogigem Querschnitte ist diese Wölbungsart nicht gut anwendbar, da die an den Gewölbeschenkeln liegenden Schichten stark keilförmig werden. Es empfiehlt sich dann die Anordnung selbständiger Diagonalgurte von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Steinbreite und Höhe, gegen welche die Gewölbewangen stumpf antreten.

Durch die Fig. 459 bis 462 ist die Einwölbung eines halbkreisförmigen Klostergewölbes auf Schwalbenschwanz zwischen Diagonalgurten von $1\frac{1}{2}$ Steinbreite zur Darstellung gebracht.

Zur Bestimmung der Lagerfugenkanten der Gewölbewange ist in Fig. 460 ein Schnitt in der Richtung der Kehllinie geführt, welche sich durch Vergatterung aus dem als Viertelkreis angenommenen Gewölbeprofil ergibt und sich als Viertelellipse darstellt, deren grosse Achse gleich der halben Diagonalen a und deren kleine Achse gleich dem Radius sh des Gewölbeprofils ist. Die Lagerfugenebenen des Diagonalgurtes und der Gewölbewangen ergeben sich dann in Fig. 460 als gerade Linien, welche normal zu der Ellipsenkrümmung stehen. Zur Ermittlung dieser Lagerfugen schlage man mit der halben grossen Achse a um den Endpunkt h der kleinen Achse einen Kreisbogen, welcher die grosse Achse in den Brennpunkten B und B_1 schneidet. Alsdann trage man, von a aus beginnend, auf der Kehllinie die Schichtenbreiten gleich rund 8 cm auf, verbinde die Teilpunkte mit den Brennpunkten und halbiere die von diesen Strahlen eingeschlossenen Winkel. Diese Halbierungslinien geben dann die Richtung der Lagerfugenebenen an. Da nun die Lagerfugen der Gewölbewangen zwischen

der Kehllinie und den Widerlagslinien ab und bc beziehungsweise der Mittellinie bs verlaufen müssen, so ist die Projektion der letzteren Linie in Fig. 460 ebenfalls zur Darstellung gebracht worden.

Eine beliebige Normalebene M wird dann eine Lagerfugenkante ergeben, welche in der Fig. 460 von dem in der Kehllinie liegenden Punkte d bis zu dem in der Mittellinie liegenden Punkte e reicht. Die Horizontalprojektion der Endpunkte dieser Fugenkante ergibt sich dann in d_1 und e_1 beziehungsweise e_2 .



Zur Festlegung weiterer Punkte denke man sich zwischen d und e Horizontal-ebenen I, II u. s. w. gelegt, welche d e in den Punkten $f, g \dots$ und die Gewölbewangen in wagerechten Linien schneiden, deren Horizontalprojektionen die zu den Kämpferlinien parallelen Linien $A, A_1 \dots$ sind. Durch einfache Projektion der Punkte $f, g \dots$ aus Fig. 460 nach Fig. 459 ergeben sich dann in f_1 und $g_1 \dots$ sowie in f_2 und $g_2 \dots$ weitere Punkte der Lagerfugenkante im Grundrisse.

Die wirkliche Gestalt dieser Lagerfugenkante erhält man durch einfache Umklappung um eine Achse JJ in Fig. 462, wobei

$$i_0 e_0 = i e \text{ in Fig. 460}$$

$$i_0 g_0 = i g \quad " \quad " \quad "$$

$$i_0 f_0 = i f \quad " \quad " \quad "$$

$$i_0 d_0 = i d \quad " \quad " \quad "$$

sein muss.

Trägt man jetzt in der Richtung von $i_0 d_0$ die Strecke $d_0 M_0 = d M_1$ an, errichtet in M_0 gegen $M_0 d_0$ eine Senkrechte, trägt auf dieser die Hälfte der Bogenbreite nach beiden Seiten von M_0 aus ab und zieht durch die Endpunkte l_0 und m_0 Parallele zu $M_0 d_0$, so ergeben sich die Anfallpunkte n_0 der Rückenlinien der Wangen gegen den Gurtbogen dadurch, dass man die Stärke der Gewölbewangen (hier 1 Stein) normal zu den inneren Fugenkanten $e_0 d_0$ anträgt

Fig. 463.

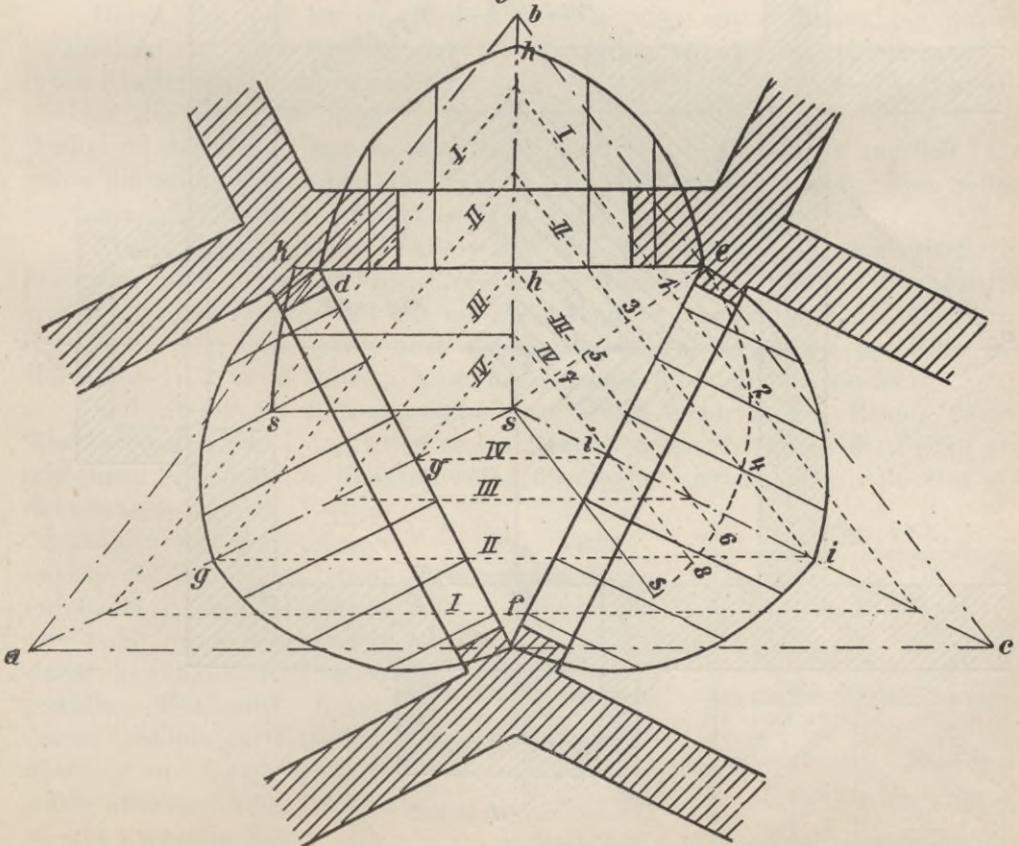
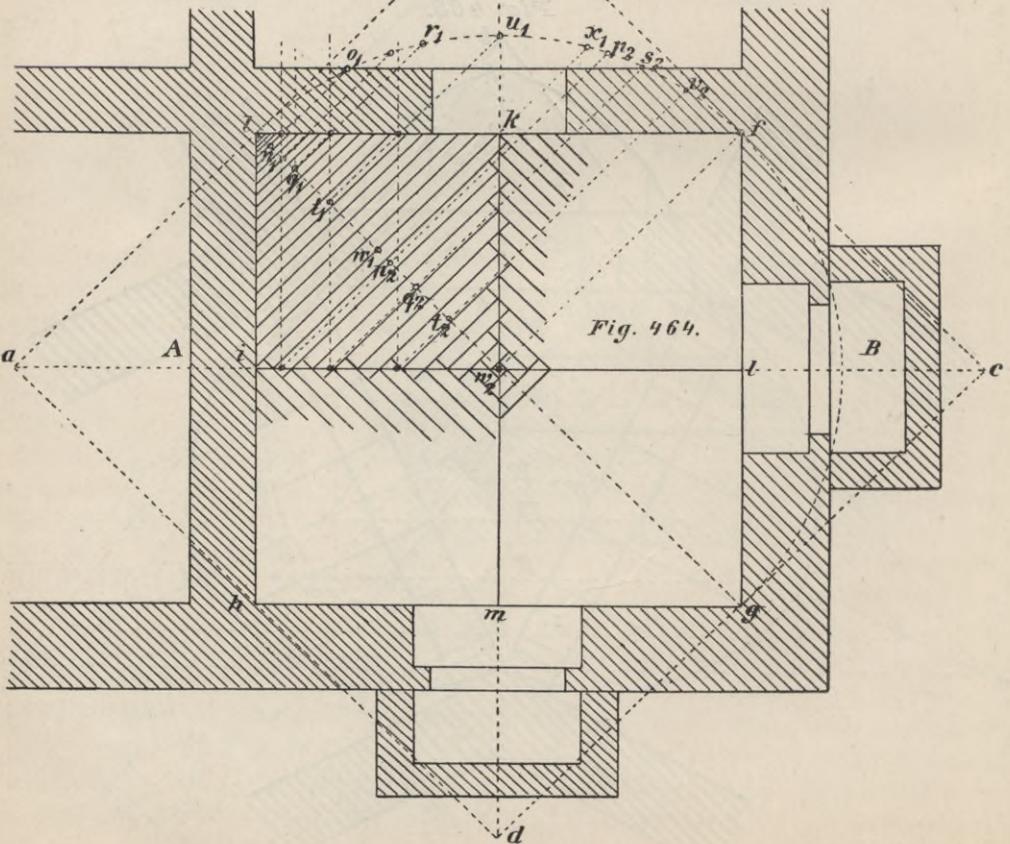
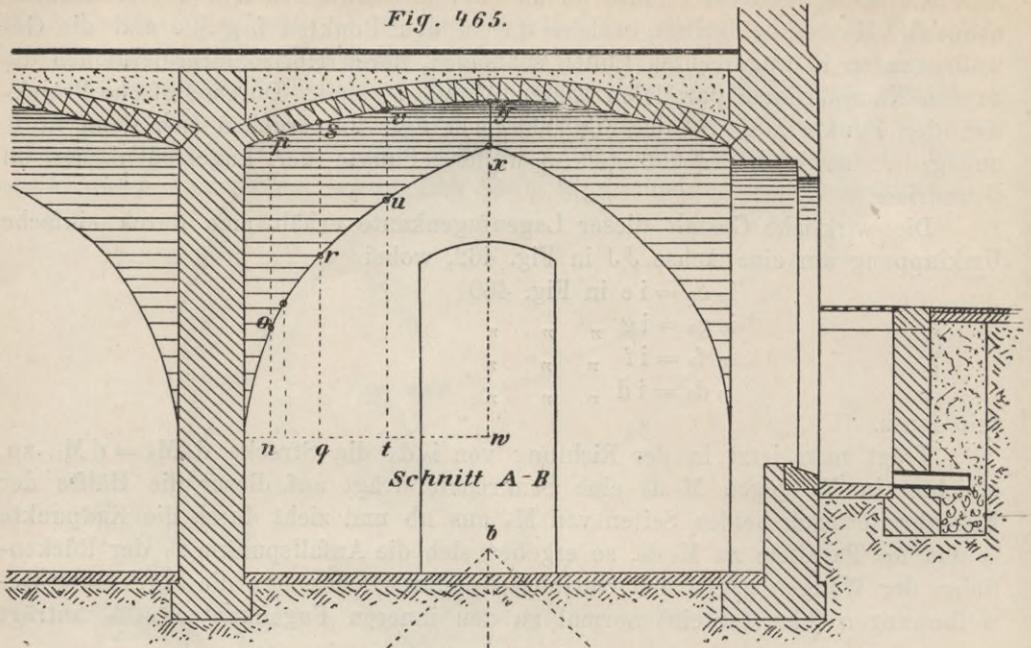


Fig. 465.



und die Rückenlinie $p_0 n_0$ parallel zu der Innenkante verzeichnet. Ueberträgt man weiterhin beliebige Punkte der Rückenlinie, z. B. n_0 und p_0 nach n und p der Lagerfugenebene iM in Fig. 460, so erhält man wieder durch einfache Projektion die Rückenlinie im Grundrisse. Nach Eintragung der Stossfugen in Fig. 462 kann deren Uebertragung in den Grundriss ohne weiteres erfolgen. Eine zweite Schicht des Gurtbogens und der Gewölbewangen ist durch Fig. 461 veranschaulicht.

Das Bemühen, in den Umfassungsmauern eines mit einem Klostergewölbe überdeckten Raumes, über die Kämpferlinie hinausgehend, Fenster- oder Thüröffnungen anzubringen, ohne Stichkappen anwenden zu müssen, hat zur Bildung von Klostergewölben geführt, deren Laibungsflächen nicht wie bei dem eigentlichen Klostergewölbe von den Umfassungsmauern in wagerechten Kämpferlinien, sondern in Bogenlinien geschnitten werden, deren tiefste Punkte in der Kämpferebene liegen.

Diese Gewölbeformen kann man sich dadurch entstanden denken, dass man in einen eingebildeten mit einem gewöhnlichen Klostergewölbe überdeckt gedachten Raume einen zweiten kleineren Raum eingebaut annimmt, dessen Ecken in die Seiten des ersteren Raumes hineinfallen. Die Schnittlinien der Umfassungsseiten des eingebauten Raumes mit dem Ursprungsgewölbe bilden dann die Stirnlinien des neuen Gewölbes. Derartige Gewölbe bezeichnet man als „offene“ oder „über Eck stehende Klostergewölbe“, auch wohl als „Klostergewölbe mit Abstumpfungen“.

Durch Fig. 463 ist ein solches Gewölbe über einem dreieckigen Raume veranschaulicht. Das Dreieck abc sei der Grundriss des mit einem gewöhnlichen Klostergewölbe überdeckten Raumes; die Grundrissprojektion s des Scheitelpunktes des Gewölbes liege in dem Schnittpunkte der Halbierungslinien der Winkel an den Ecken und es seien die Kehllinien as , bs und cs zugleich Lote gegen die Seiten des eingebauten Raumes def , welche in g , h und i diese Seiten halbieren. Es ist dann s der Schwerpunkt des Raumes def .

Nimmt man jetzt als Leitlinie der Wange cb über es eine stetig gekrümmte Linie, hier einen Viertelkreis an, so können mit Hilfe von Erzeugenden I, II u. s. w. in leichter und aus der Zeichnung zu ersehender Weise die Stirnlinien dhe , eif , fgd , sowie auch die Gratlinien hs , is und gs mit Hilfe der Höhenlote 1—2, 3—4, 4—5 u. s. w. der Leitlinie es bestimmt werden.

Soll ein offenes Klostergewölbe über einem quadratischen Raume ausgeführt werden, so sind die Seiten dieses Raumes unter 45° gegen die Seiten des mit einem gewöhnlichen Klostergewölbe überspannt angenommenen Raumes gerichtet und zugleich Verbindungs-

Fig. 466.

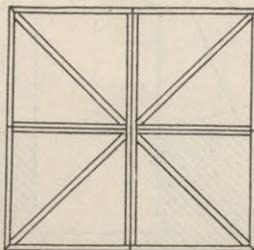
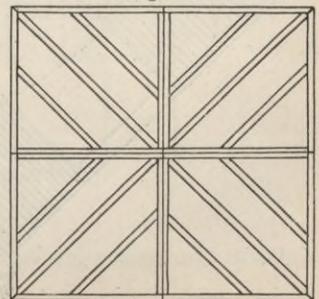


Fig. 467.



zlinien der Halbierungspunkte der Seiten des letzten Raumes. In Fig. 464 sei $abcd$ der angenommene mit einem gewöhnlichen Klostergewölbe überdeckte Raum, dessen Leitlinie der Halbkreis über eg und $efgh$ der mit einem offenen Klostergewölbe zu überdeckende Raum. Um

den Schnitt in der Richtung A—B darzustellen, bedenke man, dass alle Schnittebenen, welche parallel zu den Kämpferlinien des Raumes $a b c d$ geführt werden, das Gewölbe in wagerechten Linien schneiden müssen und dass aus diesem Grunde

$$n o = n_1 o_1$$

$$q r = q_1 r_1$$

$$t u = t_1 u_1$$

$$w x = w_1 x_1$$

und

$$n p = n_2 p_2$$

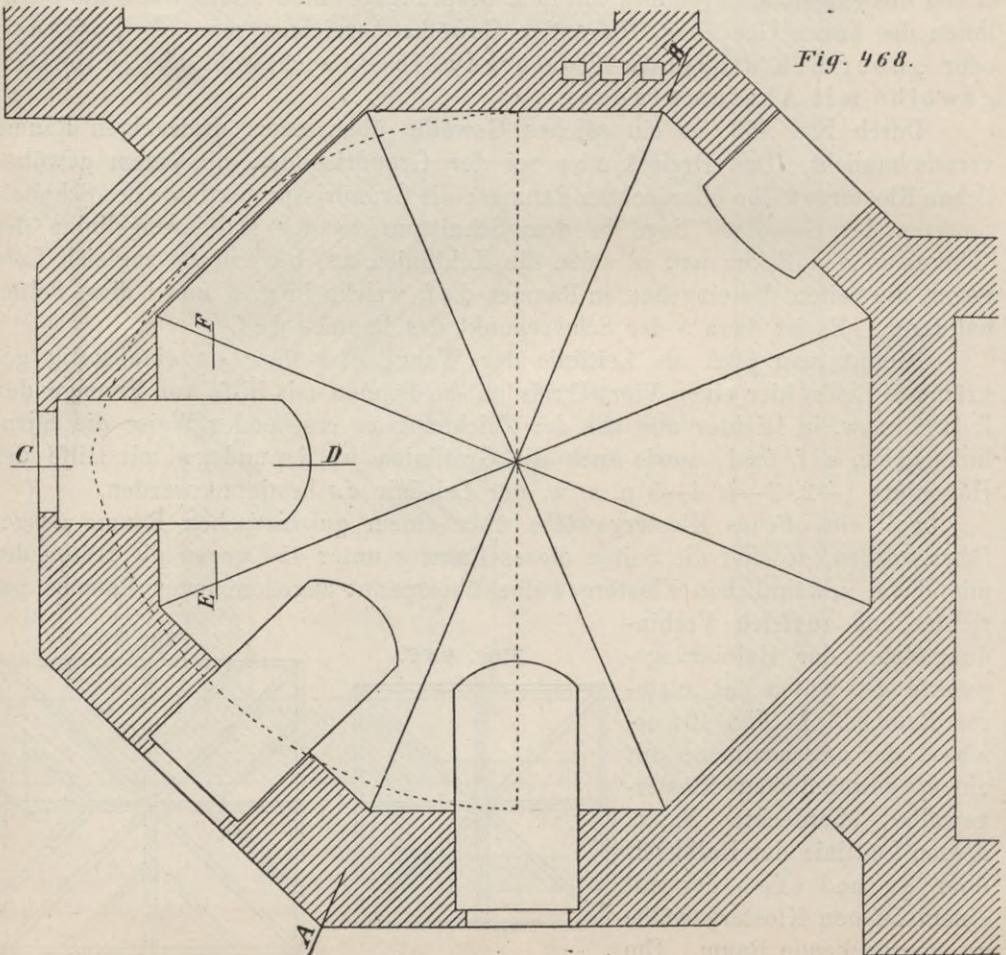
$$q s = q_2 s_2$$

$$t v = t_2 v_2$$

$$w y = w_2 f$$

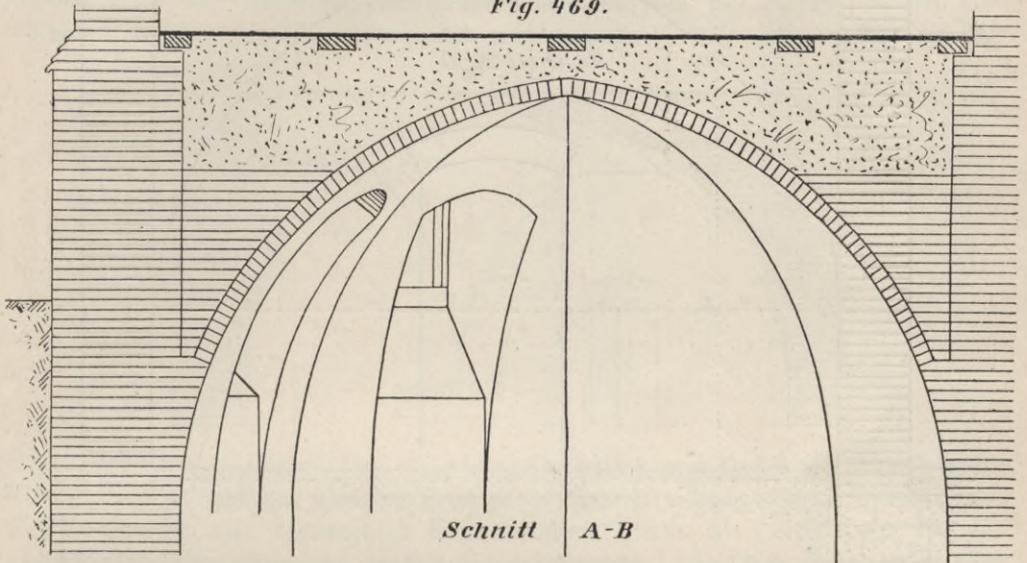
sein muss.

Die Einwölbung eines derartigen Gewölbes geschieht am besten auf Kuf wie in Fig. 464 angedeutet. Die Lehrbögen sind dann je nach der Spannweite entweder in der durch Fig. 466 oder 467 veranschaulichten Weise aufzustellen.



Durch die Figuren 468 und 469 ist ein Klostergewölbe über regelmässig achteckigem Raume wiedergegeben, dessen Leitlinie ein Spitzbogen ist. Solche Gewölbe werden als Haubengewölbe oder Walmkuppeln bezeichnet. Zur Ueberdeckung der hochliegenden Lichtöffnungen sind Stichkappen verwendet, welche weit in das Hauptgewölbe eindringen.

Fig. 469.



Die Figuren 470 und 471 zeigen die Konstruktion und Verbindung dieser Stichkappen mit dem Hauptgewölbe in Quer- und Längsschnitt. Derartige Stichkappen oder Lünetten können für sämtliche Gewölbewangen angeordnet werden, wenn auch für einzelne Wangen gar keine Oeffnungen vorgesehen sind. Es wird

Fig. 470.

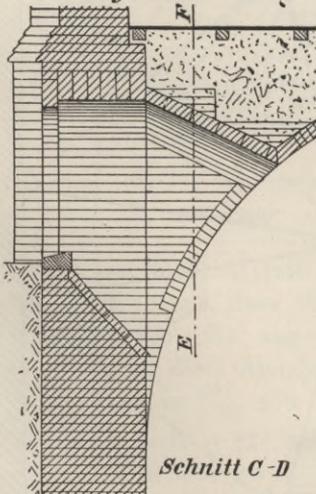
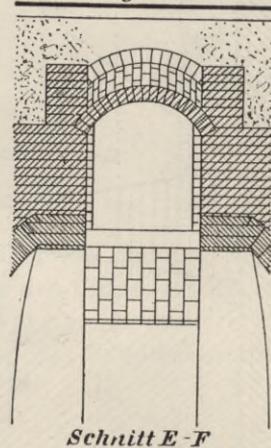
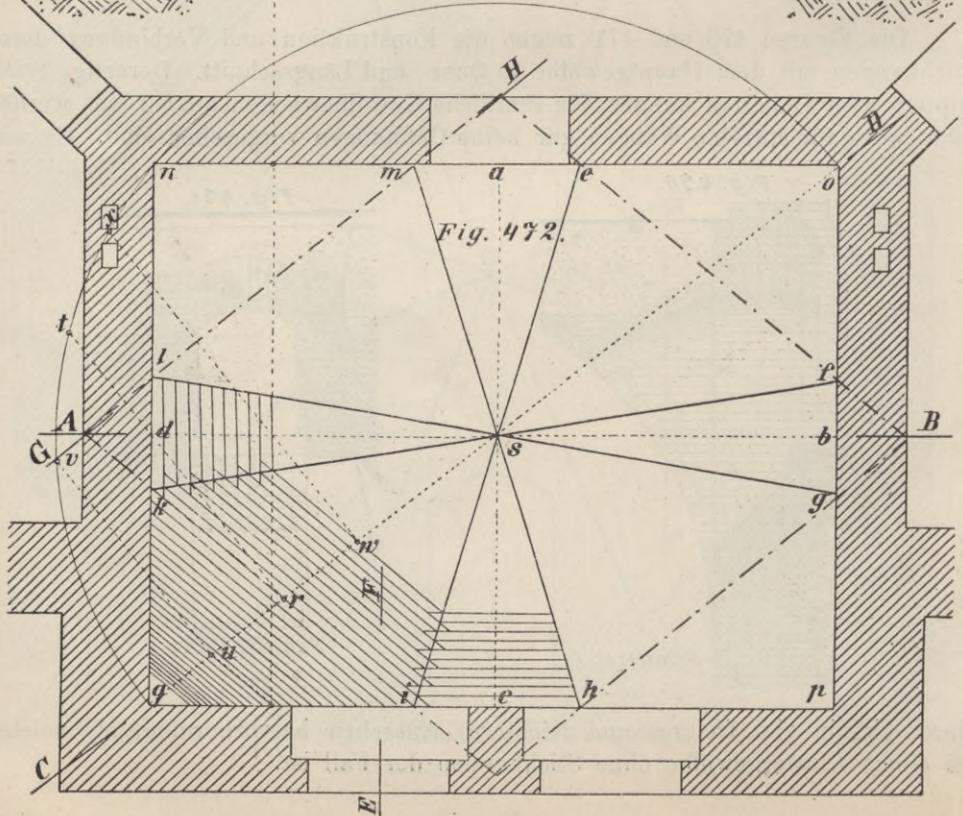
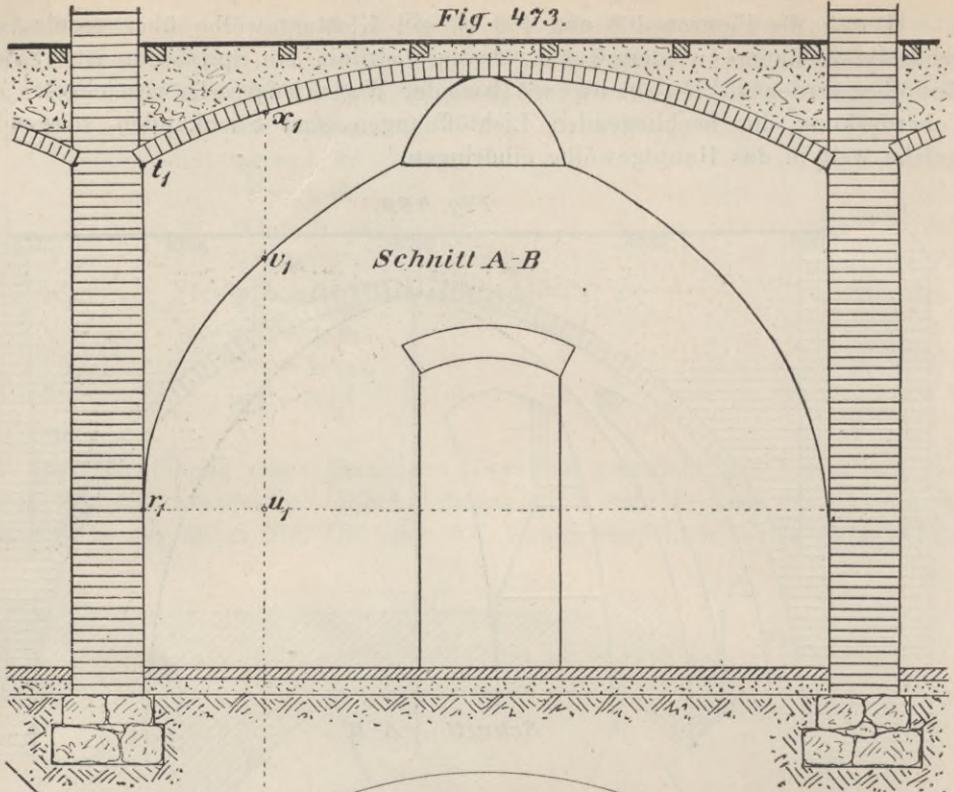


Fig. 471.



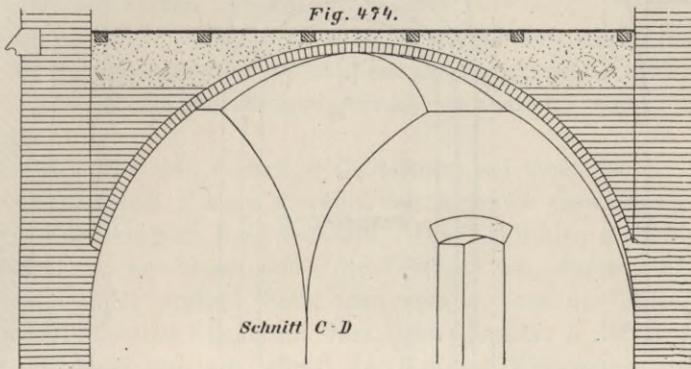
hierdurch ein viel freieres und leichteres Aussehen hervorgerufen, als solches bei einem Klostergewölbe ohne Stichkappen der Fall ist.

Fig. 473.

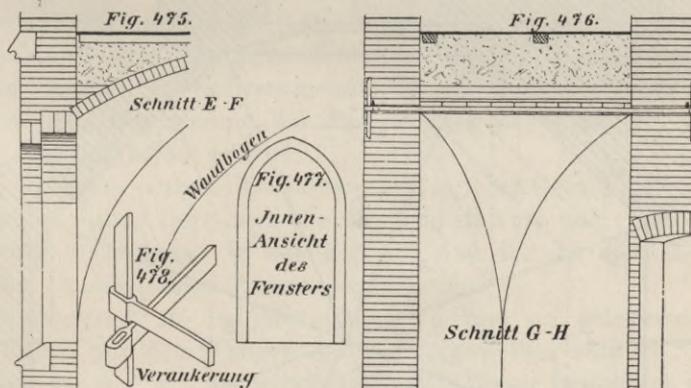


In besonderen Fällen lassen sich auch mit Vorteil abgestumpfte Wangen mit Wölbflächen nicht abgestumpfter Wangen verbinden. Die Figuren 472 bis 478 zeigen eine derartige Anordnung für einen rechteckigen Raum.

Zieht man durch den Schwerpunkt *s* der Grundfigur in symmetrischer Anordnung zu den Mittellinien *ac* und *bd* gerade Linien *mh*, *ei*, *fk* und *gl*, so können diese als Grundrissprojektionen von Kehllinien des zu schaffenden Gewölbes angesehen werden. Betrachtet man nun die Gewölbeteile, welche an den



Ecken des Raumes liegen, also *nmsl*, *eofs*, *ghs* und *iqks* als abgestumpfte Klostergewölbe und die übrigen Teile *mes*, *fgs*, *his* und *kls* als gewöhnliche Gewölbewangen mit wagerechten Kämpferlinien, nimmt als Leitlinie für die abgestumpften Klostergewölbe eine stetig gekrümmte Linie (hier einen Halbkreis)



an, deren Grundrissprojektion mit der Diagonalen des Raumes zusammenfällt und setzt schliesslich voraus, dass alle parallel zu den Linien *ef*, *gh*, *ik* und *lm* geführten Schnittebenen die abgestumpften Wangen in wagerechten Linien schneiden, so ist durch diese Annahmen die Form des Gewölbes bestimmt. Beispielsweise muss dann in Fig. 473

$$r_1 t_1 = r t \text{ in Fig. 472}$$

$$u_1 v_1 = u v \text{ " "}$$

$$u_1 x_1 = w x \text{ " "}$$

sein. Die Darstellung der in den Figuren 474 bis 476 wiedergegebenen weiteren Gewölbesechnitte wird hiernach keine Schwierigkeiten bereiten.

Fig. 430.

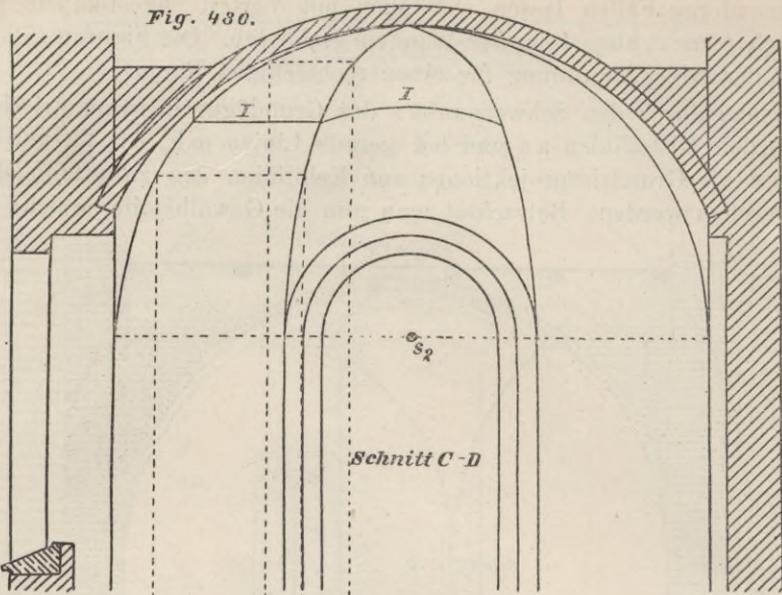
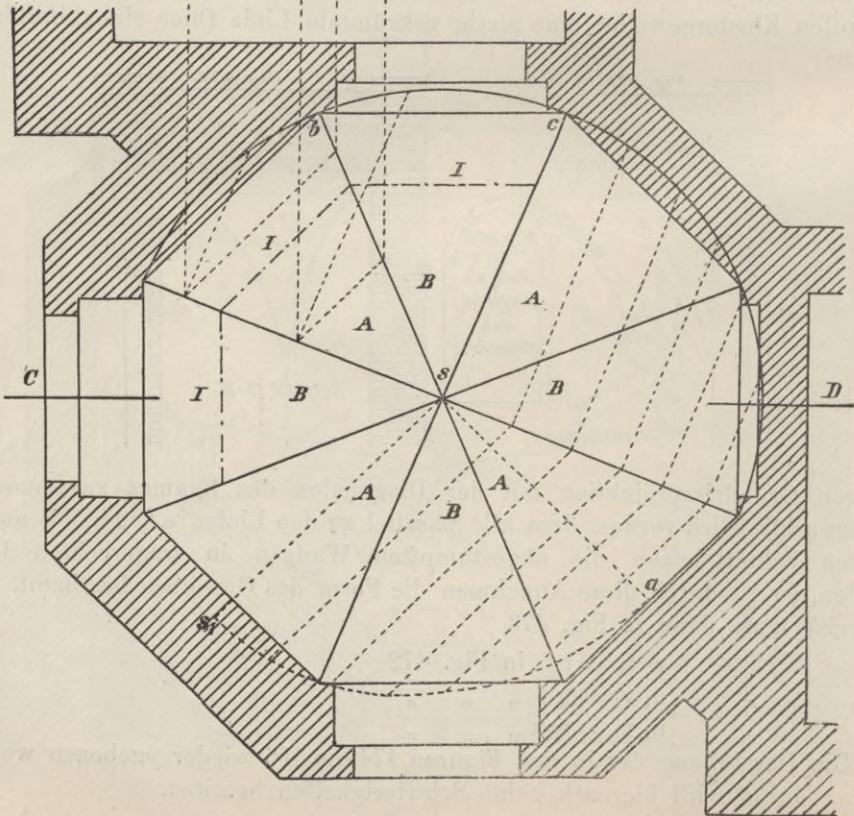


Fig. 479.



☞ Sind die Umfassungsmauern des zu überwölbenden Raumes von geringer Stärke bei bedeutender Höhe, so kann man eine Versteifung derselben durch Eisenanker erzielen, welche in der Richtung der in Fig. 472 punktiert dargestellten Linien eingelegt werden. Die Richtung der Kehllinien wählt man dann zweckmässig so, dass sie dort gegen die Umfassungsmauern stossen, wo die Anker diese durchdringen, da die letzteren dann in die wagerechten Lagerfugen ef, gh, ik und lm (vergl. Fig. 476) zu liegen kommen. Die Einwölbung dieser Gewölbe erfolgt am besten auf Kuf.

☐ Stichkappen lassen sich auch dadurch vermeiden, dass man einzelne Gewölbeteile mit sphärischen Gewölbekappen überdeckt, wobei die sämtlichen Gewölbeflächen von Kehllinien abhängig gemacht werden, welche als Kreisbogen gestaltet sind.

Als Beispiel für eine derartige Gestaltung sei zunächst ein Gewölbe über regelmässig achtseitigem Raume gewählt, bei welchem Gewölbewangen A (vergl. Fig. 479) mit Kugelkappen B abwechseln. Die Kehllinien sind hier als Viertelkreise angenommen, aus denen sich die Leitlinie as_1 durch einfache Vergatterung als Viertelellipse ergibt. Setzt man voraus, dass der Mittelpunkt der die Gewölbeteile B bildenden Kugel mit dem Schwerpunkte s der Grundrissfigur zusammenfällt, so deckt sich ein Schnitt durch diesen Mittelpunkt geführt in seiner Umklappung im Grundrisse mit der als Viertelkreis angenommenen Kehllinie und ebenso muss jeder andere durch den Mittelpunkt s geführte Schnitt, also auch der Höhenschnitt CD (Fig. 480), einen Kreisbogen erzeugen, welcher den gleichen Halbmesser wie die Kehllinien besitzt. Die Stirnlinien der Kugelkappen erscheinen dann als Halbkreise, deren Durchmesser gleich der Längenausdehnung bc der Stirnmauern ist. Denkt man sich an irgend einer Stelle, z. B. bei I, lotrechte Ebenen, so schneiden diese die Wangen in wagerechten, die Kugelkappen dagegen in Kreissegmenten, deren Mittelpunkte in der Kämpferebene liegen. Die Bestimmung der Projektionen der Kehllinien im Aufriss ist durch die Zeichnung selbst erklärt.

☞ Ebenso wie eine einzelne Gewölbewange in ihrer Gesamtheit als Kugelkappe gestaltet werden kann, liegt auch die Möglichkeit vor, nur einen Teil derselben als Kugelkappe einzufügen. In den Fig. 481 und 482 ist diese Lösung für ein Gewölbe über quadratischem Raume gegeben.

Die symmetrisch zu den Mittellinien ab und cd gelegenen Schnittlinien der Kugelkappen mit den Wangen des Klostergewölbes sind im Grundrisse die Linien es, fs, gs u. s. w. Als wirkliche Gestalt dieser Linien sei der im Grundrisse über es gezeichnete Viertelkreis gewählt, aus welchem sich die Kehllinie ns_1 durch einfache Vergatterung bestimmt. Die Scheitellinie der Kugelkappen muss sich dann wieder aus gleichem Grunde wie bei dem vorigen Beispiele als Kreisbogenlinie ergeben, deren Halbmesser gleich dem der Schnittlinien es u. s. w. ist und ebenso müssen auch die Stirnlinien wieder Halbkreise sein, deren Durchmesser gleich der Länge der Linien ef, gh u. s. w. ist.

Die Widerlagsstärke eines Klostergewölbes kann etwa gleich $\frac{3}{4}$ der Stärke des Widerlagers eines Tonnengewölbes von gleicher Leitlinie, Gewölbstärke und Belastung angenommen werden. Dieses Ergebnis ist von Rondelet durch vielfache Versuche an Modellen festgestellt worden. Da die Gewölbewangen vermöge ihrer, verschieden grossen Spannweiten, welche an den Kämpfer-

punkten der Kehllinien gleich Null sind und von hier nach den Mitten der Widerlagsmauern stetig zunehmen, so wird die Widerlagsstärke in jedem Punkte

Fig. 482.

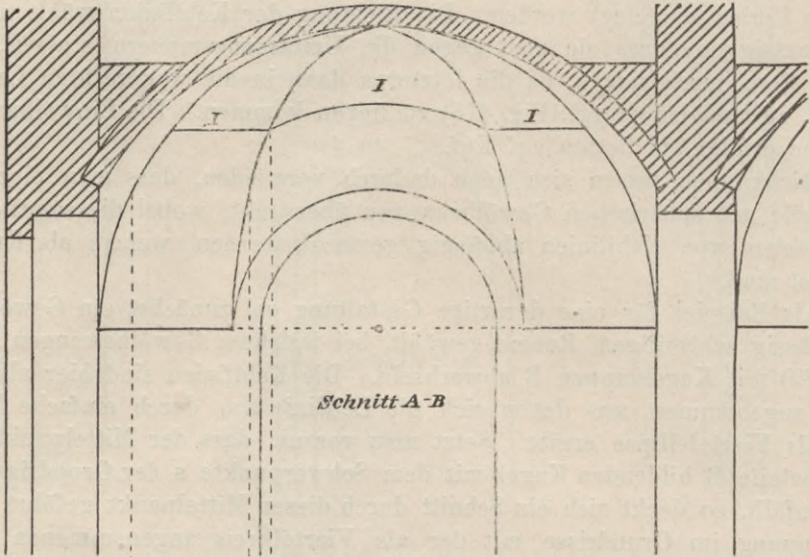
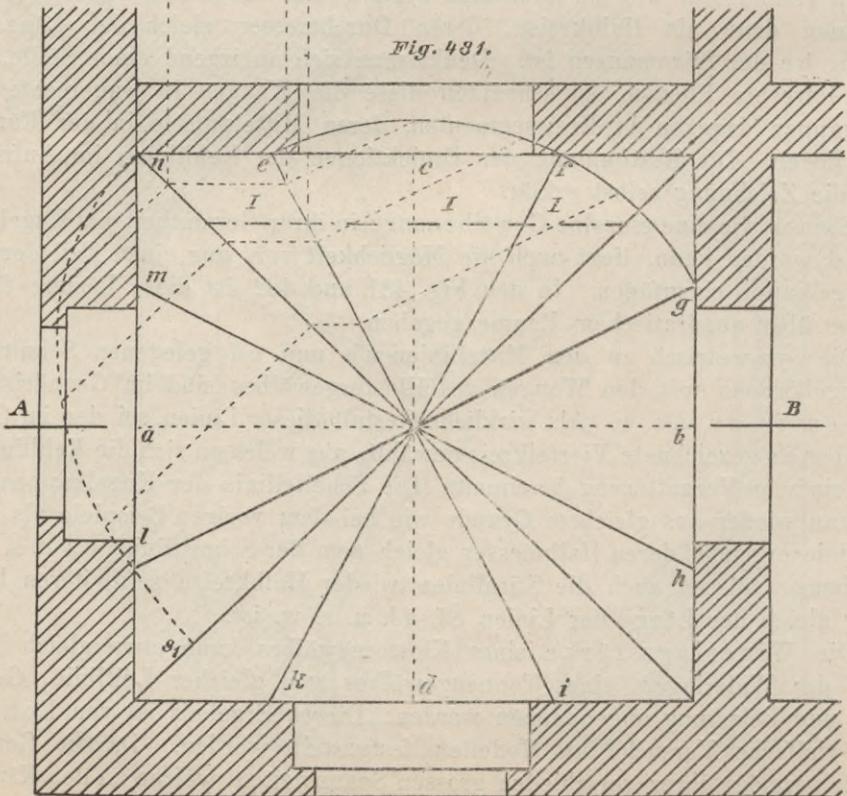


Fig. 481.



der Umfassungsmauern streng genommen ein anderes Maass darstellen und die äusseren Begrenzungslinien der Widerlagsmauern müssen deswegen als gekrümmte Linien erscheinen.

Für die praktische Ausführung eignet sich jedoch ein derartig geformter Widerlagskörper nicht und man setzt deswegen an Stelle desselben einen Mauerkörper rechteckigen Querschnittes, dessen Stärke, wie oben angegeben, $\frac{3}{4}$ der für Tonnengewölbe erforderlichen Widerlagsstärke beträgt.

Die Gewölbstärke könnte ebenso von den Kämpferpunkten der Kehllinien nach dem Gewölbescheitel stetig zunehmen, doch stehen dieser Anordnung gleiche praktische Bedenken entgegen, wie einer ungleich grossen Widerlagsstärke und man gibt deswegen den Wangen durchweg die gleiche Stärke wie den Tonnengewölben mit gleicher Leitlinie und Belastung.

Fügt man in ein Tonnengewölbe über langgestrecktem Raume an den Schmalseiten Gewölbewangen ein, deren Leitlinie ebenso geformt ist wie die des Tonnengewölbes, so entsteht ein

Muldengewölbe.

Die Anfallpunkte der Kehllinien der Stirnwalme sind dann stets die Endpunkte der Scheitellinie des Tonnengewölbes, gleichviel, ob die Stirnseiten rechtwinkelig oder schiefwinkelig zu den Langseiten des zu überwölbenden Raumes stehen und die wagerechten Projektionen der Kehllinien fallen zusammen mit den Halbierungslinien der Winkel an den Ecken des Raumes (vergleiche Fig. 483).

Hinsichtlich der Ausmittelung der Kehllinien, der Einfügung von Stichkappen, der Einrüstung und Einwölbung, sowie der Gewölb- und Widerlagsstärke gilt genau dasselbe, was beim einfachen Klostergewölbe und beim Tonnengewölbe gesagt wurde.

Die Figuren 484 und 485 veranschaulichen ein Muldengewölbe über rechteckigem Raume, in welches von den Langseiten ausgehende Stichkappen eindringen.

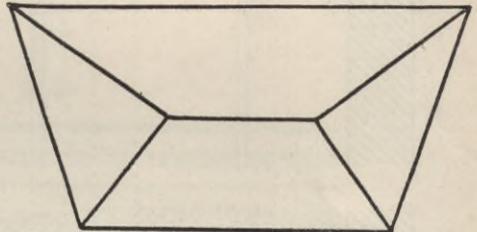
Denkt man sich ein Klostergewölbe durch eine wagerechte, zwischen der Kämpferebene und dem Scheitelpunkte befindliche Ebene geschnitten und den oberen abgeschnittenen Teil durch ein scheinrechtes Gewölbe ersetzt, so entsteht ein

Spiegelgewölbe.

Der Gewölbeschub desselben ist, wenn auch eine besondere Beschwerung des Spiegels durch Stützlast vermieden wird, sehr bedeutend, so dass die Widerlagsmauern entweder eine sehr grosse Stärke oder eine kräftige Verankerung, etwa nach Fig. 486 erhalten müssen.

Soll das Gewölbe verputzt werden, so kann man den unteren Teil desselben auch wohl ganz durch horizontale Auskrägung der Schichten nach Fig. 487 herstellen. Der Spiegel wird dann als flachgekrümmte Kappe zwischen die oberen Schichten der Auskrägung eingespannt.

Fig. 483.



Grössere Spiegelgewölbe über Treppenhäusern oder Sälen werden in neuerer Zeit meist unter Anwendung eines eisernen Tragegerippes ausgeführt, welches den einzelnen Gewölbeteilen als Widerlager dient.

Ein Beispiel hierfür geben die Figuren 488 bis 490.

Gleichlaufend mit den Begrenzungslinien des Spiegels werden gewalzte \perp -Träger a (bei sehr grossen Spannweiten genietete Träger) von Umfassungsmauer zu Umfassungsmauer verlegt, welche an den Kreuzungsstellen durch Winkeleisen und Nietung verbunden werden. Eine Teilung des Spiegels in kleinere Felder wird durch Querträger b erreicht, welche mit den Längsträgern ebenfalls durch Winkeleisen und Nietung verbunden werden. Der Spiegel wird entweder durch flache Kappen oder besser durch Kleinesche Deckenplatten

Fig. 485.

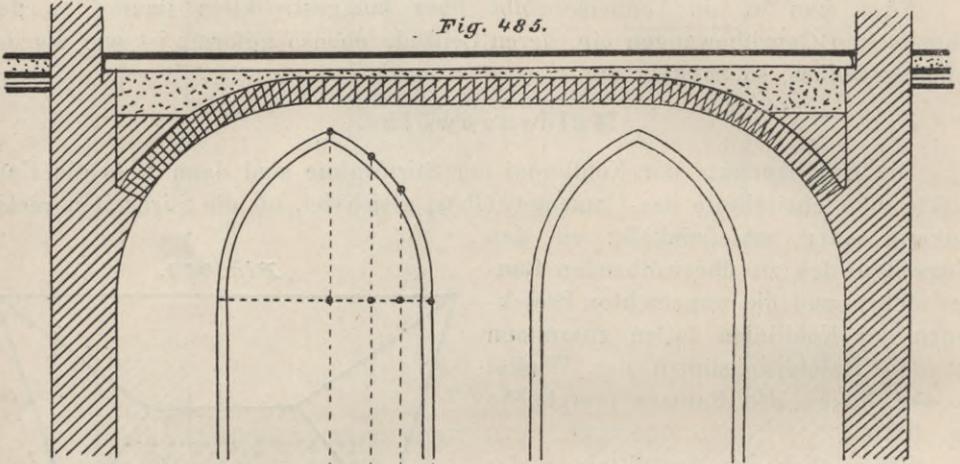
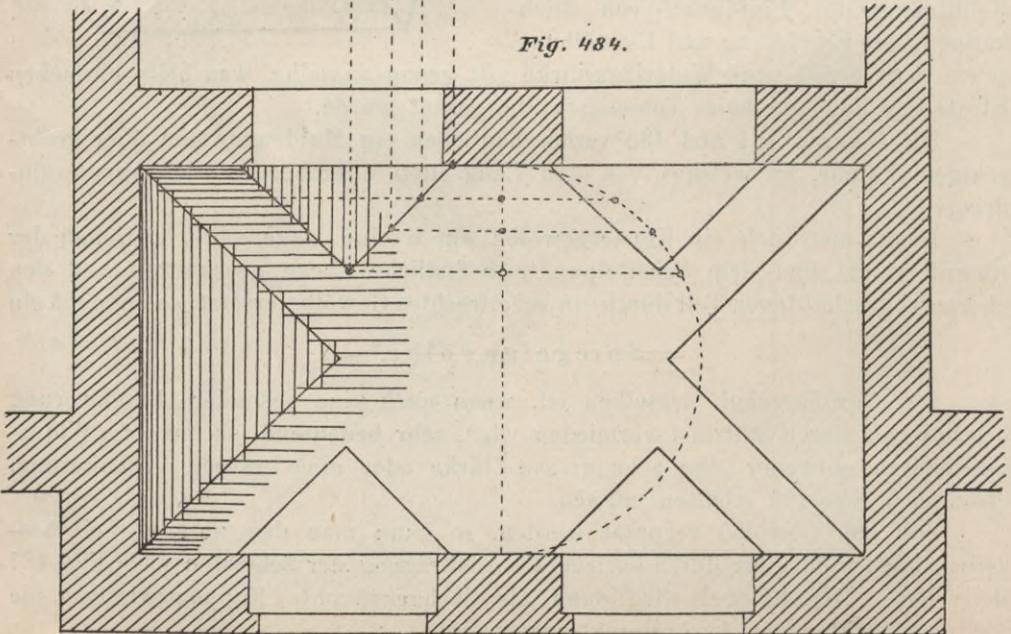
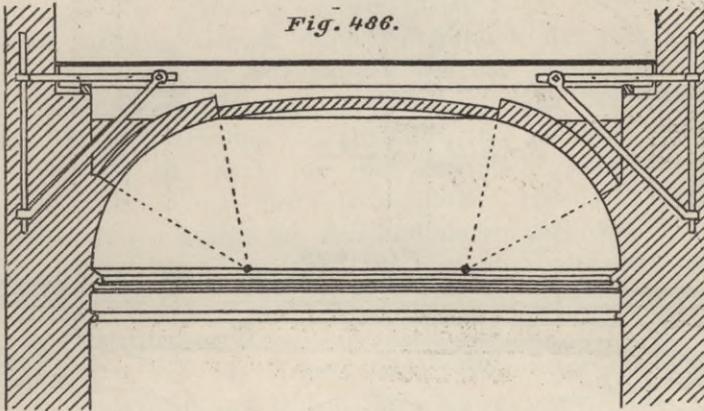


Fig. 484.

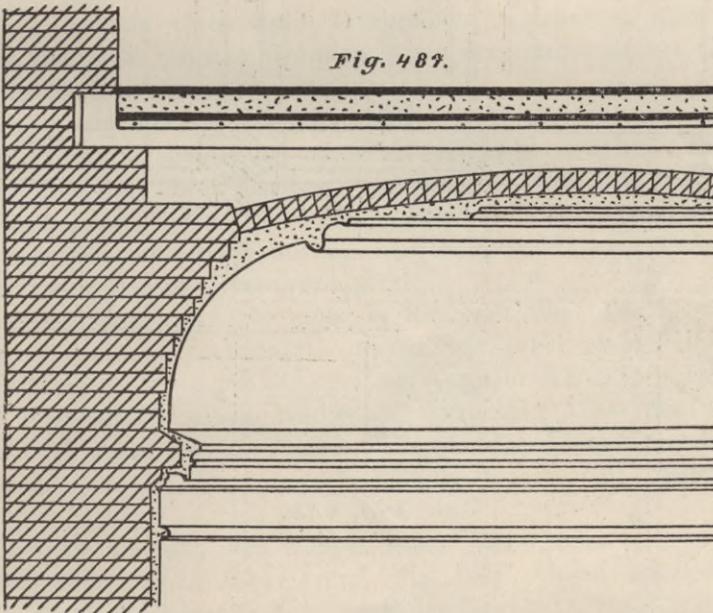


mit Bandeiseneinlagen unter Verwendung von Schwemmsteinen geschlossen, da diese keinen Seitenschub ausüben.

Ein sehr leichtes und reiches Aussehen erhalten die Spiegelgewölbe, wenn eine Auflösung der unteren Gewölbewangen in Lünetten und Walme vorge-



nommen wird. Durch eine entsprechende Bemalung der Gewölbeflächen kann die Wirkung der Decke eine weitere Steigerung erfahren, welche den höchsten Anforderungen zu entsprechen vermag.



In vorliegendem Falle sind Stichkappen gewählt, deren Durchdringungslinien mit den Gewölbewangen in der Grundrissprojektion sich als gerade Linien darstellen, welche unter 45° gegen die Umfassungsmauern gerichtet sind. Die Leitlinie der Gewölbewangen ist als Spitzbogenlinie angenommen, deren Mittelpunkt in *m* (Fig. 489) liegt, die Stirnlinie der Stichkappen dagegen als Halb-

Fig. 490.

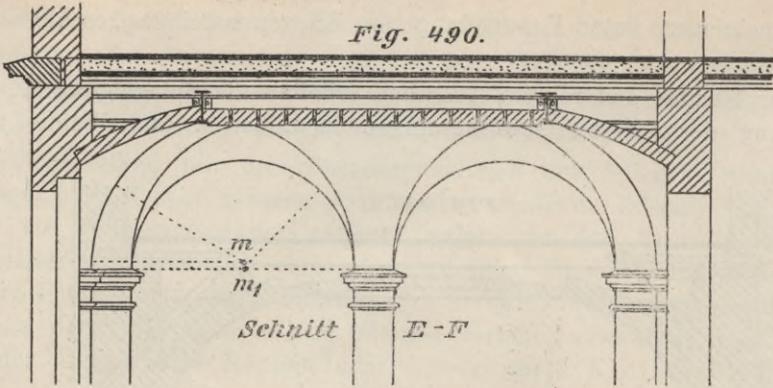
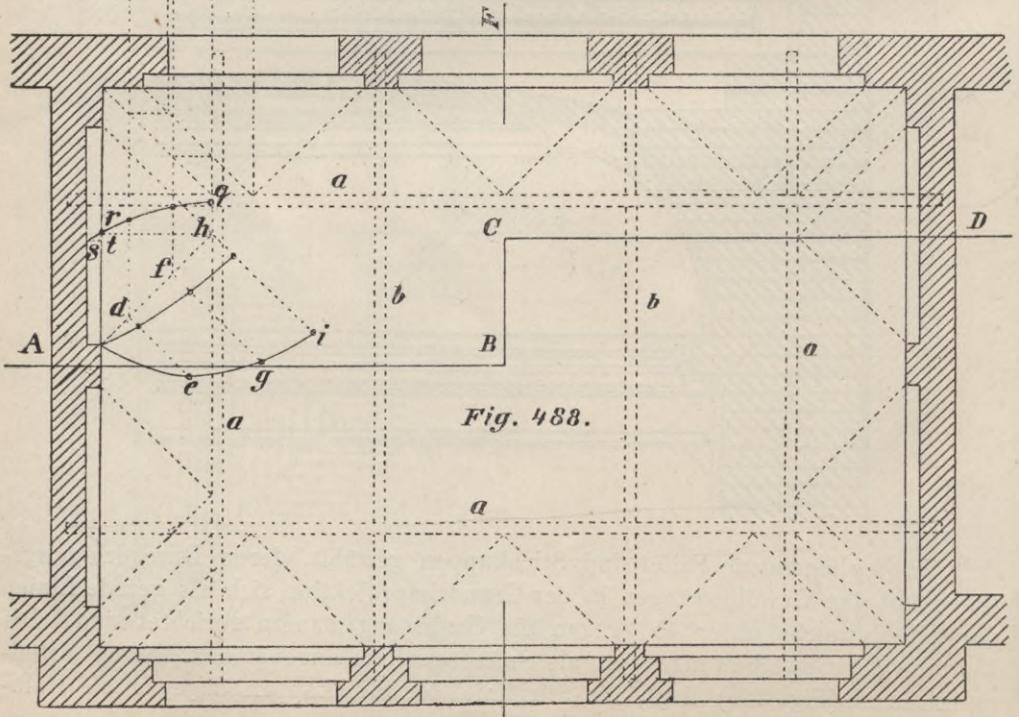
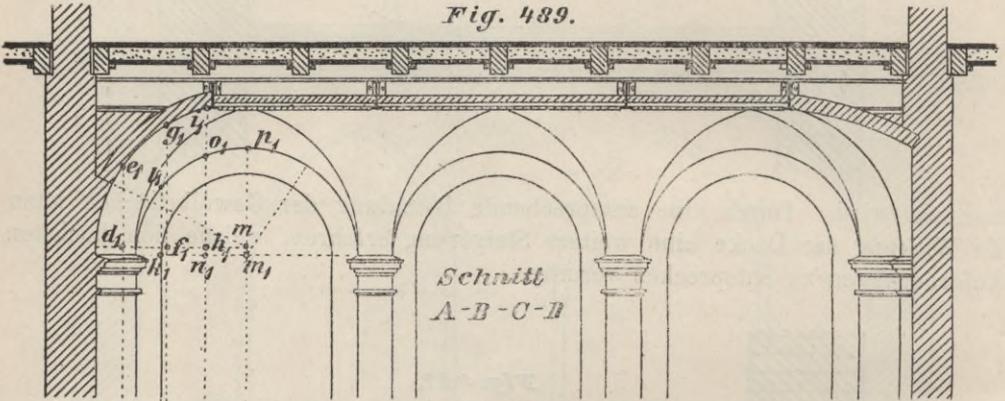


Fig. 489.



kreis. Aus dieser Annahme folgt, dass die Durchdringungslinien elliptische Bogen sind, welche sich aus den Höhenloten

$$de = d_1 e_1$$

$$fg = f_1 g_1$$

$$hi = h_1 i_1$$

ableiten und dass die Scheitellinien der Stiehkappen gekrümmte Linien sein müssen, deren wirkliche Gestalt durch Subtraktion der Höhenlote $k_1 l_1$, $n_1 o_1$ und $m_1 p_1$ der Stirnlinie der Stiehkappen von den zugehörigen Loten de , fg und hi der Durchdringungslinie erhalten wird. Um in der Laibung der Stiehkappe keinen Knick zu erhalten, ist anzuraten, die Richtung, welche durch die Scheitellinie gegeben ist, auch für die Wandnische beizubehalten, also die Scheitellinie qr über r hinaus bis s fortzuführen. Hierdurch werden natürlich auch die Kämpferlinien, welche der Scheitellinie parallel sind, dieselbe Richtung erhalten und dadurch der Mittelpunkt m_1 der Stirnlinien um das Stück $m_1 m = rt$ tiefer liegen als die Kämpferpunkte der Durchdringungslinien.

d) Kuppelgewölbe mit den Nebenformen Hängekuppeln, Ellipsoidisches Gewölbe und Böhmisches Kappengewölbe.

Die Laibungsfläche eines Kuppelgewölbes kann man sich dadurch entstanden denken, dass eine gesetzmässig gebildete ebene Kurve um eine in ihrer Ebene liegende lotrechte Achse so gedreht wird, dass die Kurve während der Drehung der Achse die konkave Seite zuwendet. Jeder Punkt der Kurve muss hiernach während der Drehung einen Kreis beschreiben, welcher in einer wagerechten Ebene liegt und aus gleichen Gründen muss der Grundriss der Laibungsfläche ebenfalls ein Kreis sein.

Ist die erzeugende Kurve ein Viertelkreis, so entsteht eine Halbkugelfläche. Ein solches Gewölbe bezeichnet man als Kugelgewölbe. Da jedoch ein solches Gewölbe, von unten gesehen, wie ein gedrücktes Ellipsoid erscheint, so gibt man dem erzeugenden Viertelkreise entweder eine lotrechte Verlängerung über den Kämpferpunkt nach unten, oder man wählt eine überhöhte Ellipse oder einen Spitzbogen als Erzeugende.

Die Einwölbung geschieht meist in Ringschichten. Die Lagerfugen bilden hierbei den Teil eines Kegelmantels, dessen Spitze bei einer halbkugelförmigen Kuppel im Mittelpunkte der Halbkugel, bei Kuppeln mit elliptischem oder spitzbogigem Querschnitt in einem Punkte der lotrechten Achse liegt und zwar für jede Schicht in einem anderen Punkte. Die Stossfugenflächen gehören lotrechten Meridianebenen an, so dass jeder Wölbstein eine doppelt keilförmige Gestalt erhält.

Gehört die Laibung der Kuppel einer Kugelfläche an, so benutzt man beim Wölben eine sogen. Leier (vergl. Fig. 493). Diese, aus einer etwa 5 cm starken runden Holzleiste von der Länge des Gewölbehalmessers bestehend, ist an ihrem unteren Ende genau im Mittelpunkte des Gewölbes mittels eines nach jeder Richtung drehbaren Gelenkes auf dem Kopfe eines gut verspreizten Bockgerüsts befestigt. Die im Innern des Gewölbes stehenden Maurer schieben die Steine bis an die Spitze der Leier, um die innere Kugelfläche, sowie die Richtung der Lager- und Stossflächen der Wölbsteine genau herzustellen.

Sind beim Einwölben mehrere Arbeiter beschäftigt, so kann von jedem derselben statt der Leier eine an dem Kugelgelenke des Bockgerüsts befestigte Schnur oder besser ein schwaches Drahtseil von der genauen Länge des Gewölbehalmessers als Richtschnur für die Lager- und Stossfugen benutzt werden. Bei Kuppelgewölben, für deren Erzeugende der Mittelpunkt ausserhalb der lotrechten Gewölbeachse liegt, wird an Stelle der Leier oder Schnüre ein um die lotrechte Gewölbeachse drehbarer Lehrbogen benutzt.

Um die dem Scheitel des Gewölbes naheliegenden Steine, deren Lagerflächen immer mehr eine lotrechte Lage annehmen, vor dem Abrutschen aus dem Mörtelbett zu sichern, hält man sie mit einer Schnur fest, welche um einen in eine tiefer liegende Fuge des Gewölberückens eingetriebenen Nagel gewickelt und durch einen am anderen Ende befestigten, in den Gewölberaum herabhängenden Ziegelstein angespannt ist. Da jede Schicht der Teil eines Kegels mit nach dem Gewölbemittelpunkt gerichteter Spitze, also gewissermassen ein nach unten gerichteter Keil ist, so kann nie ein Stein abrutschen, sobald ein Ring vollständig geschlossen ist. Aus diesem Grunde kann mit dem Einwölben in jeder beliebigen Höhenlage aufgehört werden und man benutzt diese Möglichkeit häufig dazu, um eine Scheitelöffnung zum Zwecke der Lichteinführung in den überwölbten Raum von oben zu belassen. Diese Oeffnung wird durch einen gemauerten Kranz oder mittels Werkstein eingefasst. Häufig ist über diesem Kranze eine cylindrische Aufmauerung, eine sogen. Laterne (vergl. A bei Fig. 503) vorhanden, in deren Laibungsfläche Lichtöffnungen angebracht sind. Dieser Aufbau kann ebenfalls durch eine Kuppel oder in anderer Weise überdeckt werden.

Die Laibungsflächen der Kuppelgewölbe werden vielfach durch die schon beim Tonnengewölbe erwähnten Kassetten gegliedert. In der Nähe des Gewölbescheitels, im sogen. Nabel oder Spiegel des Gewölbes, lässt man die hier zu klein erscheinenden Kassetten meistens fehlen und schmückt diesen Teil dann auf andere Weise durch Stuck oder Bemalung.

Die Ausmittlung der Kassetten und der dieselben trennenden Stege kann nach Fig. 491 und 492 auf folgende Weise vorgenommen werden.

Auf dem Kreise AA, welcher der Oberkante d des Kassettensockels entspricht, wird die Teilung der unteren Kassettenreihe und der Kassettenstege vorgenommen. Die Meridianschnitte ma , mb , mc u. s. w. bestimmen dann die Richtung der Stege in der Grundrissprojektion. Zur Festlegung der Aufrisse der Kassetten und Stege auf der Laibungsfläche der Kuppel, deren Erzeugende hier als ein aus m_1 beschriebener Kreisbogen angenommen ist, beschreibt man im Grundrisse mit einem beliebigen Halbmesser me um m den Kreisbogen ef und verlängert die Strahlen ma , mb , mc u. s. w. bis zu ihrem Schnitte mit diesem Kreisbogen. Senkrechte von diesen Schnittpunkten g , h , i u. s. f. gegen die Strahlen gerichtet ergeben in ihren Schnitten k , l , n u. s. f. die Mittelpunkte von Kreisen, welche die Strahlen berühren und zugleich in kg , lh und ei die Halbmesser R und r dieser Kreise. Alsdann wird in der Meridianebene $m_1 o$ die Länge $m_1 o = me$ aufgetragen und in o auf $m_1 o$ das Lot op errichtet. Durch die Oberkante d des Kassettensockels wird hierauf der Strahl $m_1 d$ gezogen und an beliebiger Stelle der Verlängerung desselben ein Lot $qs = R$ errichtet. Zieht man durch den Endpunkt s dieses Lotes die Parallele zu $m_1 q$, so trifft dieselbe die Linie op im Punkte s_1 . Der um s_1 mit R beschriebene

Fig. 493.

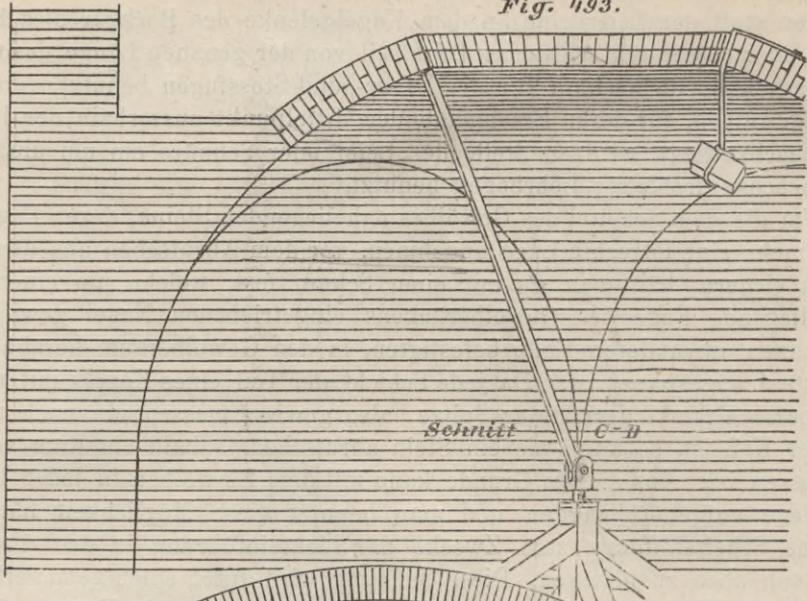


Fig. 494.

Schnitt A-B

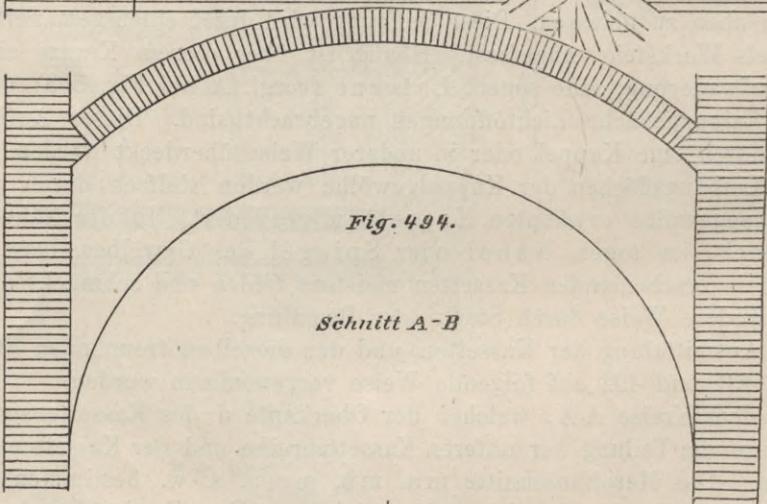
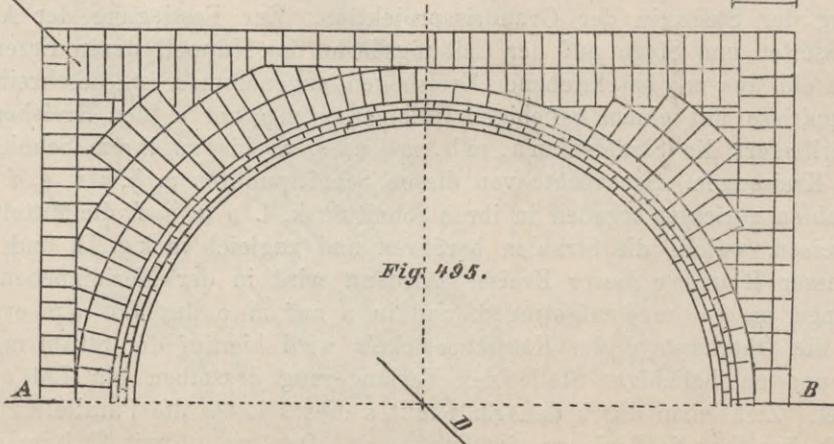


Fig. 495.



Kreis ist dann massgebend für die Höhe der ersten Kassettenreihe und es muss $m_1 q$ eine Tangente an diesem Kreis sein, welche mit einer zweiten von m_1 an den Kreis gezogenen Tangente $m_1 t$ auf der Erzeugenden die Höhe $d v$ der ersten Kassettenreihe bestimmt.

Die nun folgende Steghöhe wird in analoger Weise dadurch festgelegt, dass in einem beliebigen Punkte der Tangente $m_1 t$ das Lot $t n = r$ errichtet und durch den Endpunkt n dieses Lotes die Parallele zu $m_1 t$ bis zum Schnittpunkte n_1 mit $o p$ gezogen wird; n_1 ist dann Mittelpunkt eines mit r zu schlagenden Kreises. Eine von m_1 an diesen Kreis gezogene Tangente schneidet die gesuchte Steghöhe $v w$ auf der Erzeugenden der Kuppel ab.

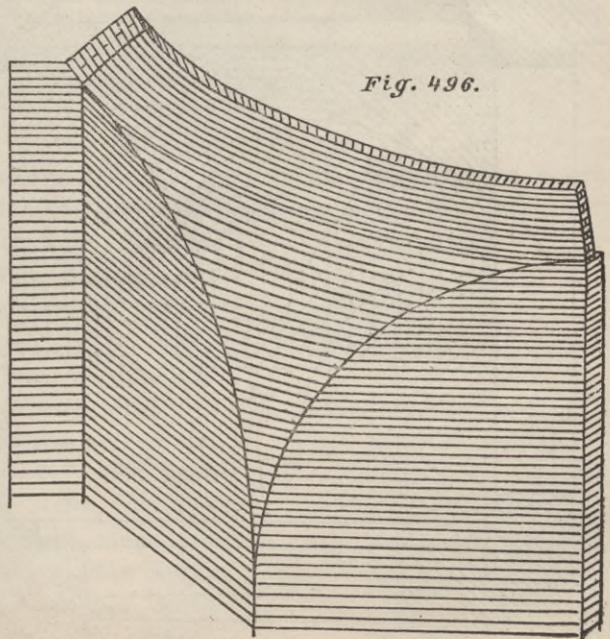
Fährt man in der Bestimmung aller folgenden Kassetten- und Steghöhen in gleicher Weise fort, so erhält man der Reihe nach die weiteren Punkte x , y und z auf der Kuppelerzeugenden. Die Festlegung der Quer- und Längsstege und hiermit die Gestaltung sämtlicher Kassetten im Grundrisse ergibt sich dann durch einfache Projektion der Punkte d , v , w u. s. w. auf die Linie $m e$ und unter Beobachtung des Umstandes, dass die Querstege zentral, die Längsstege dagegen konzentrisch verlaufen müssen. Aus dem Grundrisse ist dann ebenso der Aufriss der Kassetteilung ohne Schwierigkeit abzuleiten.

Ebenso wie über cylindrischem Unterbau kann man die Kuppelgewölbe auch über quadratischem, sowie jedem anderen regelmässigen Vielecke konstruieren, in welchem Falle der Uebergang aus dem Vier- oder Vieleck in ringförmige Widerlager durch besondere Gewölbeteile, die Gewölbezwickel oder Pendentifs bewirkt wird. Solche Gewölbe nennt man

Hänge- oder Stutzkuppeln.

Durch die Figuren 493 bis 495 ist eine Hängekuppel wiedergegeben, bei welcher die Zwickel durch wagerecht vorgekragte Schichten mit zentral gerichteten Stossfugen gebildet sind.

Durch ein derartiges Auskragen der Zwickel wird das Bestreben hervorgerufen, dass die Schichten sich nach dem Innern des Raumes senken wollen. Da diese Zwickel aber das Widerlager für die obere Kalotte des Kugelgewölbes bilden und das Gewicht dieser Kugel nach aussen drängt, so wird wegen der geringeren Schwere der Kalotte gegenüber der des Zwickelmauerwerks die Resultierende aus den nach innen und aussen wirkenden Kräften jedenfalls nicht nach aussen gerichtet sein. Ein Ausweichen nach innen ist



aber nicht zu erwarten, weil jede Schicht einen voll geschlossenen Ring bildet und es wird mithin auf die Umfassungsmauern bei derartig ausgeführten Gewölben kein Seitenschub, sondern nur ein lotrechter Druck ausgeübt.

Eine isometrische Ansicht des Ueberganges aus dem Viereck in die Kreisform der Kalotte veranschaulicht Fig. 496.

Die Figuren 497 und 498 zeigen eine Hängekuppel in Grundriss und Querschnitt, bei welcher die Zwickel und die Kalotte in schwalbenschwanzförmigen

Fig. 497.

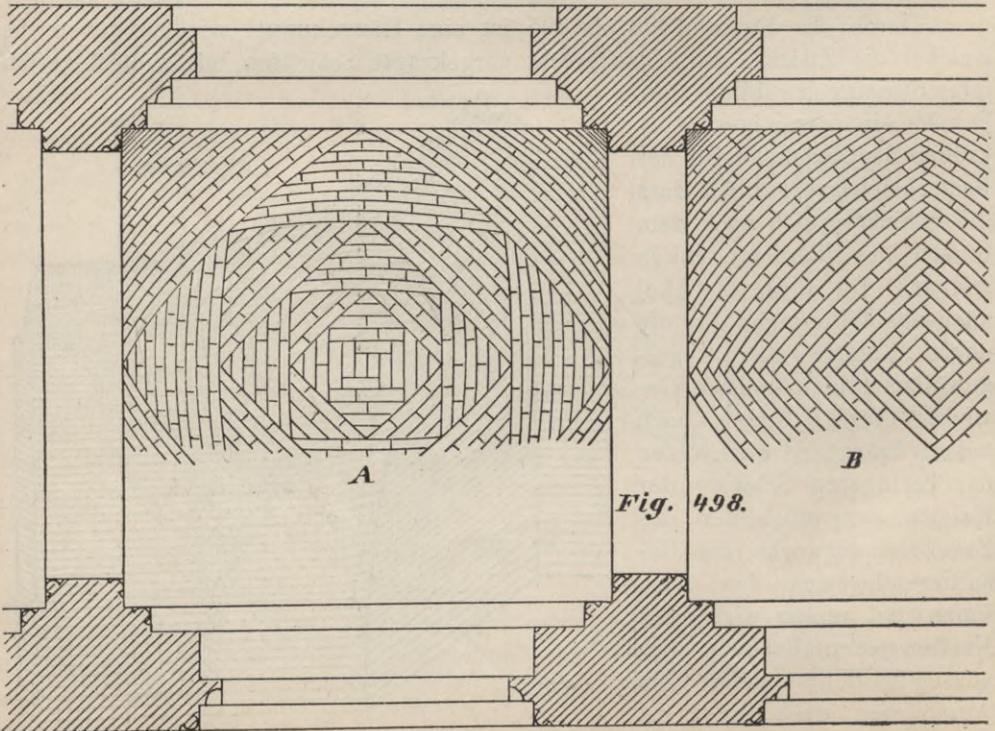
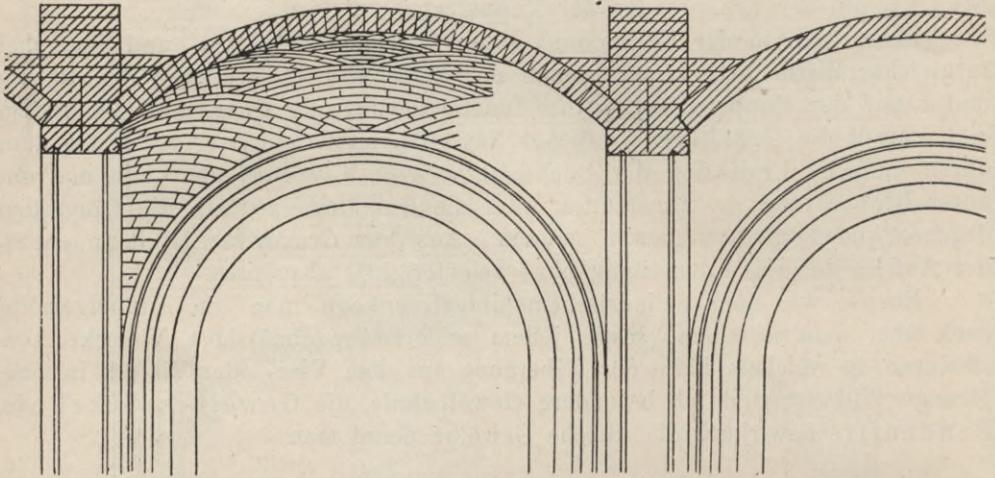
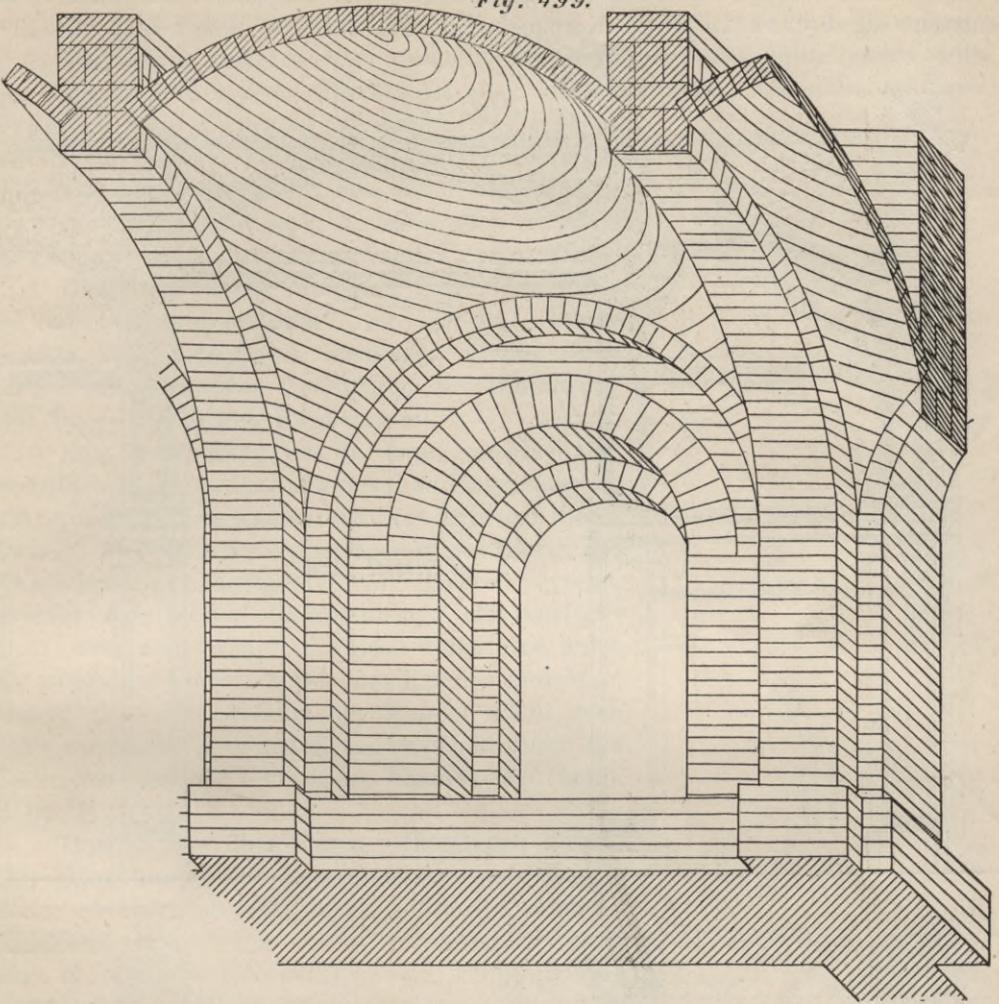


Fig. 498.

Fig. 499.



Schichten gemauert sind. Bei A (Fig. 498) sind die Schichten abwechselnd normal auf den Diagonalbogen und den Scheitelbogen angenommen. Hierdurch wird eine reiche dekorative Wirkung hervorgerufen und es eignet sich deswegen diese Wölbungsart vornehmlich für Gewölbe, die unverputzt bleiben sollen.

Werden die Kuppeln in Ringschichten gemauert (Fig. 499), so bereitet der Schluss des Gewölbes wegen der hier starken Krümmung der Schichten Schwierigkeiten. Man hilft sich dann dadurch, dass man in solcher Höhe, wo das Wölben in Ringschichten sich nicht mehr gut durchführen lässt, einen $\frac{1}{2}$ Stein breiten Kranz einwölbt und den Schluss des Gewölbes durch Schwalbenschwanzschichten bewirkt (Fig. 500).

Fig. 500.



Wird oberhalb der Gewölbezwickel eine volle Halbkugel aufgesetzt, so entsteht die byzantinische Kuppel (Fig. 501 bei C). Wählt man als Er-

Fig. 501.

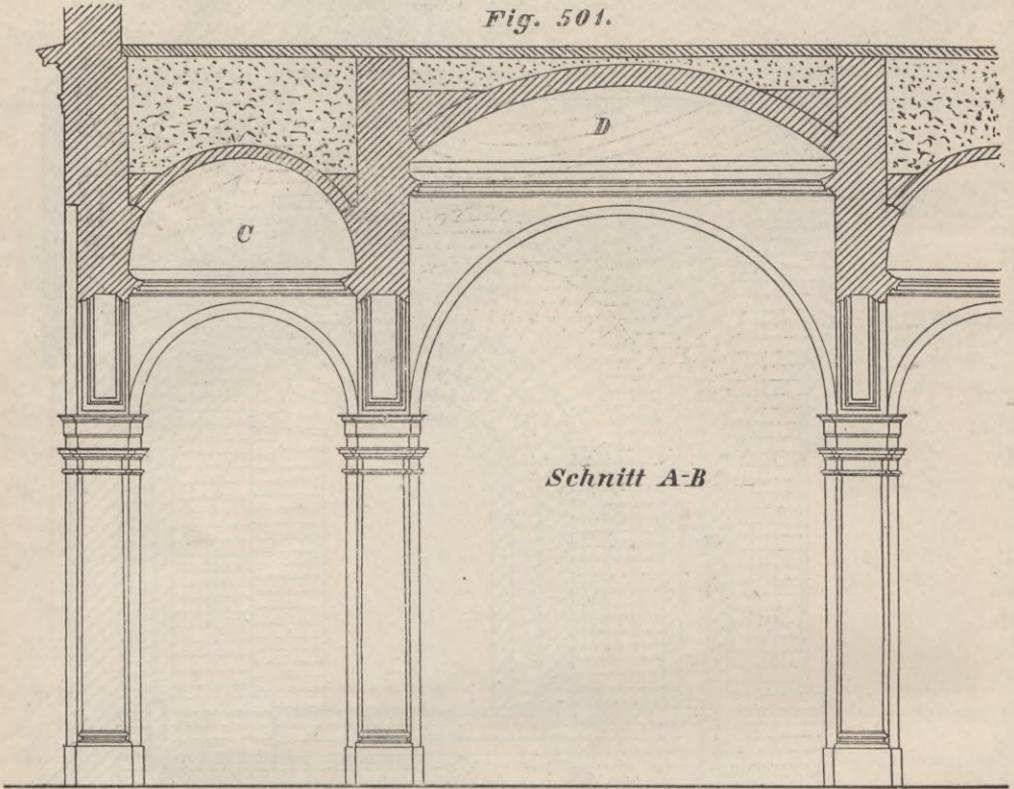
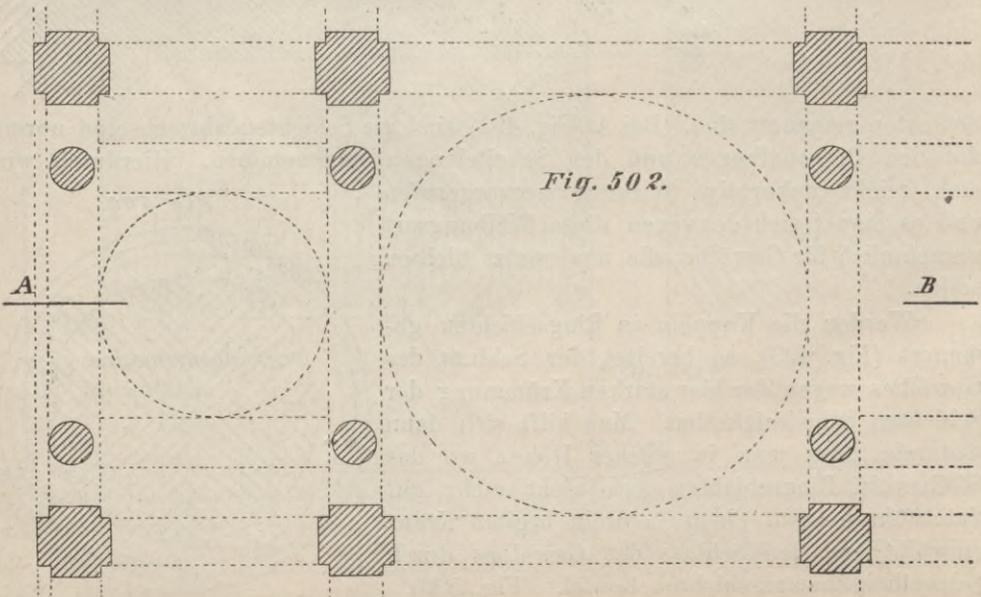


Fig. 502.



zeugende der Laibungsfläche der Oberkuppel einen Flachbogen, so entsteht eine Flachkuppel (Fig. 501 bei D).

Fügt man zwischen dem unteren, die Gewölbezwickel enthaltenden Teile der Hängekuppel und der Oberkuppel einen lotrechten cylindrischen Mauerkörper, Trommel oder Tambour genannt (vergl. Fig. 503 bei T), ein, welcher als Leitlinie den Grundkreis G (Fig. 504) zugewiesen erhält, so entsteht die Hängekuppel mit Tambour, die man auch wohl als Renaissancekuppel bezeichnet.

Die Höhe dieses Tambours kann, der architektonischen Durchbildung der ganzen Anlage gemäss, sehr verschieden ausfallen. Häufig dient er zur Aufnahme von Oeffnungen zur Einführung von Tageslicht in den Kuppelraum.

Zur Vermeidung des in eine Schneide auslaufenden Ansatzes der Endzwickel bei Hängekuppeln über quadratischem Raume, wird als Anfänger dieser Zwickel zweckmässig ein grösserer, der Form des Zwickelanfanges nachgestalteter Quader versetzt, welcher dem ersten Backsteinringe als Auflager dient, oder man stumpft die Ecke durch eine unter 45° gegen die Umfangsseiten des Raumes gerichtete Mauer ab. Als Leitlinie der Kuppel wählt man dann zweckmässig einen Kreis, welcher durch die Ecken des nunmehr achtseitigen Raumes geht (vergl. H bei Fig. 504).

Ordnet man über einem rechteckigen Raume eine Hängekuppel an, deren Laibung einer Kugelfläche angehört, so erhält man Schildbogen von verschiedener Höhe. Um dieses zu vermeiden, kann man an Stelle der Kugelfläche ein Ellipsoid verwenden und erhält so das

elliptische Gewölbe,

welches durch Drehung einer Ellipse um ihre grosse Achse entstanden gedacht werden kann. Während dieser Drehung wird jeder Punkt der Ellipse sich auf einem Kreise bewegen müssen, dessen Halbmesser gleich dem lotrechten Abstände des Punktes von der grossen Achse ist und es werden mithin

Schnittebenen in senkrechter Richtung gegen die grosse Achse geführt, die Gewölbelaibung in Halbkreisen schneiden, deren Kämpferpunkte und Mittelpunkte in der Kämpferebene des Gewölbes liegen. Die Lagerfugenkanten der einzelnen Schichten sind dann Ellipsen, welche durch Schnitte wagerechter Ebenen mit der Gewölbelaibung erhalten werden. Eine solche Ebene, durch die Kämpferpunkte *a b c d* des Gewölbes (Fig. 506) gelegt, wird mithin eine Ellipse ergeben, welche dem Grundriss des Raumes umgeschrieben ist. Zur Bestimmung dieser Ellipse

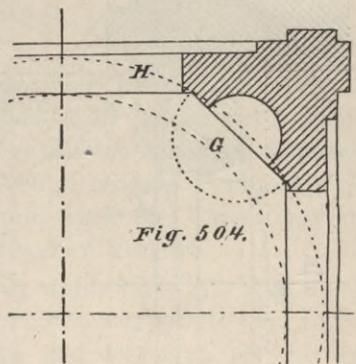
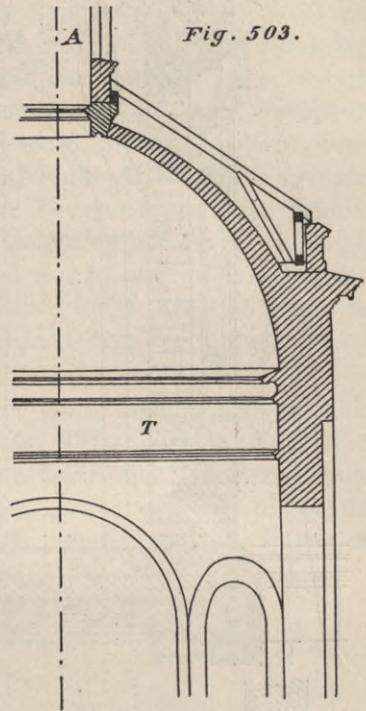
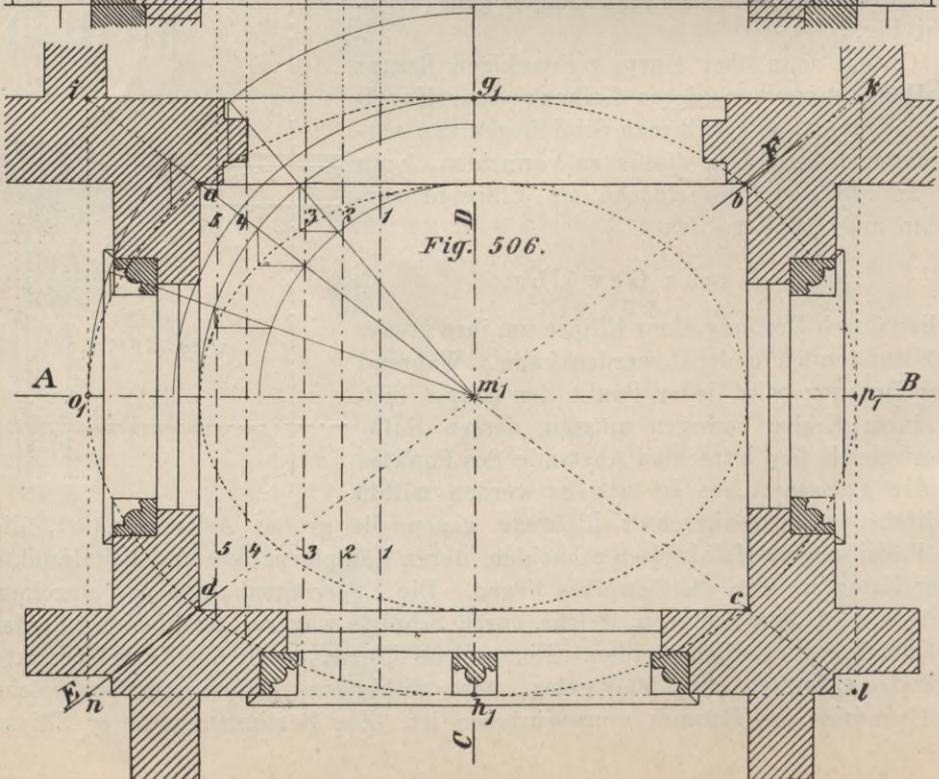
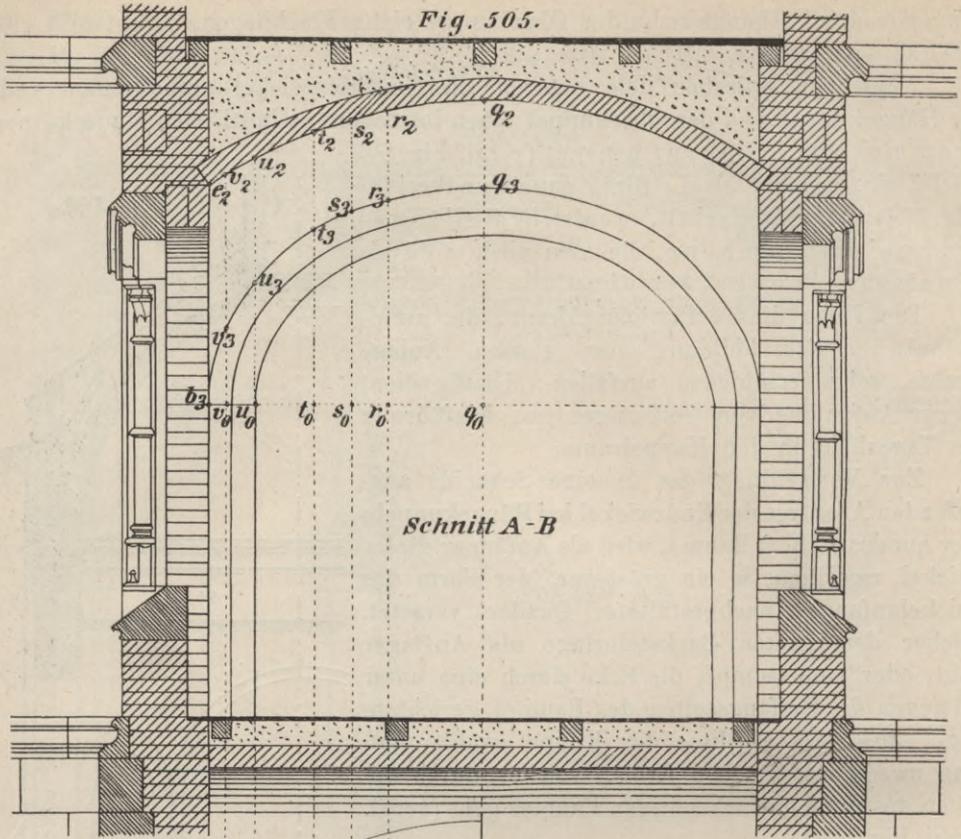


Fig. 505.



zeichne man zunächst in Fig. 508 den Querschnitt durch das Gewölbe in der Richtung der kleinen Achse CD (vergl. Fig. 506). Der Schildbogen ad erscheint dann als Halbkreis geschlagen mit $\frac{ad}{2}$ um den in der Kämpferebene liegenden Mittelpunkt m . Der Scheitelpunkt e des Schildbogens gibt dann zugleich die Höhenlage des Scheitelpunktes f für den Schildbogen der Langseite an und es ist also mf der Radius des kreisbogenförmigen Gewölbesechnittes $C—D$. Vervollständigt man diesen Kreisbogen bis zu seinem Schnitte mit der Kämpferebene, so gibt mg die Länge der halben kleinen Achsen der gesuchten Ellipse an. Ueberträgt man diese Länge in den Grundriss (Fig. 506) nach $m_1 g_1$ und $m_1 h_1$, zieht durch die Endpunkte g_1 und h_1 Parallele zu den Seiten ab und cd , bis die Diagonalen des Raumes in i, k, l und n getroffen werden, und ebenso durch diese Schnittpunkte Parallele zu ad und bc , so begrenzen die letzteren auf der in m_1 gegen $g_1 h_1$ errichteten Senkrechten die grosse Achse $o_1 p_1$ der Ellipse. Die Zeichnung der letzteren selbst kann dann auf bekannte Weise unter Zubilfenahme von Kreisen erfolgen, welche um m_1 mit der halben kleinen und der halben grossen Achse geschlagen sind.

Um nun den Längenschnitt $A—B$ oder irgend einen anderen Höhengschnitt darzustellen, verwendet man mit Vorteil lotrechte Hilfsebenen 1, 2 u. s. f., welche senkrecht zur grossen Achse stehen. Diese schneiden die Gewölbelaibung in Halbkreisen, die Scheitellinie in den Punkten q, r, s, t u. s. f. und die Schildmauern in den Punkten f, r_1, s_1, t_1 u. s. f. — Durch Uebertragung der Höhenlote

$$m e = e_0 e_2$$

$$m v = v_0 v_2$$

$$m u = u_0 u_2 \text{ u. s. w.}$$

beziehungsweise

$$a v_1 = v_0 v_3$$

$$a u_1 = u_0 u_3$$

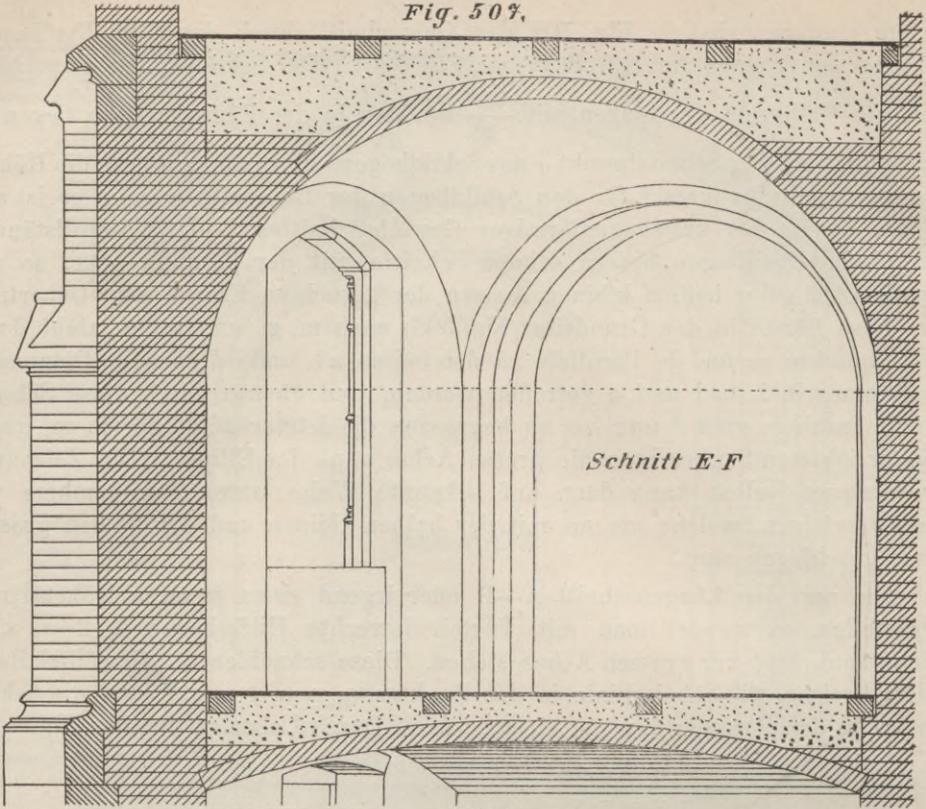
$$a t_1 = t_0 t_3 \text{ u. s. w.}$$

aus Fig. 508 nach Fig. 505 und durch Verbindung der Endpunkte e_2, v_2, u_2 u. s. w. beziehungsweise e_3, v_3, u_3 u. s. w. mittels stetig gekrümmter Linien erhält man die Gestaltung der Scheitellinie und des Schildbogens der Langseite des Raumes. Auf analoge Weise kann jeder beliebige andere Punkt der Gewölbelaibung festgelegt werden und es wird somit auch die Darstellung des Schnittes $E—F$ (Fig. 507) keine weiteren Schwierigkeiten bereiten.

Die Lagerfugenflächen der Ringschichten bilden windschiefe Flächen, welche durch gerade Linien erzeugt werden, die in jedem Punkte der elliptischen Lagerfugenkante normal zur Laibung der Kuppel stehen und deswegen verschiedene Neigung zur Kämpferebene haben. Durch entsprechende stärkere oder schwächere Gestaltung der Mörtelfuge kann das Windschiefe der Lagerflächen ohne besonderen Nachteil für die Güte der Ausführung ausgeglichen werden.

Für die Bestimmung der Gewölbstärke der Kuppelgewölbe können die folgenden empirischen Regeln der vorzunehmenden statischen Untersuchung zu Grunde gelegt werden:

Fig. 507.



Schnitt E-F

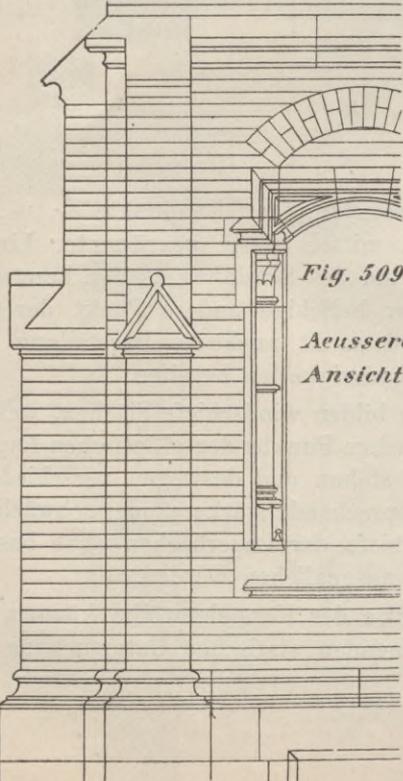


Fig. 509.

Aeußere
Ansicht g

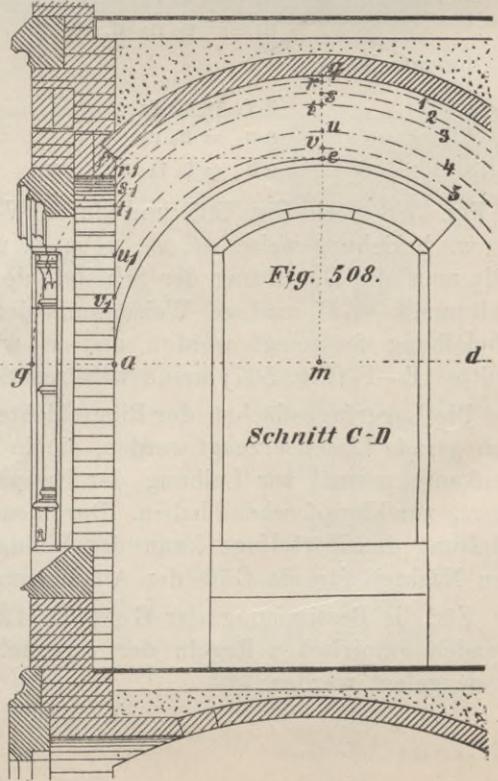


Fig. 508.

Schnitt C-D

Spannweite	Gewölbstärke	
	im Scheitel	am Kämpfer
bis 4 m	$\frac{1}{2}$ Stein	$\frac{1}{2}$ Stein
bis 6 m	1 „	1 „
bis 8 m	1 „	$1\frac{1}{2}$ „

Die Ermittlung der Widerlagsstärke hat ebenfalls durch Stabilitäts-Untersuchung in jedem besonderen Falle zu geschehen.

Nach Rondelet sollen die Widerlager halb so stark wie die des Tonnengewölbes, also gleich $\frac{1}{8}$ der Spannweite sein.

Nimmt man an, dass über einem beliebig gestalteten Raume ein Kugelgewölbe ausgeführt sei, dessen grösster, in wagerechter Ebene liegender Kugelkreis nicht, wie bei der Hängekuppel, durch die Ecken der Grundrissfigur geht, sondern ganz ausserhalb dieser Figur liegt, so erhält man das

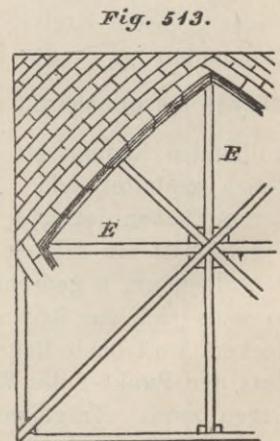
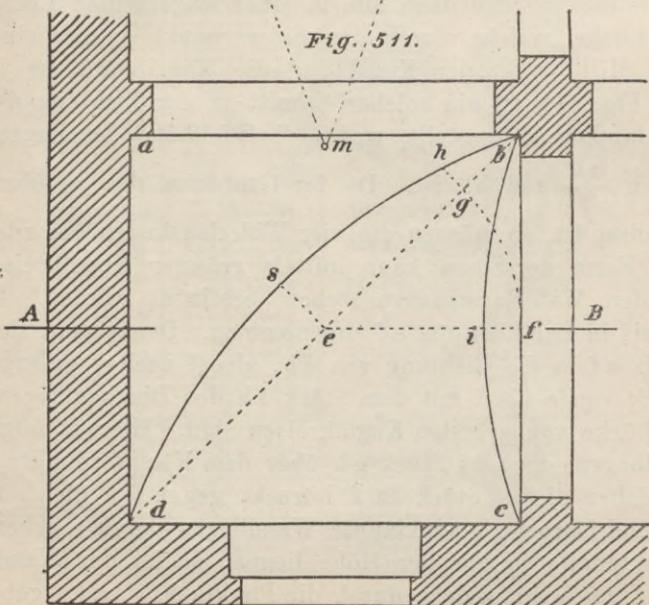
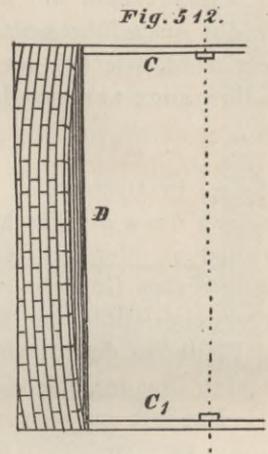
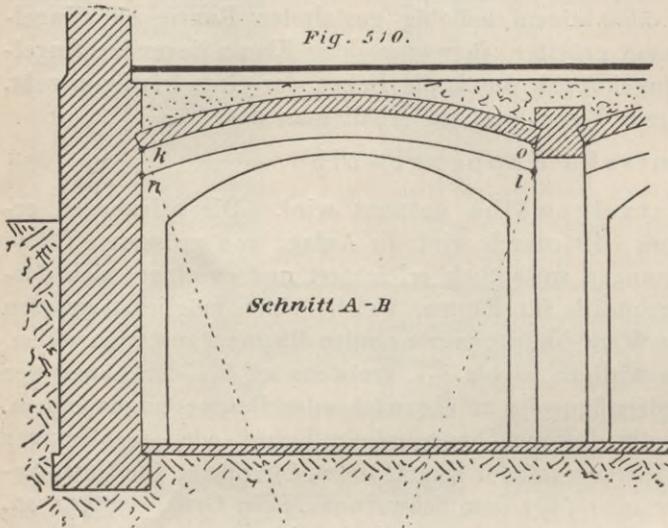
böhmische Kappengewölbe,

welches in Oesterreich Platzelgewölbe genannt wird. Die Stirnbogen erscheinen dann als Flachbogen. Hierdurch wird die Anlage von grösseren Thür-, Gurtbogen- oder Fensteröffnungen wesentlich erleichtert und es eignet sich deswegen dieses Gewölbe vornehmlich für Räume, welche einen möglichst grossen Luftraum erhalten und freien Verkehr mit angrenzenden Räumen gestatten sollen. Die Pfeilhöhe des Gewölbes wird zu $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{12}$, meistens zu $\frac{1}{10}$ der Länge der grössten Diagonale der Grundrissfigur des zu überwölbenden Raumes angenommen.

Handelt es sich um die Ueberwölbung quadratischer oder rechteckiger Räume, so nimmt man den Mittelpunkt der Kugel, deren Oberfläche die Gewölbe-laibung bildet, lotrecht unter oder über dem Schwerpunkte der Grundrissfigur an. Die Kämpferpunkte des Gewölbes werden dann alle in einer wagerechten Ebene liegen und jede lotrechte Ebene, welche durch den Schwerpunkt gelegt wird, schneidet daher auch den Mittelpunkt der Kugel und die Kugeloberfläche in einem grössten Kreise. In Fig. 511 ist ein solcher Schnitt in der Richtung der Diagonalen bd in der Umklappung dargestellt, wobei die Pfeilhöhe des Bogenstückes bd annähernd gleich $\frac{bd}{8}$ gewählt ist. Da der Grundriss des zu überwölbenden Raumes ein Quadrat ist, so müssen die vier Widerlagsbogen einander gleich gestaltet sein. Die Form derselben kann mittels grösster Kugelkreise, deren Ebenen lotrecht zu den Widerlagsmauern stehen, bestimmt werden. In Fig. 511 ist ein solcher Kreis in der Richtung ef angenommen. Denkt man sich denselben um e gedreht, bis ef in die Richtung von eb , also f nach g gelangt, so muss sich das Bogenstück von e bis f mit dem Stück sh des Diagonalbogens decken, weil beide Bogen Stücke von grössten Kugelkreisen sind. Hieraus folgt, dass der Punkt f des Wandbogens um das Stück gh über dem Kämpferpunkte b liegen muss. Trägt man daher dieses Stück in f lotrecht gegen bc gleich fi an, so muss der in der Grundrissebene umgeklappte Wandbogen durch i gehen. Da ferner die Kämpferpunkte alle in gleicher Höhe liegen, so ist der Wandbogen als Kreisbogenlinie zu zeichnen, welche durch die Punkte b , i und c geht.

Ein Höhengschnitt, in der Richtung A—B geführt, schneidet die Laibungsfläche wiederum in einem grössten Kreise und es muss demnach der Radius mk , mit welchem die innere Gewölbelaibung in Fig. 510 geschlagen ist, gleich dem Radius des Diagonalbogens sein. Da ferner die Wandebene ab parallel zu der Schnittebene AB verläuft, so wird durch beide Ebenen die Kugelfläche in konzentrischen Kreisen geschnitten und es muss mithin der Wandbogen ln in Fig. 510 aus demselben Mittelpunkte m wie der Schnittbogen ko und mit einem Halbmesser gleich dem Halbmesser des in Fig. 511 dargestellten Wandbogens geschlagen werden.

Die Einwölbung geschieht entweder in ringförmigen Schichten oder auf Rutschbogen oder auf den Schwalbenschwanz.



Die erstere Art kommt nur selten und ausschliesslich über regelmässig vielseitigen oder kreisrunden Räumen zur Anwendung, weil es schwierig ist, über anders gestalteten Räumen die Ringform herzustellen, ehe die Schichten volle Ringe bilden.

Bei der Einwölbung auf Rutschwölbgen sowohl, als auch bei der auf Schwalbenschwanz, liegen alle Lagerfugen in Ebenen, welche durch den Kugelmittelpunkt gehen. Im ersteren Falle bildet jede Schicht einen Bogen, dessen Rückenbreite gleich einer Steindicke + Fuge und dessen Krümmung ein Teil des grössten Kugelkreises ist. Im Grundriss müssen sich deswegen die Lagerfugenkanten als Teile von Ellipsen darstellen. Bei der Ausführung dieser Wölbungsart werden, nachdem die Widerlagsflächen nach der Form der Wandbogen ausgehauen sind, die Lehrbögen C und C₁ (vergl. Fig. 512) der Langseiten des Raumes aufgestellt und befestigt. Auf diese Lehrbögen wird der nach der Krümmung eines grössten Kreises zugeschnittene Rutschwölbgen D für jede Schicht normal zur Krümmung des Lehrbogens aufgestellt und die Schicht eingewölbt. Nachdem eine Schicht geschlossen ist, wird der auf zwei Keilen ruhende Rutschwölbgen gelöst und für die nächste Schicht aufgestellt. Damit der für die Schlusschicht bleibende Raum an den Widerlagern nicht enger als am Gewölbescheitel wird, ist streng darauf zu achten, dass alle Schichten genau lotrecht zur Krümmung der Wandbogen gerichtet sind. Ist gegen diese Regel verstossen, so muss der Schluss des Gewölbes durch Schichten bewirkt werden, welche rechtwinkelig zu den übrigen stehen.

Die Einwölbung auf Schwalbenschwanz (Fig. 513) geschieht ebenfalls ohne Schalung aus freier Hand, was dadurch möglich ist, dass jede Schicht einen Bogen bildet, welcher sich gegen die benachbarte Schicht anlehnt und deshalb keiner weiteren Stütze bedarf. Als Lehre für die Form des Gewölbes dienen Lehrbögen, welche an den Wandseiten und in der Richtung der Diagonalen aufgestellt werden. Bei grösseren Gewölben sind noch weitere Zwischenbögen E erforderlich.

Ist der Grundriss eines böhmischen Kappengewölbes ein unregelmässiges Vieleck, so werden die Fusspunkte der Wandbogen in verschiedener Höhe liegen, sofern die Gewölbelaibung der Teil einer Kugelfläche ist.

Sollen dagegen die Eckpunkte des Gewölbes, des besseren Aussehens wegen, alle in einer wagerechten Ebene liegen, so kann die Gewölbelaibung keine Kugelfläche, sondern nur eine kugelförmige Fläche sein. Ein Beispiel für ein derartiges Gewölbe veranschaulichen die Figuren 514 bis 520. Den Scheitelpunkt des Gewölbes nimmt man in der Regel senkrecht über dem Schwerpunkte s der Grundrissfigur an. Nimmt derselbe aber eine solche Lage an, dass der Längenunterschied der von s nach den Ecken a, b, c, d, e gezogenen Geraden ein bedeutender wird, so verlegt man ihn zur Ausgleichung dieser Längenunterschiede in entsprechender Weise. Sodann wählt man für irgend eine Seite, z. B. ab, einen flachen Kreisbogen mit der Pfeilhöhe ik und macht die Pfeilhöhen der übrigen Wandbögen proportional der ersteren. Zu diesem Zwecke überträgt man $\frac{ab}{2}$ nach ml (Fig. 515) und errichtet in einem Endpunkte, hier in m eine Lotrechte, auf welcher man die Pfeilhöhe ik = mw abträgt. Trägt man jetzt der Reihe nach die halben Längen der übrigen Grundrissseiten von m

aus auf ml ab, verbindet l mit w und zieht durch die Teilpunkte o , p , q und r Parallele zu lw , so schneiden diese auf mw die Pfeilhöhen mr_1 , mq_1 u. s. w. für die übrigen Wandbögen ab. Von besonderer Bedeutung für die Gestaltung der Laibungsfläche ist die Wahl der durch den Scheitel irgend eines Wandbogens

Fig. 519.

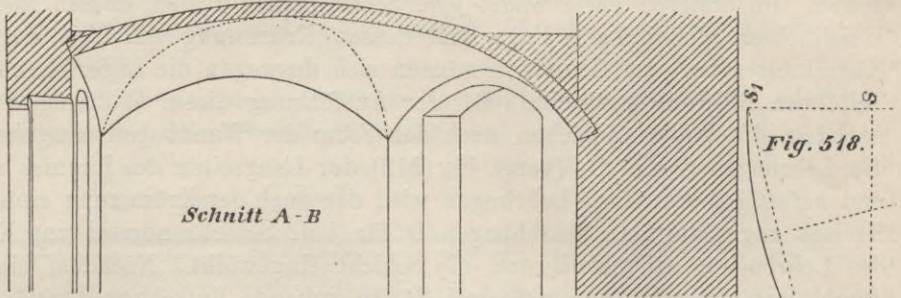


Fig. 518.

Fig. 520.

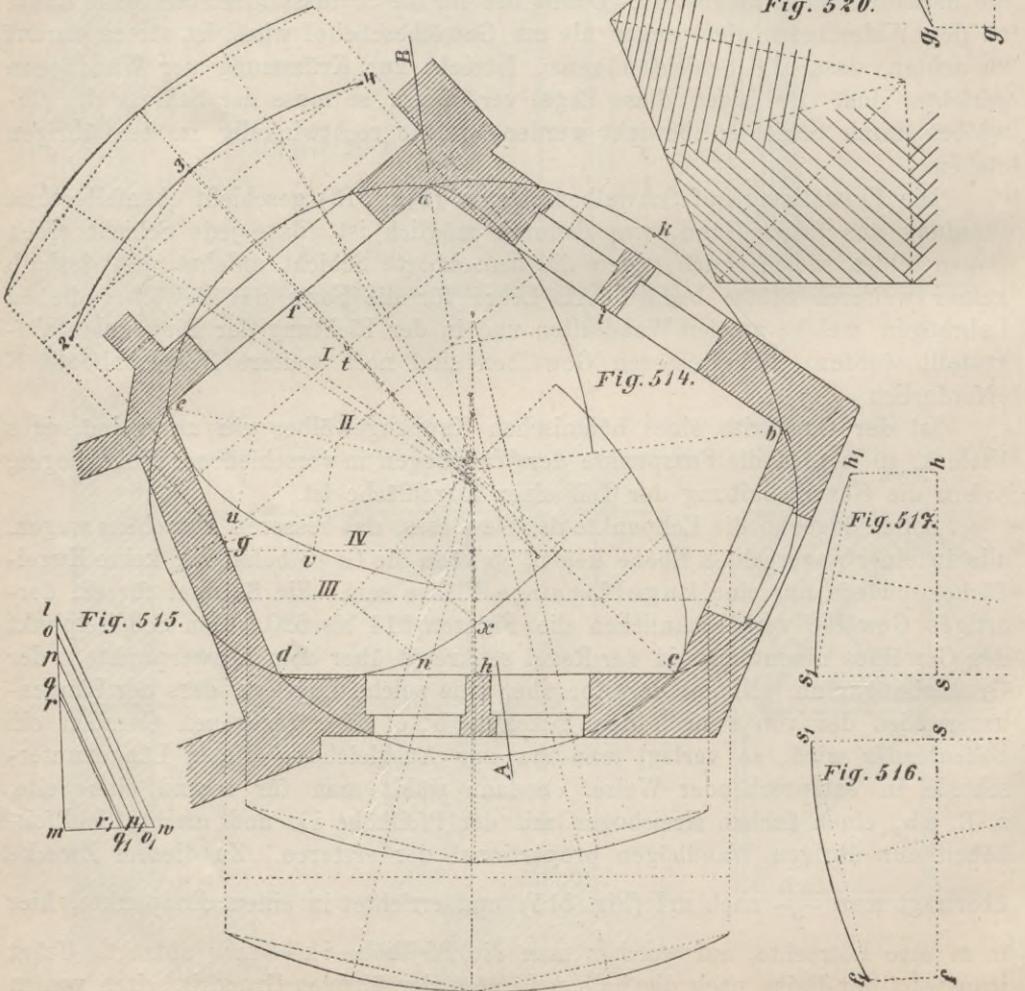
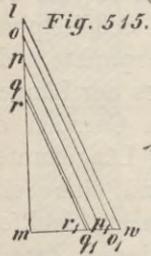


Fig. 517.

Fig. 516.

Fig. 515.



und den Scheitel des Gewölbes gehenden Wölblinie. Zweckmässig wählt man hierfür eine Kreisbogenlinie, welche von dem Scheitel des Wandbogens nach dem Gewölbescheitel ansteigt. Im vorliegenden Falle sei die Linie $f_1 s_1$ (Fig. 516) als Wölblinie zwischen dem Scheitel des Wandbogens ae und dem Gewölbescheitel angenommen. Die Linie fs ist als in der Kämpferebene liegend angenommen und mithin $ff_1 = ff_2$, während ss_1 eine Länge besitzen muss, welche grösser als die Pfeilhöhe des grössten Wandbogens ist. Die Figuren 517 und 518 stellen die auf gleiche Weise ermittelten Wölblinien in den Richtungen hs und gs der Grundrissfigur dar.

Für die Ausführung des Gewölbes ist ferner die Kenntnis der Gestalt der Wölblinien von den Ecken des Raumes nach dem Gewölbescheitel von Wichtigkeit, da in diesen Richtungen Lehrbögen aufzustellen sind. Zur Festlegung dieser Wölblinien benutzt man lotrechte Hilfsebenen I, II, III, IV u. s. w., welche parallel zu den Umfassungsmauern sind. Die Schnitte dieser Hilfsebenen mit der Gewölbelaibung können als Kreisbogen angenommen werden, deren Mittelpunkte in Linien liegen, welche in den Schnittpunkten der Hilfsebenen mit den Wölblinien fs , gs u. s. w. lotrecht stehen. Die Ebene I schneidet mithin die Gewölbelaibung in Kreisbögen, deren Punkte 2 und 4 durch die Wandbogen ed und ab festgelegt sind und deren Punkt 3 durch die Wölblinie fs bestimmt ist. Zieht man die Sehnen 2—3 und 3—4, errichtet gegen dieselben in ihren Halbierungspunkten Senkrechte, so sind die Schnittpunkte der letzteren mit der in t gegen die Spur der Hilfsebene I errichteten Senkrechten t —3 die Mittelpunkte der Bogenstücke 2—3 und 3—4. Auf gleiche Weise ergeben sich die Schnitte weiterer Ebenen II, III, IV u. s. f. mit der Gewölbelaibung und aus diesen dann ohne weiteres Punkte u , v , w u. s. w. der Wölblinien von den Ecken nach dem Gewölbescheitel.

Durch Fig. 519 ist ein Höhenschnitt durch das Gewölbe in der Richtung A—B und durch Fig. 520 die Einwölbung eines Gewölbeteiles auf den Schwalbenschwanz in schematischer Weise veranschaulicht.

Bei einer Pfeilhöhe von mindestens $\frac{1}{10}$ der grössten Diagonalen der Grundrissfigur ist die Gewölbstärke zu $\frac{1}{2}$ Ziegelstein anzunehmen. Bei grösserer Spannweite, welche aber selten 7 m überschreitet, wird die Pfeilhöhe zweckmässig zu mindestens $\frac{1}{8}$ der Diagonalen angenommen und die Gewölbstärke am Scheitel auf $\frac{1}{2}$ Stein, am Widerlager auf 1 Stein, oder besser durchgehend auf 1 Stein bemessen.

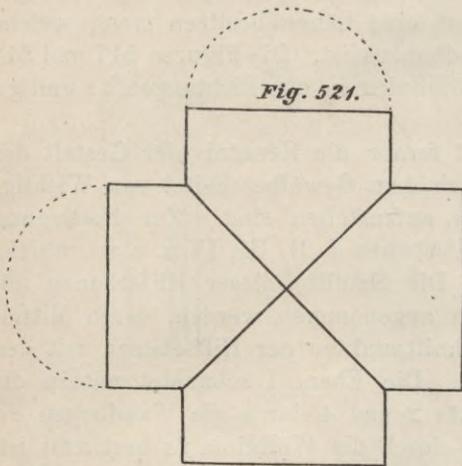
Die Widerlagsstärke nimmt man zu $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ der grössten Spannweite des Gewölbes an, nie aber unter $2\frac{1}{2}$ Steinlängen. Liegen mehrere, vollständig gleichartig gestaltete böhmische Kappengewölbe nebeneinander, so genügt für die trennenden Mauern oder Gewölbe meist eine Stärke von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Steinlänge.

e) Kreuzgewölbe mit den Nebenformen Stern- und Netzgewölbe.

Treffen zwei verschieden breite rechteckige, mit Tonnengewölben überdeckte Räume quer aufeinander, so schiebt sich die Tonne des weniger breiten in die des breiteren Raumes hinein und es entsteht das unter dem Abschnitte a) bereits besprochene Tonnengewölbe mit Stichkappen. Haben die beiden Räume dagegen gleiche Breite und ist die Leitlinie für beide Gewölbe die gleiche, so

bildet der Zusammenschnitt derselben die Form der gekreuzten Tonne oder des Kreuzgewölbes (Fig. 521).

Die Durchdringungslinien der Tonnen bezeichnet man als Gratlinien, weil die Tonnen in diesen Linien in nach unten vortretender scharfer Kante, einem Grate, zusammenstossen. Dieselben sind Kurven einfacher Krümmung, deren Grundrissprojektionen als gerade Linien erscheinen, mit alleiniger Ausnahme der Gratlinien von Kreuzgewölben über ringförmigem Grundriss.



Alle Mauern eines Raumes, welcher mit einem Kreuzgewölbe überspannt ist, sind Stirn- oder Schildmauern, da der Gewölbeschub nach den Gratlinien gerichtet ist und in diesen nach den Ecken des Raumes überfließt. Der gewaltige Vorteil des Kreuzgewölbes gegenüber den unter a bis f dieses Abschnittes besprochenen Gewölbearten besteht mithin darin, dass es sein Gewicht auf einzelne,

die Ecken des überwölbten Raumes bildenden Stützpunkte überträgt und dass somit die Aufhebung des Seitenschubes, sei dies durch Strebepfeiler, Strebebogen oder Eisenanker, wesentlich vereinfacht und erleichtert wird. Es eignet sich deswegen das Kreuzgewölbe besonders zur Ueberdeckung hoher Räume, weil die Widerlager und Schildmauern weit weniger Material erfordern, als dies bei anderen Gewölbearten der Fall ist. Ein weiterer Vorzug des Kreuzgewölbes gegenüber den genannten Gewölben besteht in der Möglichkeit, dem überdeckten Raume besser und einfacher das Tageslicht zuführen zu können, da die Fenster ohne Rücksicht auf die Höhenlage der Kämpferpunkte nahezu bis zur Höhe der Schildbogenseitel geführt werden können, ohne Stichkappen anordnen zu müssen.

Die durch den Schnitt der Schildmauern mit dem Gewölbe entstehenden Bogenlinien nennt man Schildbogen-, Wand- oder Randlinien und den Teil eines Kreuzgewölbes, welcher durch eine Randlinie und den von den Kämpferpunkten dieser Randlinie ausgehenden Gratlinien begrenzt wird, bezeichnet man als Gewölbekappe.

Randlinien und Gratlinien können die Form eines Halbkreises, eines Spitzbogens, einer Ellipse, eines Flachbogens oder irgend einer anderen gesetzmässig gebildeten ebenen Kurve haben. Hierbei ist jedoch keineswegs erforderlich, dass die Form der Randlinien von der Form der Gratlinien abhängig gemacht wird und es können beispielsweise die Gratlinien als Halbkreise, die Randlinien als Spitzbogen gewählt werden. Haben die Rand- und Gratlinien die Form von Flachbogen, so bezeichnet man das Gewölbe im besonderen als Kreuzkappe.

Der Schnitt durch ein Kreuzgewölbe von dem Scheitel einer Randlinie nach dem Gewölbescheitel, also in der Richtung der Scheitellinie einer Gewölbekappe geführt, kann eine wagerechte Linie (Fig. 522 und 523), eine gerade ansteigende (Fig. 524), eine gerade fallende (Fig. 525), oder eine flachbogig gestaltete Linie sein und man spricht demnach von Kreuzgewölben ohne Stich, von solchen mit

geradem Stich, mit fallendem Scheitel und mit Bogenstich. Die Kappen der Kreuzgewölbe ohne Stich, mit geradem Stich oder mit geraden fallenden Scheitellinien gehören cylindrischen Flächen, die der Gewölbe mit Bogenstich entweder Kugelflächen oder kugelförmigen (sphäroidischen) Flächen an, sie sind gebust.

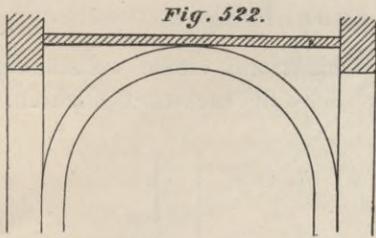


Fig. 522.

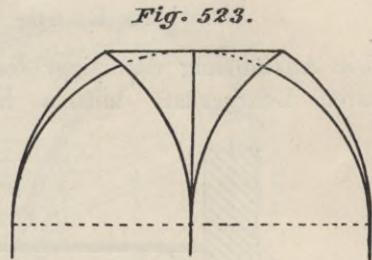


Fig. 523.

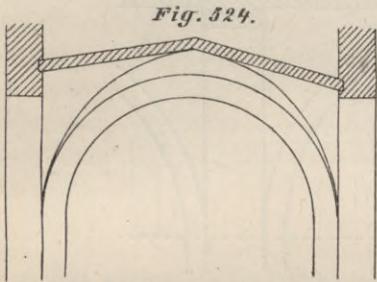


Fig. 524.

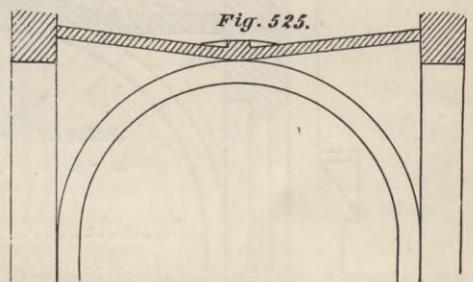


Fig. 525.

Bei Bogenstich ist zu unterscheiden, ob die Scheitellinie als regelmässige Kreisbogenlinie gestaltet ist, deren Mittelpunkt in dem vom Gewölbescheitel gegen die Kämpferebene gefällten Lote liegt (Fig. 526), oder ob dieselbe für jede Kappe aus einem anderen Mittelpunkte geschlagen ist, so dass am Gewölbescheitel ein Knick in der Scheitellinie entsteht (Fig. 527).

Fig. 526.

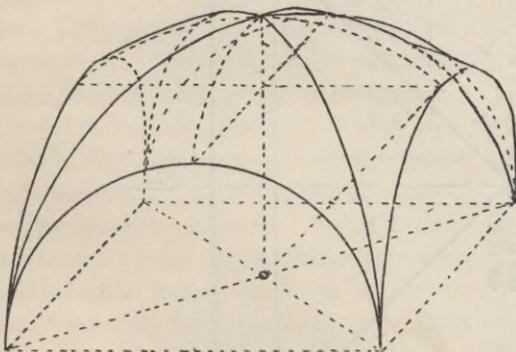
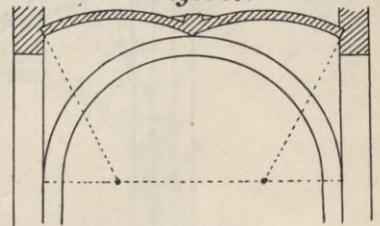


Fig. 527.



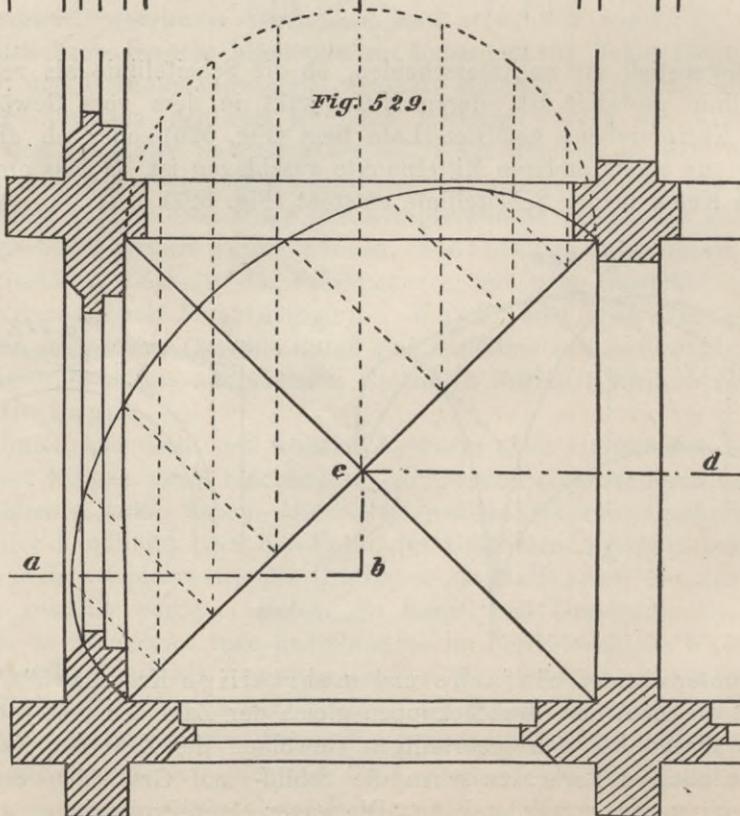
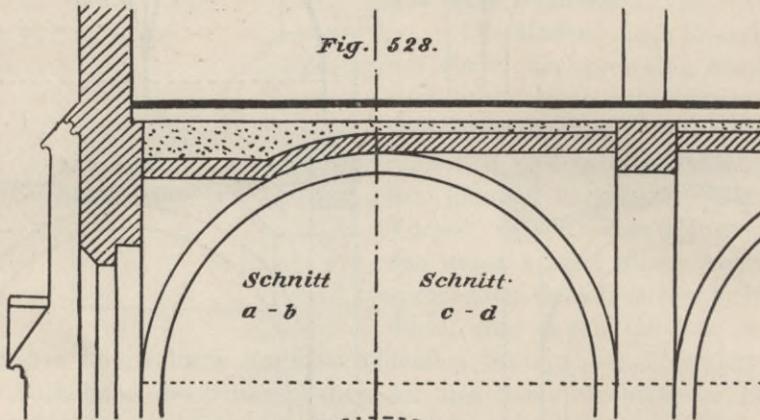
Man unterscheidet einfache und mehrteilige Kreuzgewölbe. Bei den ersteren ist die Zahl der Gewölbekappen gleich der Zahl der Seiten der Grundrissfigur, während bei den mehrteiligen Gewölben die Zahl der Kappenfelder durch Anordnung weiterer, zwischen die Schild- und Gratbögen eingespannte Bögen beliebig vermehrt werden kann. Die wagerechten Projektionen der Schnitt-

linien der Gewölbekappen bilden dann stern- oder netzartige Figuren miteinander und man bezeichnet deswegen derartige Gewölbe als Netz- oder Sterngewölbe.

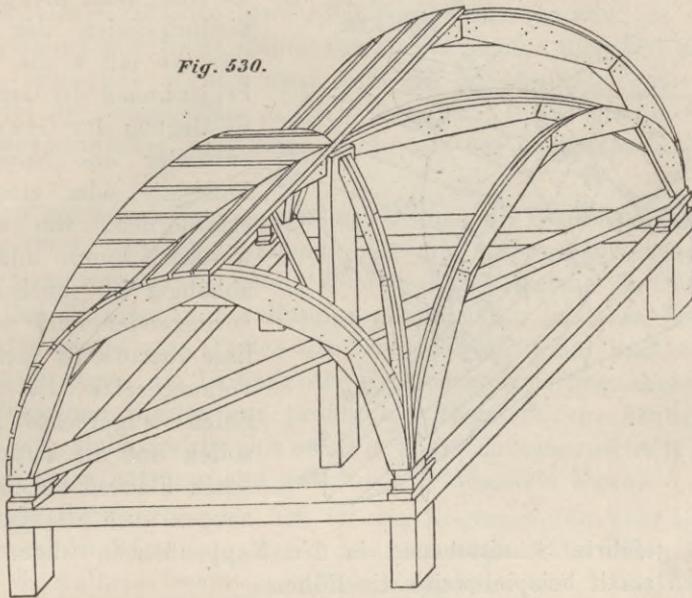
Die hauptsächlichsten Formen der einfachen Kreuzgewölbe sind:

1. Kreuzgewölbe mit wagerechten Scheitellinien und gleich hohen Rand- und Diagonalbögen.

Die Ausführung derartiger Gewölbe geschieht auf einem vollständig eingeschalteten Lehrgerüste mittels Kuf- oder Schwalbenschwanzschichten. Die



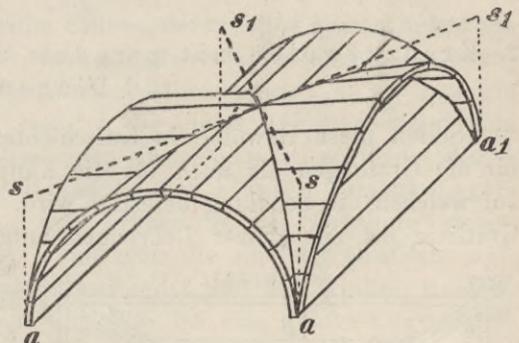
Figuren 528 bis 530 veranschaulichen ein solches Gewölbe über quadratischem Raume nebst dessen Einrüstung.



Bei kleineren Gewölben, bis etwa 4 m Spannweite, kann die Einschalung auch in der durch Fig. 531 veranschaulichten Weise erfolgen. Hierbei werden für die Schildbogen vier Lehrbögen aufgestellt, von denen zwei gegenüberliegende das Auflager für die vollständige Schalung eines Tonnengewölbes bilden. Auf diese Schalung lassen sich die Gratlinien durch mit Rötel gefärbte Schnüre vorreissen.

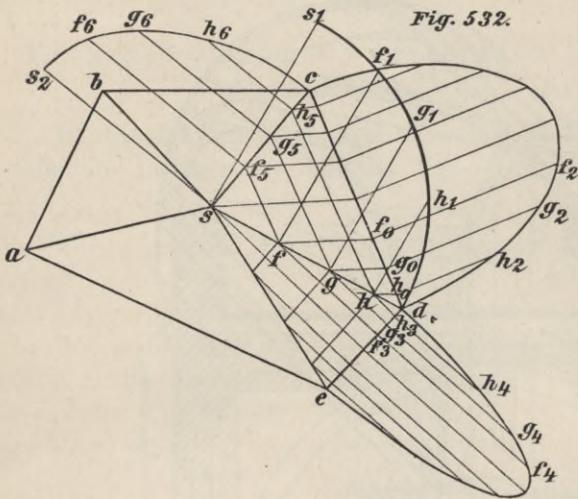
Diese Schnüre, in ss^1 angedeutet, werden nach aa^1 herabgeleitet, so dass sie auf der Schalung des Tonnengewölbes die Gratlinien bestimmen. Alsdann erfolgt die weitere Einschalung von den entgegengesetzten Schildbogen aus, wobei die Schalbretter nach den Gratlinien mit der erforderlichen Abkantung bearbeitet werden müssen. Beträgt der Abstand zweier gegenüberliegender Schildbogen mehr als 2 m, so wird zur besseren Unterstützung der Schalung noch ein Lehrbogen in der Mitte zwischen den Schildbogen aufgestellt. Ebenso kann auch die über der tonnenförmigen Schalung für die dritte und vierte Gewölbekappe aufgesattelte Schalung nach Erfordernis durch Zwischenlehrbögen unterstützt werden, welche ihr Lager auf der ersten Hauptschalung finden.

Fig. 531.



Soll ein solches Gewölbe über einem unregelmässigen vielseitigen Raume ausgeführt werden, so nimmt man den Gewölbescheitel zweckmässig so an, dass

seine wagerechte Projektion mit dem Schwerpunkte der Grundrissfigur zusammenfällt. In Fig. 532 sei der Schwerpunkt des Fünfecks $abcde$ in s gefunden.



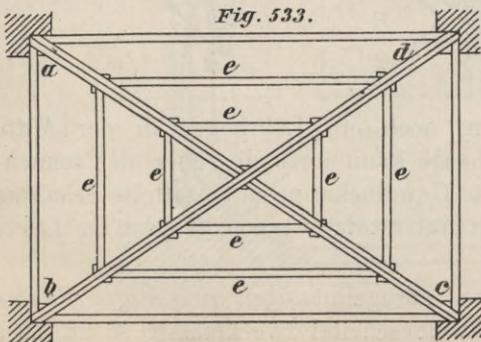
Scheitellinien geführte Schnittebenen in den Kappenflächen wagerechte Linien und es müssen somit beispielsweise die Höhen

$$\begin{aligned} f_0 f_2 &= f f_1 = f_3 f_4 \\ g_0 g_2 &= g g_1 = g_3 g_4 \\ h_0 h_2 &= h h_1 = h_3 h_4 \end{aligned}$$

sein. Die Form der Randlinien über cd und ed wird mithin erhalten, wenn man die Endpunkte d, h_2, g_2, f_2 beziehungsweise d, h_4, g_4, f_4 u. s. w. durch eine stetig gekrümmte Kurve miteinander verbindet. Auf dem gleichen Wege sind die weiteren Randlinien und ebenso auch die Gratlinien zu ermitteln.

2. Kreuzgewölbe mit geradem Stich und gleich hohen Rand- und Diagonalbögen.

Sollen diese Gewölbe in Kuschichten eingewölbt werden, so sind sowohl für die Gratbögen als auch für die Kappen besondere Lehrbögen aufzustellen, auf welchen die Schalung befestigt wird. Nach Fig. 533 ist in der Richtung der Gratlinie bd ein ganzer Lehrbogen aufgestellt. Der Lehrbogen des anderen



Grates besteht aus zwei Hälften, welche sich gegen den ersteren Lehrbogen setzen und an demselben durch dreieckige Leisten befestigt werden. Ebenso wie bei dem Klostersgewölbe ist diese Kreuzungsstelle der Gratlehrbogen durch einen Mönch zu unterstützen. Für die Kappen sind Schildlehrbogen und bei grösserer Spannweite derselben Zwischenlehrbogen in Abständen von 1,0 bis 1,5 m aufzustellen. Dieses Bogensystem nimmt dann

die Schalbretter oder Schallatten auf. Soll ein solches Gewölbe auf Schwalbenschwanz eingewölbt werden, so kann, geschickte Maurer vorausgesetzt, die Einschalung ganz fehlen. Es sind dann an den Schildmauern gleich bei deren Aufmauerung die Widerlagsflächen für die Kappen vorzusehen und, als weitere Lehre für die Einwölbung aus freier Hand, Lehrbogen in der Richtung der Gratlinien aufzustellen. Zuweilen benutzt man noch ein Scheitelbrett, dessen Oberkante nach der Form der Scheitellinie zugeschnitten ist. Ueber diesem Brett müssen sich dann die ineinander greifenden Schichten der Schwalbenschwanzwölbung stossen.

Bei allen grösseren Kappengewölben werden die Gratbogen stärker als die Kappen ausgeführt. Dieselben können mit den Kappen in Verband oder als selbständige Mauerkörper hergestellt werden, gegen welche die Kappen stumpf anstossen. Das Einspannen der Kappen geschieht im letzteren Falle erst nach Vollendung der Gratbögen. Treten die Gratbögen nicht nur nach oben, sondern auch nach unten gegen die Laibung der Kappen vor, so bezeichnet man sie als Rippen. Dieselben werden aus profilierten Ziegelsteinen, häufiger noch aus Werksteinen hergestellt, welche sich meist in ihrem Zusammenschnitt am Gewölbescheitel gegen einen entsprechend geformten Schlussstein legen.

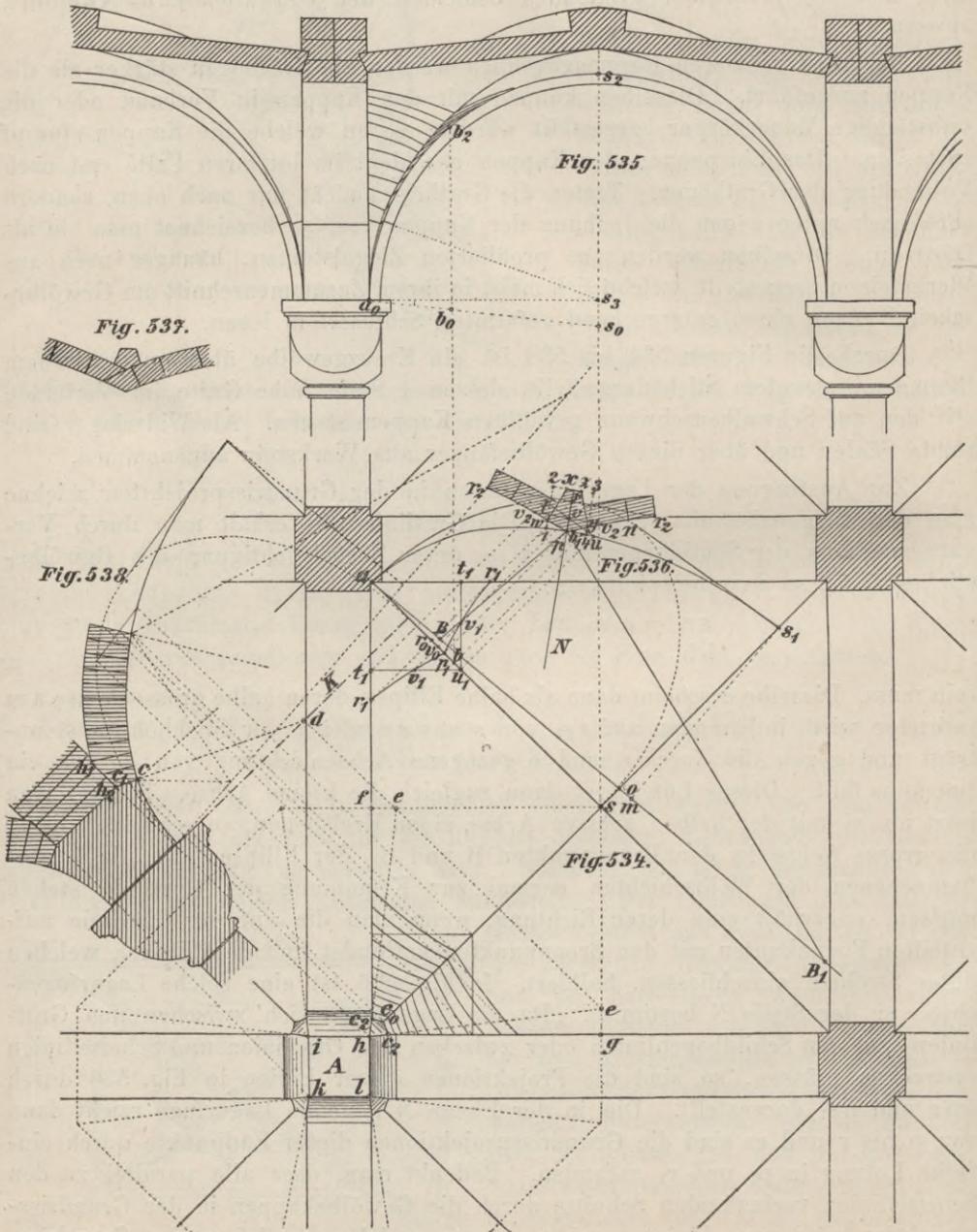
Durch die Figuren 534 bis 538 ist ein Kreuzgewölbe über quadratischem Raume mit geradem Stich dargestellt, dessen 1 Stein hohe Grate im Verbande mit den auf Schwalbenschwanz gewölbten Kappen stehen. Als Widerlager sind runde Säulen und über diesen Gewölbefänger aus Werkstein angenommen.

Zur Austragung der Lagerfugenkanten in der Grundrissprojektion zeichne man den Diagonalschnitt, Fig. 536. Die Gratlinie as^1 erhält man durch Vergatterung aus der Schildbogenlinie $a_0 s_2$ unter Berücksichtigung des Gewölbestiches $s_3 s_0$, so dass beispielsweise

$$\begin{aligned} s s_1 &= s_0 s_2 \text{ und} \\ b b_1 &= b_0 b_2 \end{aligned}$$

sein muss. Dieselbe erscheint dann als halbe Ellipse, deren halbe grosse Achse a m gefunden wird, indem man auf $s s_1$ von s aus s_n gleich der Stichhöhe $s_0 s_3$ anträgt und gegen die durch a und o gezogene Achsenrichtung von s_1 aus ein Lot $s_1 m$ fällt. Dieses Lot bildet dann zugleich die kleine Achse. Schlägt man jetzt um s_1 mit der halben grossen Achse einen Kreisbogen, so schneidet dieser die grosse Achse in den Brennpunkten B und B_1 der Ellipse. Da die Lagerfugenebenen der Wölbschichten normal zur Krümmung der Gratlinie stehen müssen, so erhält man deren Richtung, wenn man die auf der Gratlinie aufgetheilten Fugenkanten mit den Brennpunkten verbindet und den Winkel, welchen diese Strahlen einschliessen, halbiert. In Fig. 536 ist eine solche Lagerfugenebene an der Stelle N bestimmt. Da die Lagerfugen sich zwischen den Gratlinien und den Schildbogenlinien oder zwischen den Gratlinien und Scheitellinien erstrecken müssen, so sind die Projektionen dieser Linien in Fig. 536 durch ans und ns_1 dargestellt. Die in der Ebene N liegende Lagerfuge reicht dann von p bis r und es sind die Grundrissprojektionen dieser Endpunkte durch einfache Lotung in p_1 und r_1 gefunden. Bedenkt man, dass alle parallel zu den Scheitellinien verlaufenden Schnitte durch die Gewölbekappen in der Grundrissprojektion wiederum Linien ergeben müssen, welche parallel zu den Grundriss-

projektionen der Scheitellinien gerichtet sind, so können mit Hilfe solcher Schnitte beliebig viele zwischen q und r liegende Punkte der Fuge im Grundrisse ermittelt werden. In Fig. 536 ist ein solcher Schnitt von t nach n parallel zu $n_0 i$ geführt, dessen Grundrissprojektionen die Linien $t_1 n_1$ ergeben. Der Schnittpunkt v dieses Schnittes mit der Fuge qr projiziert sich dann im Grundrisse nach v_1 und es muss demnach die Fugenkante von r_1 durch v_1 nach p_1 geführt werden.



Um die wirkliche Gestalt der Schichten zu erhalten, ist die Umklappung derselben darzustellen, wobei $v v_2$ senkrecht auf $p r$ und gleich $v_0 v_1$ und $r r_2$ senkrecht auf $p r$ und gleich $r_0 r_1$ sein muss. Durch Antragung der Gewölbstärke, gleich $\frac{1}{2}$ Stein, erhält man die Rückenlinie desselben. Trägt man jetzt zur Festlegung des Querschnittes des Gratbogens (der hier 1 Stein breit und 1 Stein hoch angenommen ist) das Quadrat 1, 2, 3, 4 von der Seitenlänge gleich 1 Stein so an, dass die Seiten 2,3 und 1,4 senkrecht gegen die Fuge $p r$ gerichtet sind und von dieser halbiert werden und zieht in den Schnittpunkten der Seiten 1,2 und 3,4 mit den Fugenkanten $p r_2$ die Normalen $w x$ und $y z$, so ergibt sich in $w x z y p$ die Form des Gratquerschnittes. Da die Grate mit den Kappen in Verband ausgeführt werden sollen, so müssen natürlich die Fugen auch im Grate verbandmässig wechseln und es würde mithin eine an die Fuge N angrenzende Schicht nach Fig. 537 zu gestalten sein.

Diese Gewölbe erhalten, besonders wenn sie auf schwachen Säulen oder Pfeilern aufsitzen, am besten Hausteinaufleger, die in ihrer oberen Begrenzung normale Lagerebenen zur Aufnahme der Kappen und Gurtbogen erhalten. In den Figuren 538 und 534 bei A ist die Austragung eines solchen Anfängers vorgenommen. Nimmt man an, dass in dem Diagonalschnitte (Fig. 538) der Anfänger bis zu der Fuge c reichen soll und bestimmt man die Richtung dieser Fuge auf gleiche Weise wie dies in Fig. 536 hinsichtlich der Fuge N geschehen ist, so muss diese von der Gratlinie bis zu der Schildbogenlinie, also von c bis c_1 reichen. Die Grundrissprojektion dieser Fuge ergibt sich auf demselben Wege, welcher in Fig. 536 bei der Fuge $p r$ eingeschlagen wurde und erscheint als die Linie $c_0 c_2$. Verlängert man in Fig. 538 die Fugenebene $c c_1$ bis zu ihrem Schnitte d mit der Kämpferebene K , so ist die Grundrissspur dieser Ebene durch die gegen die Gratlinie senkrecht gerichtete Linie $d e$ bestimmt. Für den von den Scheitellinien $f s$ und $g s$ begrenzten Gewölbeteil ist die Länge dieser Spur in $e e$ gegeben und es müssen die von e nach den Anfallpunkten c_2 der Lagerfugenkanten gehenden Linien die seitlichen Begrenzungen der Lagerfläche für die Kappe ergeben, die letztere mithin die Form $c_0 c_2 h c_2$ annehmen. Durch Wiederholung dieser Ausmittelung für die übrigen, an den Pfeiler angrenzenden Gewölbekappen bestimmen sich die weiteren Kappenlagerflächen, während die Lagerflächen der Gurtbogen in den durch h, i, k und l geführten wagerechten Linien endigen müssen. Da die Gratbogen Teile der Kappen sind, so müssen sie in den Punkten h, i, k und l ihren Anfang nehmen und finden somit in $h_1 h_2$ (Fig. 538) ihren lotrechten Abschluss an den Widerlagern der Gurtbogen.

Die isometrische Darstellung einer Widerlagsstütze mit dem auf ihr ruhenden Anfängerstein veranschaulicht Fig. 539.

Bei einem Gewölbe über unregelmässigem vielseitigen Raume ist ebenso wie bei dem durch Fig. 532 vorgeführten Fall zunächst die Form einer Rand- oder Gratlinie sowie die Stechung einer Gewölbekappe festzulegen. In Fig. 540 sei die Randlinie über $e d$ als Halbkreis und die Stechung der Kappe $e d s = s f$ angenommen. Die Randlinien der übrigen Kappen bestimmen sich dann ebenso wie bei Fig. 532 aus der gegebenen Randlinie durch Vergatterung und es muss mithin

$$g g_1 = g_2 g_3 = g_4 g_5$$

$$h h_1 = h_2 h_3 = h_4 h_5 \text{ u. s. w. sein.}$$

Bedenkt man weiterhin, dass die Kappenflächen erzeugt werden können, indem man die Randlinien derart parallel zu den Wandseiten verschiebt, dass

Fig. 539.

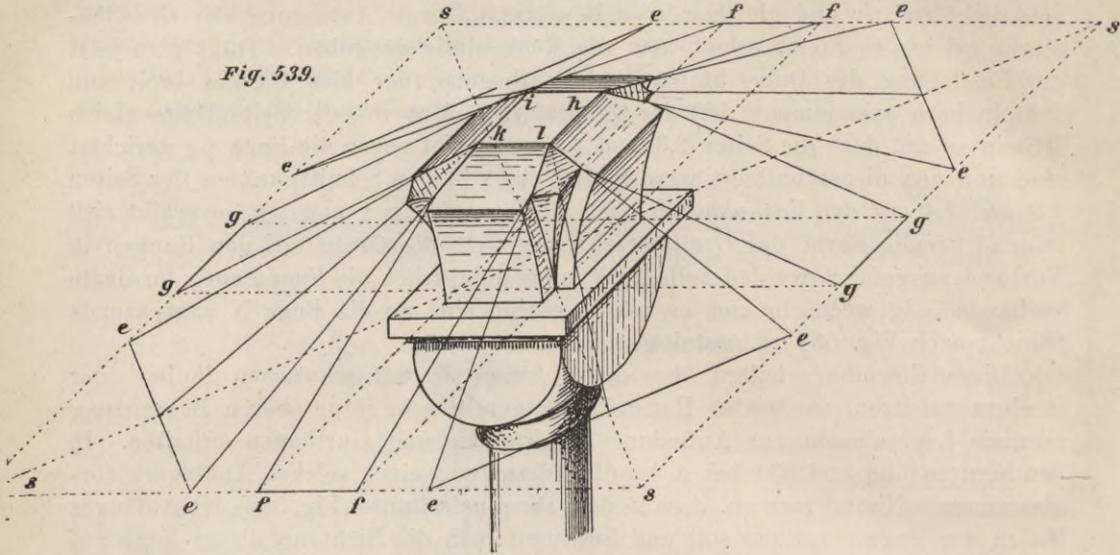
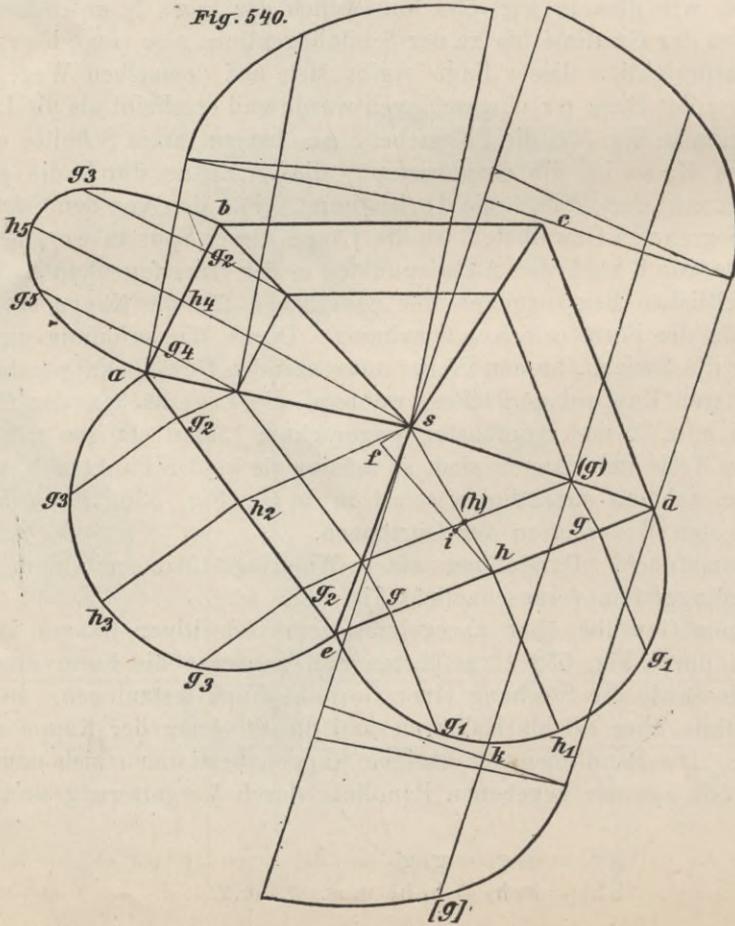


Fig. 540.



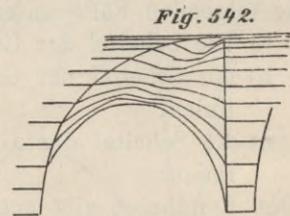
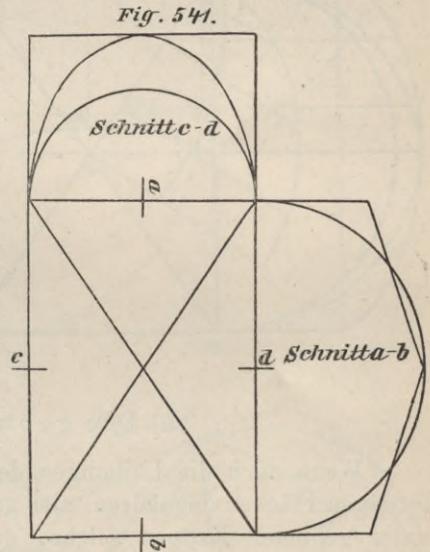
ihre Scheitelpunkte auf den Scheitellinien und ihre Schenkel auf den Gratlinien gleiten, so müssen sich alle Punkte der Randlinien während dieser Bewegung gleichmässig heben. Gelangt also der Scheitel der Randlinie von h nach (h) , so muss der Punkt g in der Lage (g) um ein gleiches Stück wie h , mithin um (h) i gestiegen sein und es ergibt sich mithin ein Punkt $[g]$ der Gratlinie durch Antragung der Höhe $kg = g g_1 + (h) i$. Nach diesem wird die Bestimmung weiterer Punkte der Gratlinien und danach die Vorzeichnung der Form derselben keine Schwierigkeiten mehr bereiten.

3. Kreuzgewölbe mit Bogenstich.

Die Scheitellinien zweier gegenüberliegender Kappen bilden einen regelmässigen Kreisbogen, dessen Mittelpunkt in dem vom Gewölbescheitel auf die Kämpferebene gefällten Lote liegt.

Nach den unter 1 und 2 besprochenen Konstruktionen ergeben sich bei rechteckigen Grundrissen und ebenso bei unregelmässigen Vielecken an den meisten Wandseiten elliptische Randlinien, welche wenig schön wirken. Gibt man, zur Umgehung des beregten Uebelstandes, allen Wandbogen Halbkreisform, so müssen die schmalen Kappen eine sehr bedeutende Stechung erhalten und es werden in vielen Fällen die Scheitellinien der schmalen Kappen (vergl. Fig. 541, Schnitt $a-b$) gegen den Gewölbescheitel hin unter der Gratlinie liegen, so dass die Kappe in diesem Teile muldenartig herabhängt, wie aus der Aufrisszeichnung (Fig. 542) deutlich hervorgeht. Die Beseitigung dieser hässlich wirkenden und konstruktiv bedenklichen Mulde ist dadurch möglich, dass man statt des geraden Stiches einen Bogenstich annimmt. Die Laibungsflächen der Kappen gehören dann nicht mehr cylindrischen, sondern kuppelartig gebauchten Flächen an, sie sind gebust. Wählt man für die Schildbogenlinien und die Gratlinien Halbkreise und für die Scheitellinien Kreisbogen, deren Halbmesser gleich dem der Gratlinien ist, so gehören die Kappenlaibungen einer Kugelfläche an; es entsteht dann überhaupt kein Kreuzgewölbe, sondern eine Stutzkuppel. Es ist in diesem Falle nötig, die Kappen so stark zu busen, dass sie ausserhalb der Kugelfläche liegen, also den Mittelpunkt der Scheitellinien oberhalb der Kämpferebene anzuordnen. Die Einwölbung dieser Gewölbe geschieht in der Regel aus freier Hand auf Schwalbenschwanz.

Durch Fig. 543 ist ein solches Gewölbe über rechteckigem Raume veranschaulicht, wobei als Stich für die Kappen der Langseiten der Flachbogen $e s_1 f$



angenommen wurde. Die Gratlinien ergeben sich auf gleiche Weise durch Vergatterung, wie dies bei dem durch Fig. 540 dargestellten Gewölbe mit gerader Stechung des näheren erläutert ist, während die Scheitellinie der Kappen für die Schmalseiten durch Subtraktion der Höhen der Randlinie über ab von den Höhen der Gratlinie gefunden wird. Je stärker man die Busung der Kappenflächen macht, um so schärfer werden sich die vortretenden Grate markieren, um so mehr wird also der Charakter des Kreuzgewölbes in die Erscheinung treten.

Fig. 543.

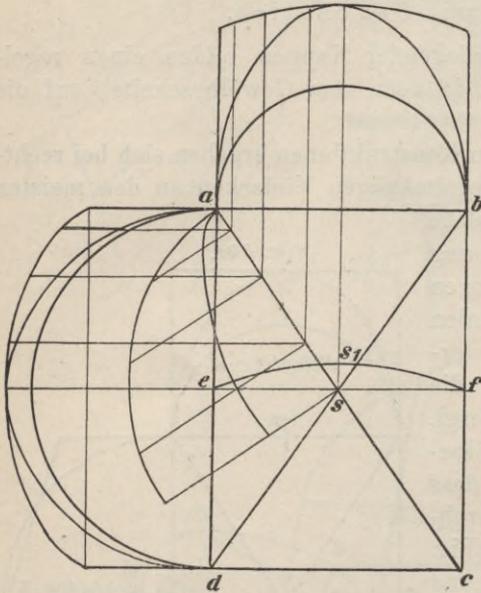
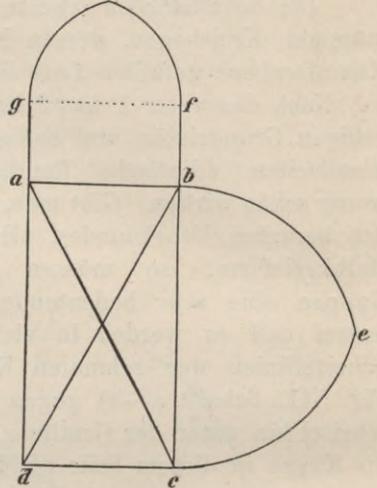


Fig. 544.



4. Die gebusten Kreuzgewölbe.

Wenn auch die Laibungen der unter 3 besprochenen Kreuzgewölbe kugelförmigen Flächen angehören, also gebust sind, so versteht man doch gemeinlich unter gebusten Kappen solche, deren flachbogig gekrümmte Scheitellinien für jede Kappe aus einem anderen Mittelpunkte geschlagen sind. Hierbei lassen sich die folgenden Fälle unterscheiden:

- Die Scheitel der Grat- und Randlinien liegen in gleicher Höhe;
- die Scheitel der Gratlinien liegen höher als die Scheitel der Randlinien;
- die Scheitel der Gratlinien liegen tiefer als die Scheitel der Randlinien;

Den Randlinien gibt man meist die Form von Spitzbogen, während für die Gratlinien entweder ein Halbkreis oder ein Spitzbogen gewählt wird.

Sind die anstossenden Seiten eines rechteckigen Grundrisses sehr verschieden lang und sollen die Randlinien gleiche Scheitelhöhe erhalten, so muss man die Schildbögen der kürzeren Seiten stelzen, weil diese sonst eine unschöne lanzettförmige Gestalt annehmen. Ist z. B. in Fig. 544 der Schildbogen bec der grösseren Rechteckseite gegeben und soll der Schildbogen über ab mit dem

ersteren gleiche Scheitelhöhe haben, so zeichnet man den Spitzbogen ghf wie man ihn wünscht und verlängert die Schenkel desselben senkrecht nach unten bis nach a und b . Es sind dann ag und bf die Stelzen.

Wird bei der Verwendung von Spitzbögen für die Schildbogen und Gratbogen von einer Stelzung der Schildbogen an den kürzeren Grundrissseiten Abstand

genommen, so lassen sich die Kappen aus Flächen zusammensetzen, welche reinen Kugelflächen angehören. Ist z. B. in Fig. 545 der Schildbogen über ad als ein aus den Mittelpunkten m_1 und m_2 geschlagener Spitzbogen aed angenommen, so muss der Mittelpunkt einer den Bogen de hervorruhenden Kugelfläche an einer beliebigen Stelle des in m_1 auf ad errichteten Lotes liegen. Es sei als solches der Punkt M gewählt. Dann muss ein grösster Kugelkreis durch den Eckpunkt d gehen, also mit dem Halbmesser Md um M geschlagen werden.

Nimmt man jetzt einen Schnitt in der Richtung Ms an, so wird die Kugelfläche wieder in einem grössten Kreise geschnitten und es muss mithin die Höhenlage des Gewölbescheitels über dem Kämpferpunkte d gleich dem in s gegen Ms errichteten Lote ss^0 sein. Da der Gewölbescheitel senkrecht über s liegen muss, so wird er durch Umklappung in dem Grundriss erhalten, wenn man das in s gegen sd errichtete Lot $ss_2 = s_0$ macht. Der Mittelpunkt der Gratlinie muss aus begrifflichen Gründen in bd und in eine im Halbierungspunkte der Sehne ds_2 errichteten Lotrechten, mithin in M_1 liegen. Dieser Mittelpunkt wird auch auf einfache Weise dadurch erhalten, dass man von M gegen ds das Lot MM_1 fällt. Würde man also umgekehrt von

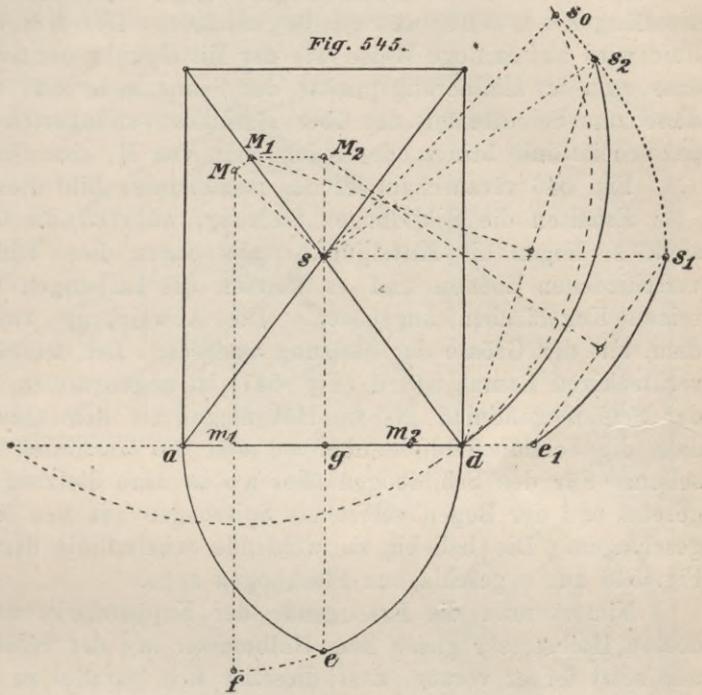
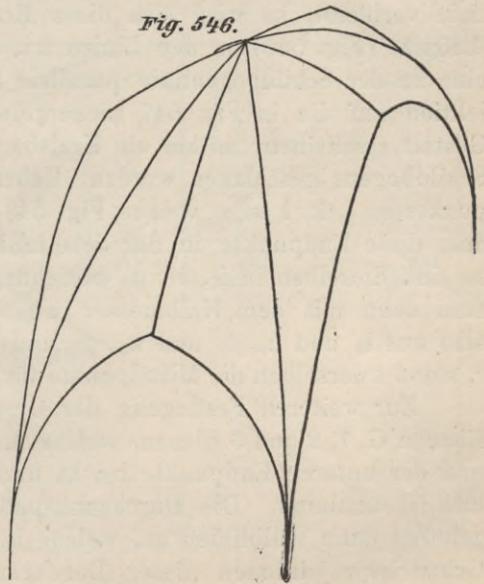


Fig. 546.



vornherein den Mittelpunkt für den Gratbogen ds willkürlich in M_1 annehmen, so würde der Mittelpunkt M der Kugelfläche der Schnittpunkt der Senkrechten in m_1 gegen ad und der Senkrechten in M_1 gegen ds sein müssen. Die Scheitellinie gs hat nach dieser Gratlinie und nach der Schildbogenlinie die Höhenlagen ss_2 beziehungsweise ge über dem Kämpferpunkte d . Bei der Umklappung in den Grundriss nehmen diese Höhenlote eine gegen sg senkrechte Lage an und müssen die Längen $ss_1 = ss_2$ und $ge_1 = ge$ haben. Der Mittelpunkt M_2 der Scheitellinie wird auf analoge Weise wie der Mittelpunkt der Gratlinie dadurch erhalten, dass man im Halbierungspunkte der Sehne e_1s_1 eine Senkrechte errichtet und diese zum Schnitte mit der über s hinaus verlängerten Grundrissprojektion gs der Scheitellinie bringt oder indem man von M_1 eine Senkrechte gegen gs fällt.

Fig. 546 veranschaulicht das isometrische Bild dieses Gewölbes.

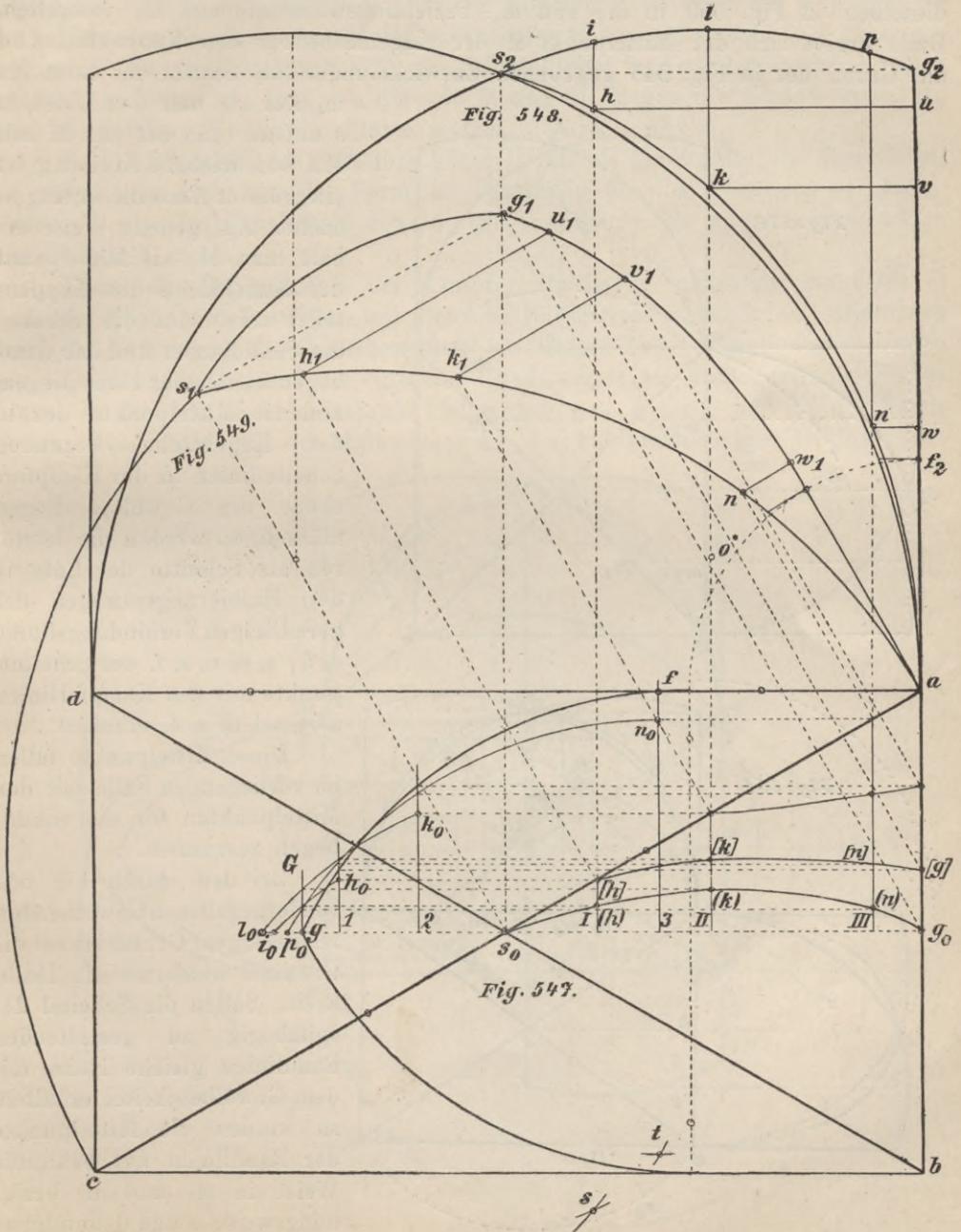
Erhalten die Schildbogen Stelzung, während die Gratbogen nicht gestelzt sind, so liegen die Mittelpunkte, aus denen diese Linien gezeichnet sind, in verschiedenen Ebenen und es können die Laibungen der Kappen nicht mehr reinen Kugelflächen angehören. Die Abweichung von der Kugelfläche wird dann mit der Grösse der Stelzung wachsen. Bei dem Kreuzgewölbe über dem rechteckigen Raume $abcd$ (Fig. 547) ist angenommen, dass die Scheitelpunkte der Schildbogenlinien gleiche Höhenlage mit dem Gewölbescheitel haben und dass die Schildbogenlinie über ad und die Gratlinien keine Stelzung erhalten sollen. Für den Schildbogen über ab ist eine Stelzung $af = af_1 = af_2$ vorausgesetzt und der Bogen selbst als Spitzbogen aus den Mittelpunkten m und m_1 geschlagen. Die beliebig zu wählende Scheitellinie der Kappe as_0b sei der in Fig. 548 aus o geschlagene Flachbogen s_2g_2 .

Nimmt man die Erzeugende der Kappenfläche as_0b als Kreisbogen an, dessen Halbmesser gleich dem Halbmesser me der Schildbogenlinie über ab ist und setzt ferner voraus, dass dieselbe sich parallel zu ab so fortbewegt, dass sie auf der Gratlinie as_1 gleitet, während ihr höchster Punkt in der Scheitellinie verbleibt, so wird sich diese Erzeugende in den Lagen I, II und III im Aufrisse (Fig. 548) in den Linien hi , kl und np projizieren. Da diese Linien eine zu der Schildbogenlinie parallele Lage besitzen, so müssen sie in der Projektion auf die in Fig. 547 niedergelegte Schildbogenebene in ihrer wirklichen Gestalt erscheinen, mithin als Kreisbögen, welche mit dem Halbmesser me des Schildbogens geschlagen werden. Ueberträgt man daher die Höhenlage der Endpunkte h , i , k , l u. s. w. aus Fig. 548 folgerichtig nach Fig. 547 und bedenkt, dass diese Endpunkte in der Scheitellinie beziehungsweise der Gratlinie liegen, so sind dieselben in i_0 , l_0 , p_0 beziehungsweise h_0 , k_0 und n_0 gefunden. Schlägt man dann mit dem Halbmesser me aus den zusammengehörigen Endpunkten, also aus i_0 und h_0 , l_0 und k_0 , p_0 und n_0 , Kreisbögen, so sind die Schnittpunkte r , s und t derselben die Mittelpunkte für die Erzeugende in den Lagen I, II und III.

Zur weiteren Festlegung der Gestalt der Kappenfläche können wagerechte Ebenen G , 1, 2 und 3 dienen, welche man in der Höhe des Schildbogenscheitels g und der unteren Endpunkte h_0 , k_0 und n_0 der Erzeugenden in den Lagen I, II und III annimmt. Die Durchgangspunkte der Erzeugenden mit diesen Ebenen gehören dann Wöblinien an, welche in diesen Ebenen liegen und es werden die Grundrissprojektionen dieser Durchgangspunkte durch einfache Uebertragung, und die Projektionen der Linien selbst durch folgerichtige Verbindung der Pro-

jektionspunkte gefunden. Dieselben stellen sich mithin durch die Kurven s_0 (h) (k) (n) g_0 , [h] [k] [n] [g] u. s. w. dar. In den Aufriss-Projektionen Fig. 548 und 549 erscheinen diese Wöblinien als gerade parallel zu ad beziehungsweise $a s_0$ geführte Linien $s_2 g_2$, $h n$ u. s. w., beziehungsweise $s_1 g_1$, $h_1 n_1$ u. s. w.

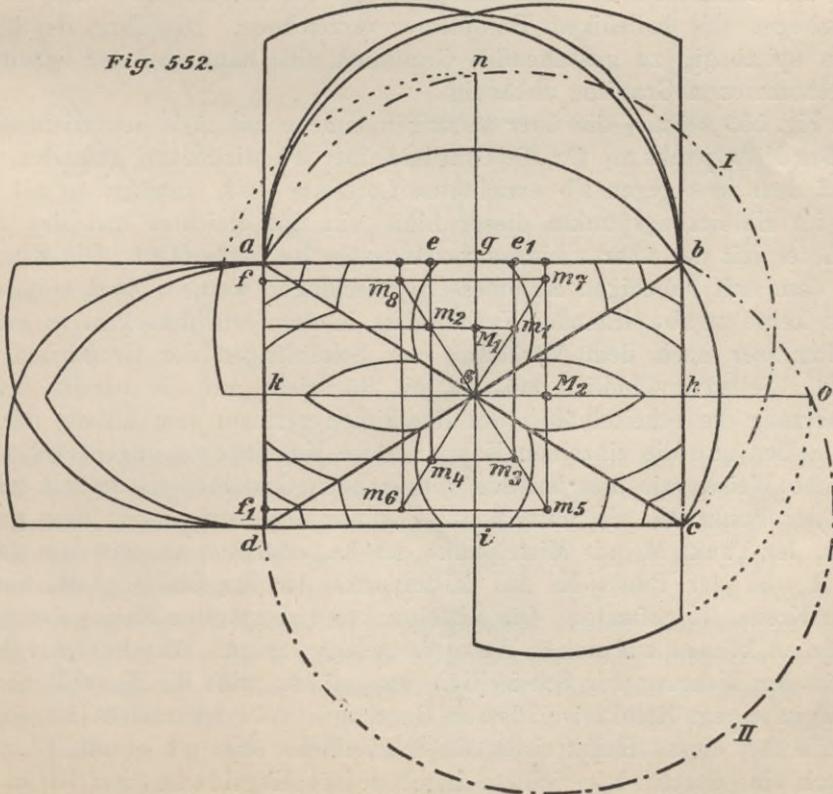
Da die Form der Kappenfläche durch die Projektionen der Erzeugenden in deren verschiedenen Lagen und der in wagerechten Ebenen liegenden Schnittlinien, sowie der Grat- und Schildbogenlinien vollständig bestimmt ist, so lassen



Die Mittelpunkte der Randlinien über den Schmalseiten des Raumes fallen also mit den Ecken der Grundrissfigur zusammen. Dieser Fall tritt bei rechteckigem Grundriss immer dann ein, wenn die Gratlinie ein Halbkreis und die Länge der Schmalseite gleich der Hypotenuse ae eines rechtwinkligen und gleichschenkeligen Dreiecks gemacht wird, dessen Katheten ag und ge gleich der halben Langseite ag sind. Sollen die Laibungen der Kappen Kugelflächen angehören, so wird der Mittelpunkt M der die Kappenfläche asg bildenden Kugel als Schnitt der Senkrechten in s gegen as und in m_1 gegen ab und der Mittelpunkt M_1 der die Kappenfläche ash bildenden Kugel als Schnitt der Senkrechten in s gegen as und in d gegen ad gefunden. Da die Mittelpunkte für die Scheitellinien in der Kämpferebene liegen müssen, so liegen sie dort, wo die von M und M_1 gegen die Kämpferlinien ad und ab gefällten Lote diese Linien treffen, also in i_3 und i_0 .

Soll der Scheitel des Gewölbes höher liegen als die Scheitel der Randlinien, so gelten nach Annahme der Form der Gratlinien für das Austragen der Randlinien die gleichen Grundsätze sowohl für quadratische als auch für rechteckige Grundrisse.

Damit die Bogenansätze am Kämpfer gleichartig auslaufen, empfiehlt es sich, die Rand- und Gratlinien mit gleichem Halbmesser zu schlagen. Hierdurch wird die Ausführung der Gewölbeanfänge erleichtert und bei gegliederten Rippen ein regelmässiges Loslösen der einzelnen Gliederungen am Anfängersteine ermöglicht. In Fig. 552 sind deshalb die Halbmesser ae_1 , be , af_1 und df der Randlinien ebenso lang wie der Halbmesser sb der halbkreisförmigen Gratlinie ge-



wählt. Will man den Kappen reine Kugelflächen zur Laibung geben, welche von den Rand- und Gratlinien abhängig sind, so ist der Mittelpunkt m_1 der Kugelfläche für das Kappenstück ags als Schnitt der Lote in s auf ac und in e_1 auf ab gefunden. Der grösste Kreis dieser Kugelfläche hat den Halbmesser $m_1 a$ und ist in der Linie I verzeichnet. In gleicher Weise wie m_1 werden die Mittelpunkte m_2, m_3 und m_4 der Kugelflächen für die Kappenteile bgs, dis und cis und ebenso auch die Mittelpunkte m_5, m_6, m_7 und m_8 der Kugelflächen für die an die Schmalseiten des Raumes angrenzenden Kappenteile ermittelt.

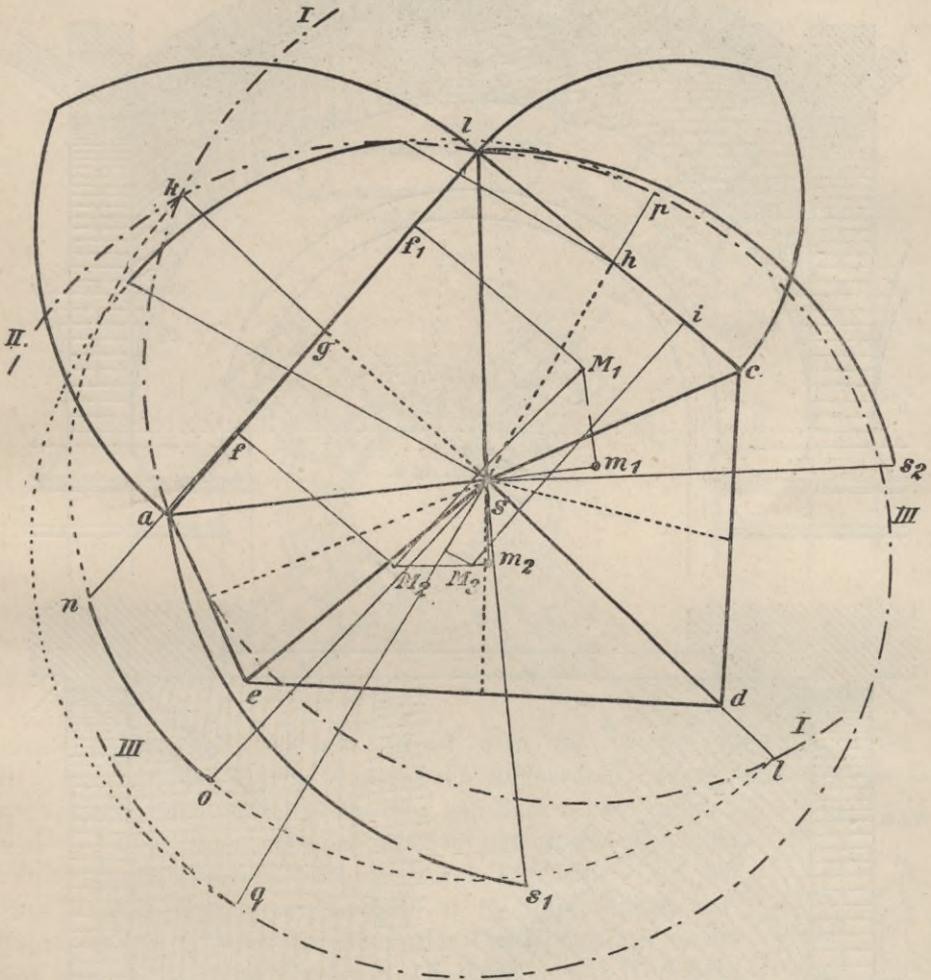
Nimmt man jetzt lotrechte Schnittebenen in der Richtung der Scheitellinien sg und sh an, so wird der grösste Kreis I der Kappenfläche ags in n und der grösste Kreis II der Kappenfläche bhs in o geschnitten. Die Mittelpunkte der Scheitellinien müssen sowohl in diesen Schnittebenen, als auch in Ebenen liegen, welche durch m_1 und m_5 lotrecht gegen die Ebenen der Scheitellinien geführt werden. Es ergeben sich somit als Halbmesser der Scheitellinien die Stücke $M_1 n$ und $M_2 o$. Nach diesen Ermittlungen wird die Darstellung des Quer- und Längenschnittes keine Schwierigkeiten bereiten. Legt man durch das Gewölbe wagerechte Schnittebenen, so erzeugen diese auf den Laibungsflächen Kreisbogen als Schnittlinien, deren Grundrissprojektionen für die einzelnen Kugelflächen aus den Mittelpunkten m_1 bis m_8 zu beschreiben sind. Man ersieht aus diesen Linien, dass die Kappen in scharfen Gratlinien zusammenstossen.

Ist über einem unregelmässigen Grundrisse ein busiges Kreuzgewölbe auszuführen, dessen Scheitel wie im vorgehenden Falle höher liegen soll als die Scheitel der Randlinien, so kann man zunächst die Form irgend einer Gratlinie als Spitzbogen mit beliebigem Halbmesser verzeichnen. Die Form der übrigen, ebenfalls spitzbogig zu gestaltenden Gratlinien sind dann von der Scheitelhöhe der angenommenen Gratlinie abhängig.

In Fig. 553 sei as_1 die über as angenommene mit $m_1 a$ beschriebene Gratlinie. Der Mittelpunkt m_2 für die Gratlinie über bs wird dann gefunden, indem man auf dem in s gegen sb errichteten Lote $ss_2 = ss_1$ anträgt, s_2 mit b verbindet, im Halbierungspunkte dieser Linie ein Lot errichtet und den Schnitt dieses Lotes mit der über s hinaus verlängerten bs herbeiführt. Die Randlinien können dann mit beliebigen Halbmessern geschlagen werden, doch empfiehlt es sich, um keine zu abweichenden Verhältnisse in der Form derselben zu erhalten, die Halbmesser nach dem Verhältnis der Seitenlängen der Grundrissfigur zu ermitteln. Selbstverständlich müssen mit Rücksicht auf die bereits erwähnte Voraussetzung die Scheitelhöhen der Randlinien geringer sein als die der Gratlinien. Sollen nun die einzelnen Kappenstücke Kugelflächen angehören, so wird auf gleiche Weise, wie dies bei den vorgehenden Gewölben wiederholt erläutert wurde, der Punkt M_1 als Mittelpunkt der Kugelfläche ags mit dem grössten Kreise I, der Punkt M_2 als Mittelpunkt der Kugelfläche bgs mit dem grössten Kreise II und der Punkt M_3 als Mittelpunkt der Kugelfläche bsh mit dem grössten Kreise III gefunden. Die Mittelpunkte und grössten Kreise der übrigen Kugelflächen können auf gleiche Weise festgelegt werden. Eine lotrechte Schnittebene, in der Richtung der Scheitellinie sg geführt, trifft die Kugelflächen über I und II in einem Halbkreise, dessen Durchmesser kl ist und es ist somit in dem Teile no dieses Halbkreises die Scheitellinie über gs ermittelt. Ebenso trifft auch eine durch sh gerichtete Lotebene die Kugelfläche über III in einem

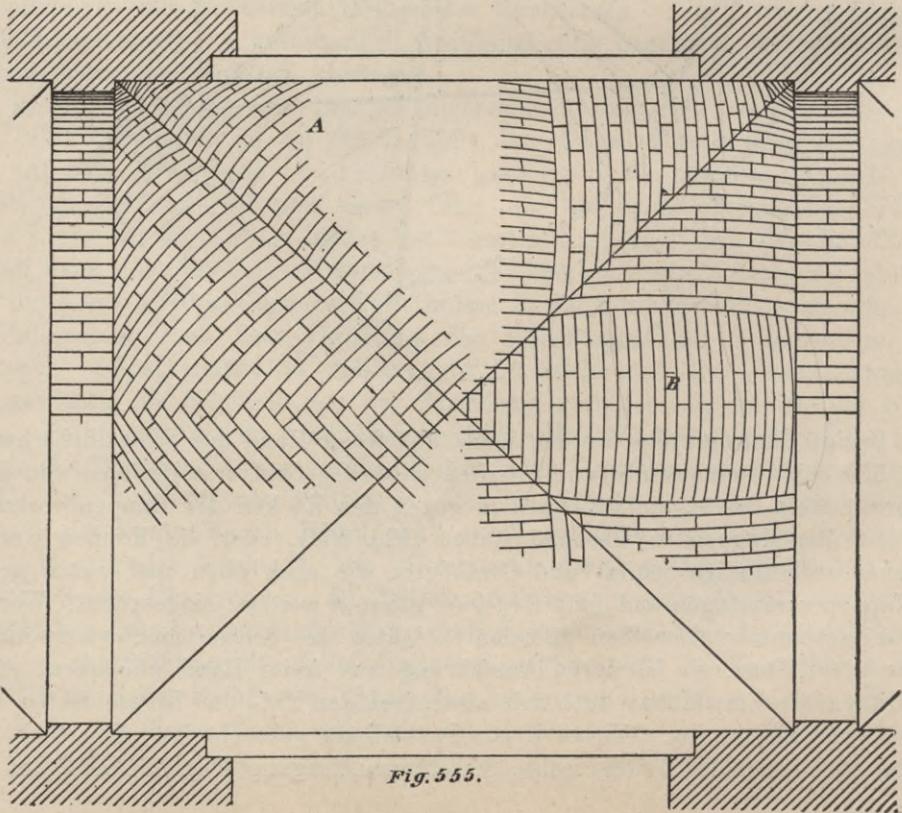
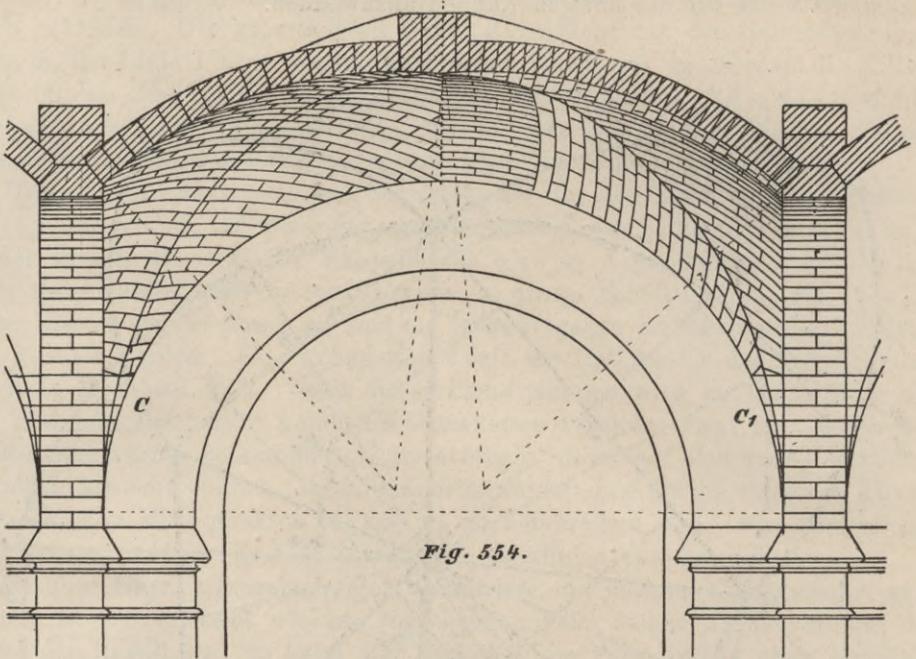
Halbkreise, dessen Durchmesser pq ist und es ist mithin in dem Teile rt dieses Halbkreises die Scheitellinie sh gefunden. Das hier beschriebene Verfahren ist in gleicher Weise für die übrigen Kappen anzuwenden.

Fig. 553.



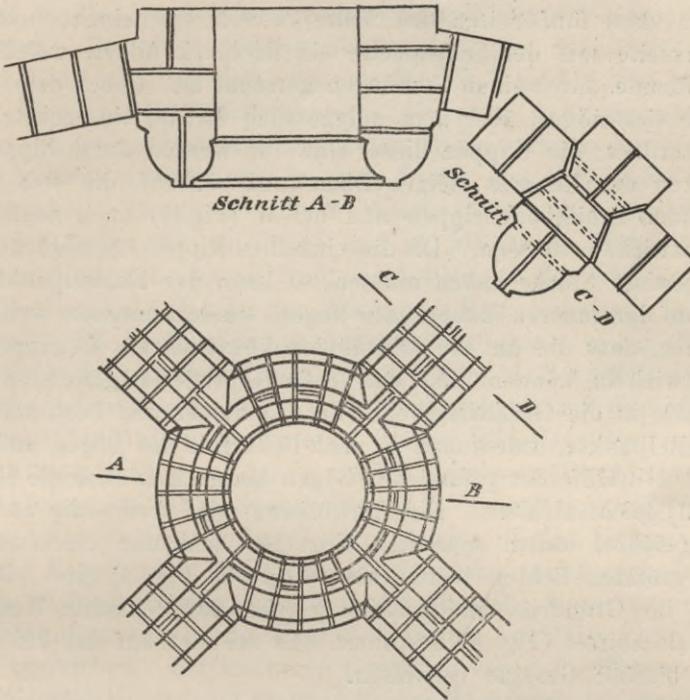
Busige Kreuzgewölbe werden meist aus freier Hand auf Schwalbenschwanz (Fig. 555 bei A) eingewölbt und erhalten entweder Gratverstärkungen von mindestens 1 Stein Breite, die um $\frac{1}{2}$ Stein gegen den Rücken der Kappen vortreten und mit den Kappen in Verband stehen (Fig. 554), oder die Kappen werden zwischen selbständige Schild- und Grathbögen, die nach oben und unten gegen die Kappen vorspringen und dann Rippen genannt werden, eingespannt. Werden bei weitgespannten Gewölben einzelne Schichten der Schwalbenschwanzwölbung länger als 1,80 m, so ist deren Ausführung aus freier Hand unbequem. Man kann dann die Einwölbung auch mit abwechselnden Kuf- und Ringschichten ausführen, wie dies in Fig. 555 bei B zur Darstellung gebracht ist. Den Gewölbeanfang stellt man durch wagerechte Schichtenauskrägung (Fig. 554 bei C und C₁)

her, wenn man nicht vorzieht, diesen Teil durch einen Werksteinanfänger zu bilden (vergl. Fig. 539).



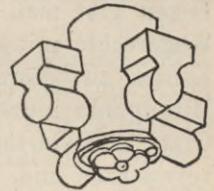
Bei den Rippengewölben erhalten die gegen die Kappenflächen vortretenden Gurt-, Schild- und Gratbögen meist eine mehr oder weniger reiche Gliederung. Dieselben können sowohl aus gebrannten Formsteinen als auch aus

Fig. 556.



Werkstein hergestellt werden. Meist wird im Scheitel dieser Gewölbe ein Schlussring oder ein Schlussstein angeordnet, gegen welchen die Gratrippen anschneiden. Bei Verwendung von Backsteinen müssen sowohl die Gratrippen als auch der Schlussring aus einzelnen Steinen zusammengesetzt werden (vergl. Fig. 556). Nur bei kleineren Gewölben, deren Kappen in $\frac{1}{2}$ Stein Stärke ausgeführt werden, können die Steine der Gratrippen aus einem Stück geformt werden. Werden die Gratrippen aus Werkstein gebildet, so ist ein kurzes Stück derselben an den Schlussstein anzuarbeiten (Fig. 557).

Fig. 557.



Die Widerlagsflächen für die Kappen an den Gratrippen können entweder nach Fig. 558 lotrechte, oder nach den Fig. 559 und 560 schräge und schliesslich nach Fig. 561 schwalbenschwanzförmige Ansätze sein. Die letztere Form eignet

Fig. 558.

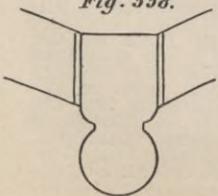


Fig. 559.

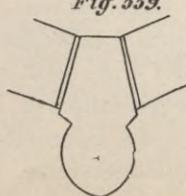


Fig. 560.

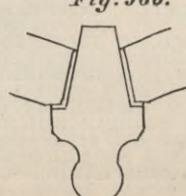
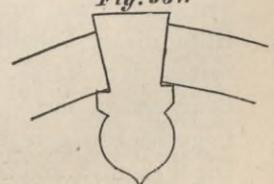


Fig. 561.



sich namentlich dann, wenn die Kappenschichten von unten nach oben gegen die Gratrippen antreten.

Auf den Tafeln 14 und 15 ist ein Rippengewölbe über einem Raume, welcher an der linksseitigen Schmalseite durch drei Seiten eines regelmässigen Achteckes abgeschlossen ist, zur Darstellung gebracht. Die Teilung dieses Raumes ist so vorgenommen, dass fünf Seiten des Achtecks voll erscheinen, und der übrige Teil der Langseite mit der Schmalseite ein Rechteck bildet, welches von dem polygonalen Raume durch einen Gurtbogen getrennt ist. Ueber dem rechteckigen Raume ist ein vierteiliges, über dem polygonalen Raume ein sechsteiliges Kreuzgewölbe angeordnet; die Kappen dieser Gewölbe werden durch Rippen getragen. Aus den Ecken des Raumes steigen Diagonalrippen auf, die sich zugleich mit den vortretenden Schildbogenrippen und bei W (Fig. 1) auch zugleich mit dem Gurtbogen entwickeln müssen. Da die einzelnen Rippen, Schildbogen und Gurtbogen eine gewisse Stärke haben müssen, so kann der Knotenpunkt der Mittellinien nicht auf der inneren Mauerkante liegen, sondern muss so weit nach aussen gerückt werden, dass die um die Mittellinien konstruierten Bogenprofile sich im Anfänger entwickeln können. Ist das Anfängerprofil festgelegt, so klappt man die Bogenprofile in die Grundrissebene (Fig. 1) nieder und bestimmt die Höhenlage der Scheitelpunkte, indem man je nach Bedürfnis die Bögen an den Schmalseiten stetzt. Mit Hilfe der gefundenen Bögen lassen sich dann die Höhenschnitte (Fig. 2 und 3) leicht ableiten. Die Einwölbung wird freihändig auf Schwalbenschwanz ausgeführt, indem man den einzelnen Schichten einen Stich von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{12}$ der grössten lichten Weite (hier $\frac{1}{10} a x$ in Fig. 4) gibt. Die Lage der Fugenkanten im Grundriss und Aufriss werden auf bekannte Weise mit Hilfe eines Diagonalschnittes (Fig. 4) bestimmt. Es sei hier auf das bei Besprechung der Fig. 534 bis 538 Gesagte verwiesen.

Auf den Tafeln 16 und 17 ist in Fig. 1 der Grundriss des aus Fig. 1 der Tafeln 14 und 15 entnommenen Knotenpunktes in doppeltem Massstabe dargestellt. Die Grat-, Schild- und Gurtbogen sind in die Grundrissebene niedergelegt und die Fugen zwischen den einzelnen Werkstücken eingezeichnet. Diesen Fugen gibt man so lange eine wagerechte Lage, bis der Winkel, welchen die Wagerechte mit der Bogenlinie bildet, so spitz wird, dass ein Abstossen der Kanten zu befürchten ist. Von hier aus gibt man den Fugen eine nach den Mittelpunkten der Bogen gerichtete Lage. Da am Anfänger die Profile der Schild-, Grat- und Gurtbogen sich noch nicht voll entwickeln können, also ineinander verwachsen sind, so werden die Anfängersteine für alle Bögen so lange aus einem gemeinsamen Werkstück gebildet, bis sich die Bogen voneinander getrennt haben. Für die Herstellung der Anfängersteine hat man zunächst die Grundrisschablonen (Fig. 7, 8 und 9) aus dem Grundrisse unter Fortlassung der Profilierung zu ermitteln, indem man die Lagerfugenkanten der Anfängersteine A, B und C in den Grundriss projiziert. Nachdem die Lagerflächen der Anfängersteine mit Hilfe dieser Schablonen in ihrer rohen Form bearbeitet sind, legt man an die Seiten der Steine die Bogenschablonen an und setzt nach diesen die weitere Bearbeitung fort. Erst hierauf werden die eigentlichen Profilschablonen auf die Lagerflächen gelegt und mit Hilfe derselben die Bearbeitung der Steine vollendet. Die Fig. 2, 3 und 5 veranschaulichen die Anfängersteine, Fig. 5 den ersten Bogen-

stein des Gurtbogens und Fig. 6 den Schlussstein des Gewölbes in isometrischer Ansicht.

Die Stärke der Gewölbekappen nimmt man bis 6 m Spannweite zu $\frac{1}{2}$ Stein, darüber hinaus zu 1 Stein an.

Cylindrische Kreuzgewölbe bis zu 3,5 m Spannweite erhalten, wenn sie unbelastet bleiben, meist weder einen selbständigen Gratbogen noch eine Gratverstärkung. Bei einer Spannweite bis 4 m gibt man dem Gratbogen mindestens 1 Stein und bei einer Spannweite bis 9 m $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stein Breite und Höhe. Werden bei Backsteinkappen bis etwa 6 m Spannweite Gratverstärkungen angeordnet, welche mit dem Mauerwerk der Kappen in Verband stehen, so ist diese Verstärkung in ihrer Breite und Höhe mindestens gleich 1 Stein zu wählen. Gratbogen aus Werkstein sollten bei Gewölben bis 6 m Spannweite nicht unter 20 cm Breite und 25 bis 30 cm Höhe, bei grösseren Gewölben aber mindestens 30 cm Breite und 40 cm Höhe erhalten.

Die Widerlagsstärke an den Ecken des Raumes betrage in der Richtung der Gratebene $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ der Spannweite des Gratbogens, wobei die Breite des Widerlagskörpers sich zu seiner Länge wie 1 : 1 oder 2 : 3 verhalten soll. Uebersteigt die Höhe des Widerlagers von der Fussfläche bis zur Kämpferebene 3 m, so ist die Stärke der Widerlager um etwa $\frac{1}{10}$ der Widerlagshöhe zu vergrössern.

Die busigen Kappen der gotischen Kreuzgewölbe bleiben meist unbelastet und können bis 10 m Spannweite in $\frac{1}{2}$ Steinstärke ausgeführt werden.

Für die Abmessungen der Gratrippen gotischer Kreuzgewölbe lassen sich empirische Regeln nicht aufstellen, da diese sich meist nach den gewählten Profilierungen richten müssen und weil die statische Untersuchung häufig so geringe Querschnittsmaasse ergibt, dass diese für die Ausführung der gewünschten Profile nicht ausreichen. Bei kleineren Gewölben ragen die Rippen häufig nicht über den Kappenrücken vor und besitzen keinen Rückenansatz; sie erhalten dann etwa 10 cm Breite und 15 bis 20 cm Höhe. Bei Gewölben bis etwa 10 m Diagonallänge schwankt bei Rippen aus Werkstein die Breite zwischen 15 und 25 cm bei einer Höhe von 25 bis 35 cm einschliesslich des Rückenansatzes; bei Rippen aus Backsteinen wählt man in solchem Falle eine Höhe und Breite gleich 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stein.

Die Widerlagsstärke gotischer Kreuzgewölbe lässt sich ebenfalls nicht auf Grund empirischer Regeln festlegen, da die Widerlagshöhe und die Form dieser Gewölbe in jedem besonderen Falle eine verschiedene sein wird. Es muss deswegen für solche Gewölbe stets eine statische Untersuchung der Bestimmung der Widerlagsstärke vorangehen.

Zerlegt man die Gewölbekappen eines einfachen gotischen Kreuzgewölbes, welches nur Rand- und Gratbogen besitzt, durch Zwischenbogen, so entsteht das

mehrteilige Kreuzgewölbe,

welches auch die Bezeichnungen Sterngewölbe und Netzgewölbe führt, je nachdem die Figuren, welche die Rippen mit einander bilden, die Sternform besitzen, oder netzartig verknüpft erscheinen. Einige Beispiele für die Grundrissanordnungen dieser Gewölbe veranschaulichen die Figuren 562 bis 567. Ebenso verschiedenartig wie die Anordnung der Rippen können auch die zwischen diesen vorhandenen Kappenfelder gestaltet werden. Meist gehören die Laibungen der

Kappen Kugelflächen oder kugelförmigen Flächen, seltener Walmflächen, an welche mit Stiehkappen oder Schildern durchsetzt sind. Die Rippen unterscheiden sich ihrer Stellung und Bedeutung nach in Kreuz- oder Hauptrippen,

Fig. 562.

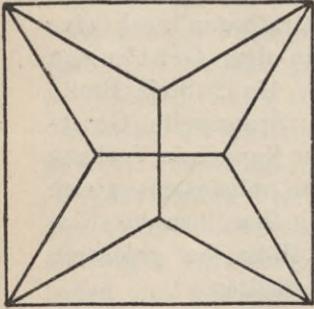


Fig. 563.

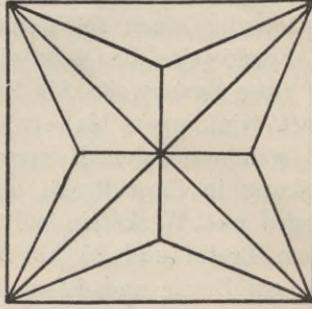


Fig. 564.

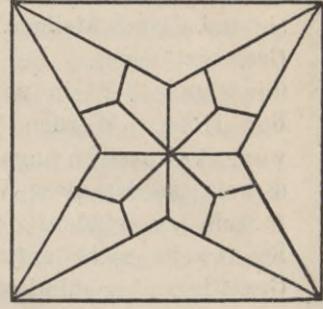


Fig. 565.

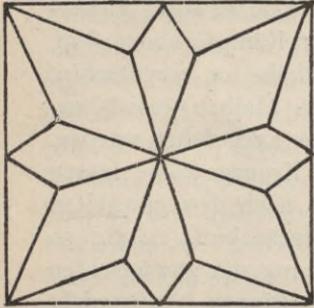


Fig. 566.

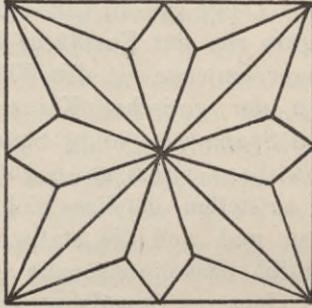
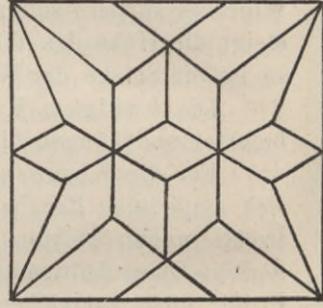


Fig. 567.



Scheitelrippen, Schildbogen- oder Wandrippen, Quer- oder Gurtrippen und Nebenrippen.

Soll ein Sterngewölbe über einem quadratischen Raume errichtet werden, so können die Bogen aller Gewölberippen als Kreisbogen mit gleichem Halbmesser konstruiert werden. In Fig. 568 sei der Diagonalbogen als flacher Spitzbogen aus den Mittelpunkten i und i_1 beschrieben.

Schlägt man jetzt mit di_1 um d einen Kreisbogen und verlängert die Rippenlinie dh bis zum Schnitte k mit diesem Kreisbogen, so erhält man die Form des Rippenbogens ds_2 als Kreisbogenlinie beschrieben um k mit kd und ebenso muss l Mittelpunkt der mit dem Halbmesser ld zu verzeichnenden Randlinie ds_3 sein. Sollen nun die Laibungen der einzelnen Kappenfelder Kugelflächen angehören, so muss der Mittelpunkt M_1 für die Laibungsfläche dhs in dem Schnitte der Lote von k gegen dk und von i_1 gegen di_1 und der Mittelpunkt M_2 für die Laibungsfläche dhn in dem Schnitte der Lote von k gegen dk und von l gegen dl liegen. Die aus M_1 und M_2 beschriebenen grössten Kreise der Kugelflächen sind dann I und II. Legt man eine lotrechte Schnittebene durch die Scheitellinien sh und hn , so wird die Kugelfläche über I in einem Halbkreise geschnitten, dessen Durchmesser op ist und die Kugelfläche II in einem Halbkreise, dessen Durchmesser qr ist. Die Mittelpunkte t und n dieser Halbkreise liegen dann in den Loten von M_1 und M_2 gegen ns und die Halbmesser der

Scheitellinien sh und hn sind mithin gleich to beziehungsweise gleich nq . Da die Mittelpunkte dieser Scheitellinien und die aller Rippenbogen in der Kämpferebene $a_1 b_1$ liegen müssen, so ist die Darstellung des Querschnittes (Fig. 569) ohne weiteres möglich.

Auch bei rechteckiger Grundrissform kann unter Beibehaltung des gleichen Halbmessers für alle Rippenbogen die Form des Gewölbes bestimmt werden. Da jedoch dann bei langgestreckten rechteckigen Grundrissformen die Randbogen und auch die übrigen Bogen eine meist ungünstige Form annehmen, so nimmt man besser von der Gestaltung solcher Gewölbe nach festem Halbmesser Abstand.

Sollen die Kappenflächen Teile von Kugelflächen sein, so kann man in Fig. 570 den Punkt e , aus welchem der Gratbogen ds_1 über sd mit ed beschrieben ist, als Mittelpunkt der Kappenflächen shd und sid betrachten. Fällt man jetzt von e gegen dh

und di die Lote ek und el , sowie von k ein Lot km gegen de und von l ein Lot ln gegen ad , so können k , l , m und n als Mittelpunkte der Rippenlinien dh_1 über dh , di_1 über di sowie der Schildbogenlinien do_1 über do und dp_1 über dp angesehen werden. Es sind dann zugleich k und l Mittelpunkte der Kappenflächen dho und dip . Zum Austragen der Scheitellinie über si dient die Kappenfläche sdi , deren grösster Kreis I sich mit der Gratlinie ds_1 deckt. Dieser wird von einer durch is geführten Lotebene in u und u_1 geschnitten und es ist mithin uu_1 der Durchmesser des Halbkreises, in welchem die Kugelfläche der Kappe dis geschnitten wird. Der Mittelpunkt dieses Halbkreises liegt dort, wo uu_1 von dem aus e gegen u_1 gefällten Lote getroffen wird, also in q . Die Scheitellinie $i_2 s_2$ ist demnach ein Kreisbogen, beschrieben um q mit qu . Die Mittelpunkte r der Scheitellinie über hs und v der Scheitellinie über pi sind auf gleiche Weise wie q zu ermitteln und ebenso ergeben sich auch die Halbmesser dieser Scheitellinien in rw und vx . Nach diesen Ermittlungen ist die Darstellung der Höhengschnitte ohne weiteres möglich.

Fig. 569.

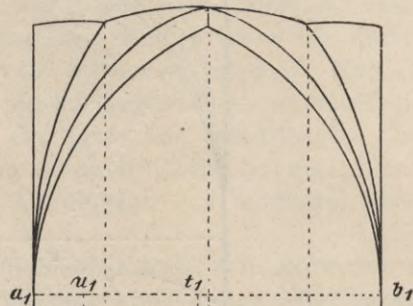
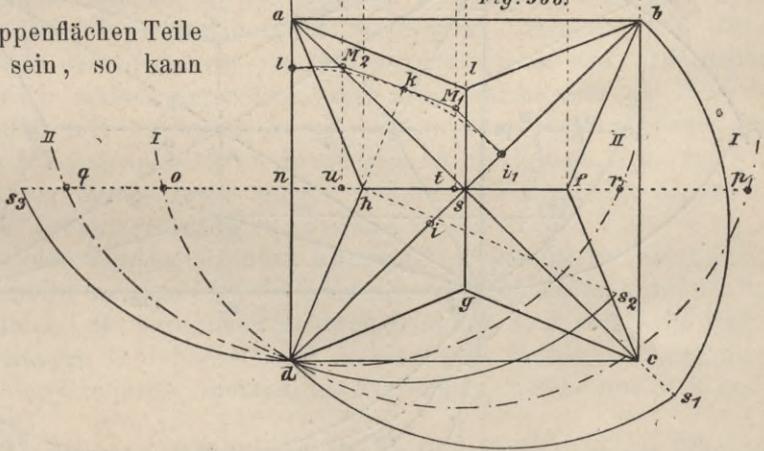
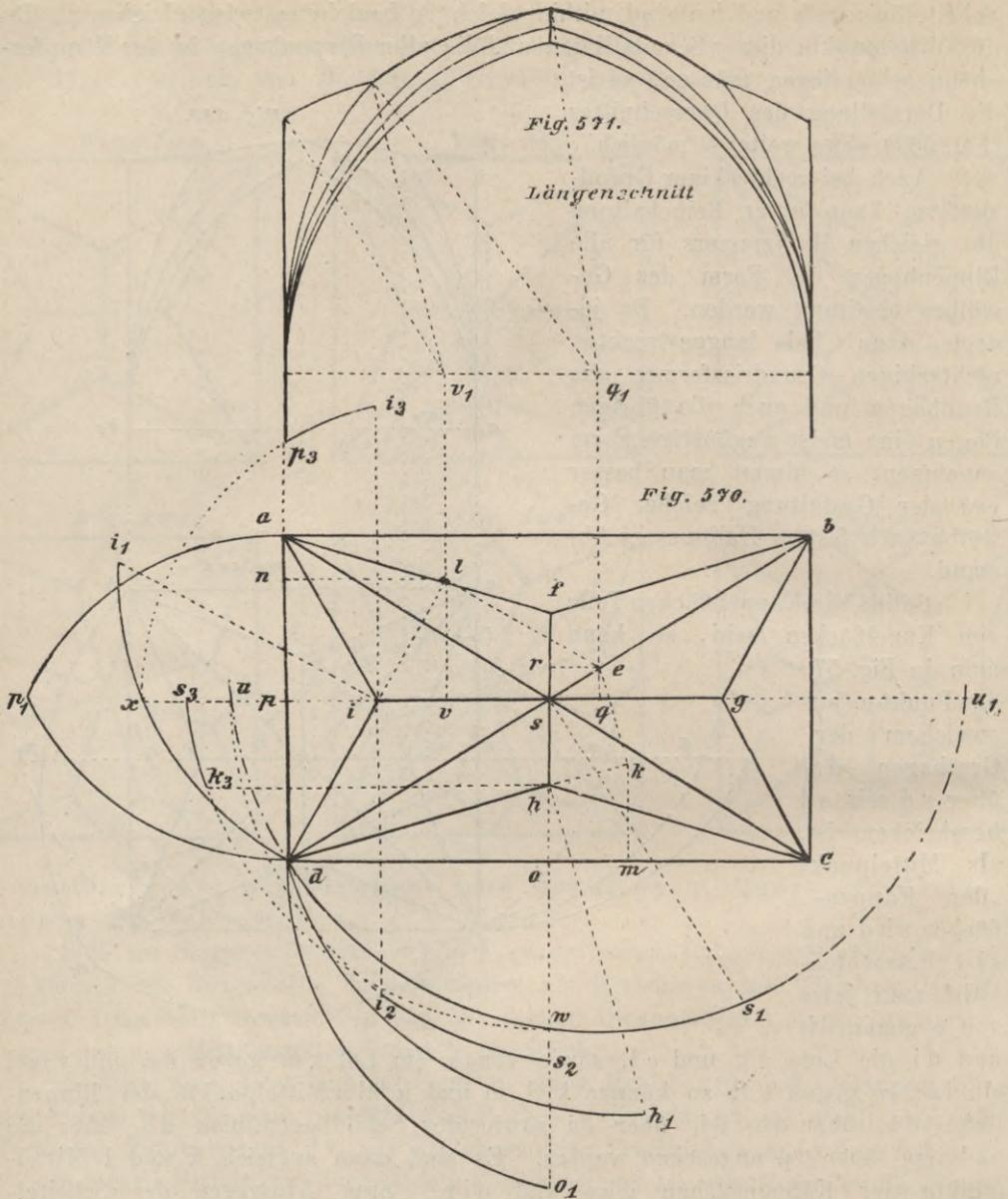


Fig. 568.





f) Fächer- oder Trichtergewölbe.

Das Fächergewölbe, auch Trichter- oder Strahlengewölbe, Normännisches oder Angelsächsisches Gewölbe genannt, besitzt als Laibungsfläche eine Umdrehungsfläche. Diese wird durch Drehung einer ebenen Kurve um eine lotrechte Achse, welche Tangente in einem Endpunkte der Kurve ist, erzeugt. Die Erzeugende ist meist ein Viertelkreis oder ein halber Spitzbogen, seltener eine elliptische Linie oder ein Korbogen. Gewöhnlich sind die Laibungsflächen durch vortretende gegliederte Rippen in viele schmale Gewölbefelder, die sogen.

„Fächer“ oder Gewölbefache, zerlegt und die derart gegliederten Gewölbekörper werden von Stützen getragen, deren Querschnitt ein Kreis oder ein regelmässiges Vieleck ist, auch wohl durch Hinzufügung rechteckiger oder geschwungener Vorlagen, die Kreuzform annimmt. Die Zahl der von einer Stütze ausgehenden Rippen kann eine beliebige sein, doch wählt man diese meist so, dass sich die gegen die Gewölbefache vortretenden Teile der Rippen schon am Kämpfer, oder doch in geringer Höhe über diesem, voll entwickeln können. Handelt es sich um die Ueberdeckung kleinerer Räume mit Fächergewölben, so treten die Stützen als Mauervorlagen auf. Ist dagegen ein Raum von ausgedehnter Grundfläche mit Fächergewölben zu überspannen, so ist durch Pfeilerstellungen der Raum in einzelne quadratische oder rechteckige Abteilungen von möglichst gleichen Abmessungen zu zerlegen.

Die Rippen der einzelnen Gewölbefelder lässt man entweder sternartig zusammentreten oder gegen wagrecht liegende kreisförmige Abschlussrippen anschneiden. Ein Fächergewölbe der ersteren Art veranschaulichen die Fig. 572 und 573, ein solches des letzteren Art die Fig. 574 und 575.

Als Erzeugende der Umdrehungsfläche des Rippensystems ist in Fig. 572 der um e beschriebene Schenkel as eines in der Richtung ac stehenden Spitzbogens gewählt. Die Rippeneinteilung ist so bewirkt, dass die von diesen begrenzten Winkel in der Grundrissprojektion einander gleich sind. Die Bogenlinien af , ag und ah müssen dann Kreisbogen sein, welche alle mit dem unveränderlichen Halbmesser ae aus i , k und l beschrieben werden können und die Höhenlage der Scheitelpunkte dieser Kreisbogen ist gleich mm_1 , nn_1 und oo_1 .

Unter Benutzung dieser, sowie einiger weiterer Höhenlote der Rippen ist die Darstellung der Schnittzeichnung A—B leicht zu bewirken.

Die zwischen den Rippen liegenden Kappenfelder können mit Busung als Kugelflächen eingewölbt werden. Die in e auf ae , in l auf al , in k auf ak und in i auf ai errichteten Lote bestimmen in ihren Schnitten 1, 2 und 3 die Kugelmittelpunkte der Kappen I, II und III und es erscheinen mithin die Lagerfugen dieser Kappen in der Grundrissprojektion als Kreisbogen, welche aus 1, 2 und 3 beschrieben werden.

Sollen die Scheitelpunkte aller Rippen gleiche Höhenlage über der Kämpferebene haben, so sind dieselben durch horizontal liegende Abschluss- und Kranzrippen a und b (Fig. 574) zu verspannen. Die Einwölbung der zwischen den Fächerrippen liegenden Kappenfelder kann wiederum nach Kugelflächen stattfinden. Die Zwickel c können durch Steinplatten, durch flache böhmische Kappen oder durch Klostergewölbe geschlossen werden, während die Kreisflächen d gewöhnlich durch eine flache Kuppel überdeckt werden.

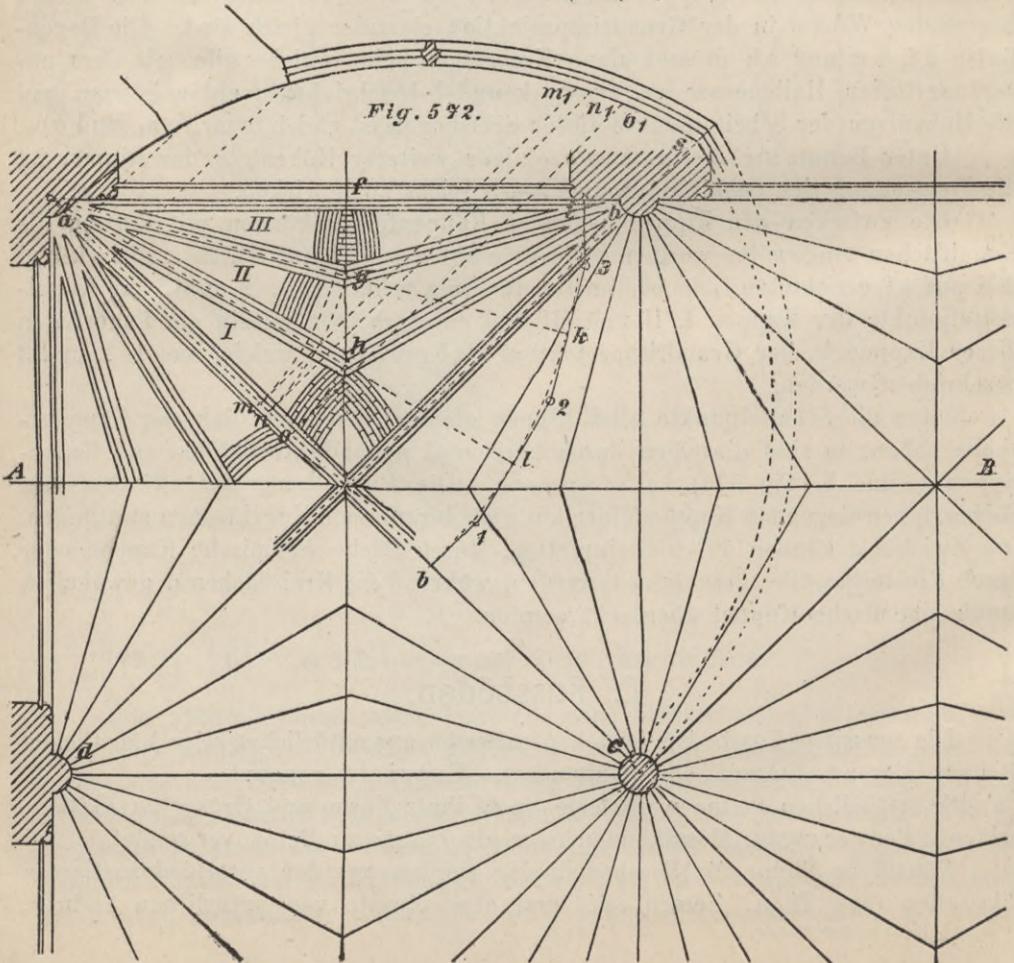
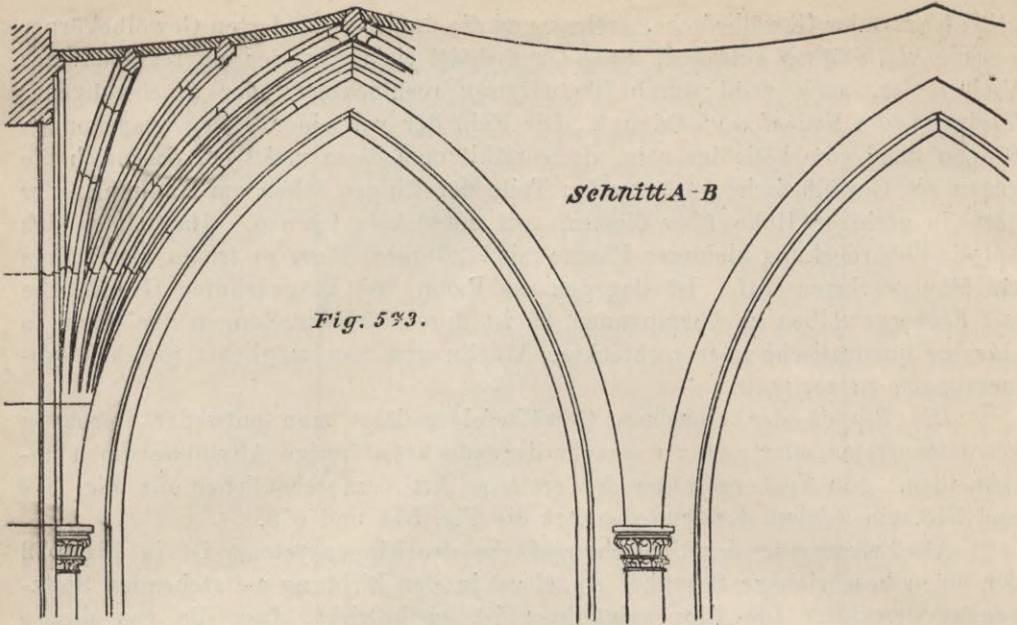
C. Fussböden.

INŹ. I. STELLA-SAWICKI

Die massiven Fussböden bestehen entweder aus natürlichen oder künstlichen Steinen oder aus Stampf- oder Gussmasse, „Estrich“ genannt.

Die natürlichen Steine werden je nach ihrer Form und Grösse zu Plattenbelägen, Pflasterungen, Mosaikboden oder als Zusatz zu Beton verwendet.

Künstliche Steine für Fussbodenbelag werden aus den verschiedenartigsten Baustoffen (aus Thon, Zement mit und ohne Zusatz von natürlichen Steinen,



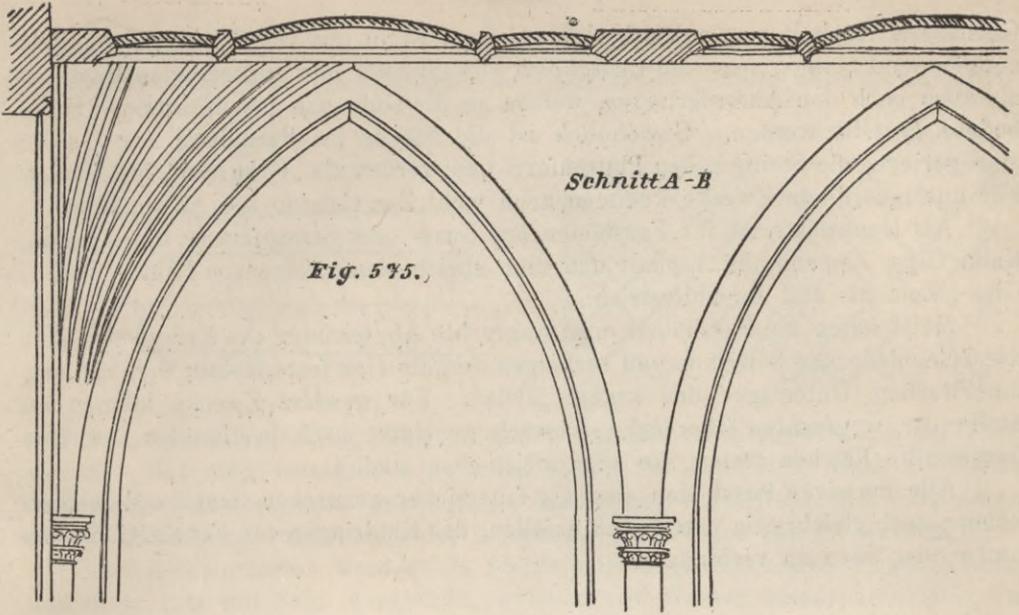
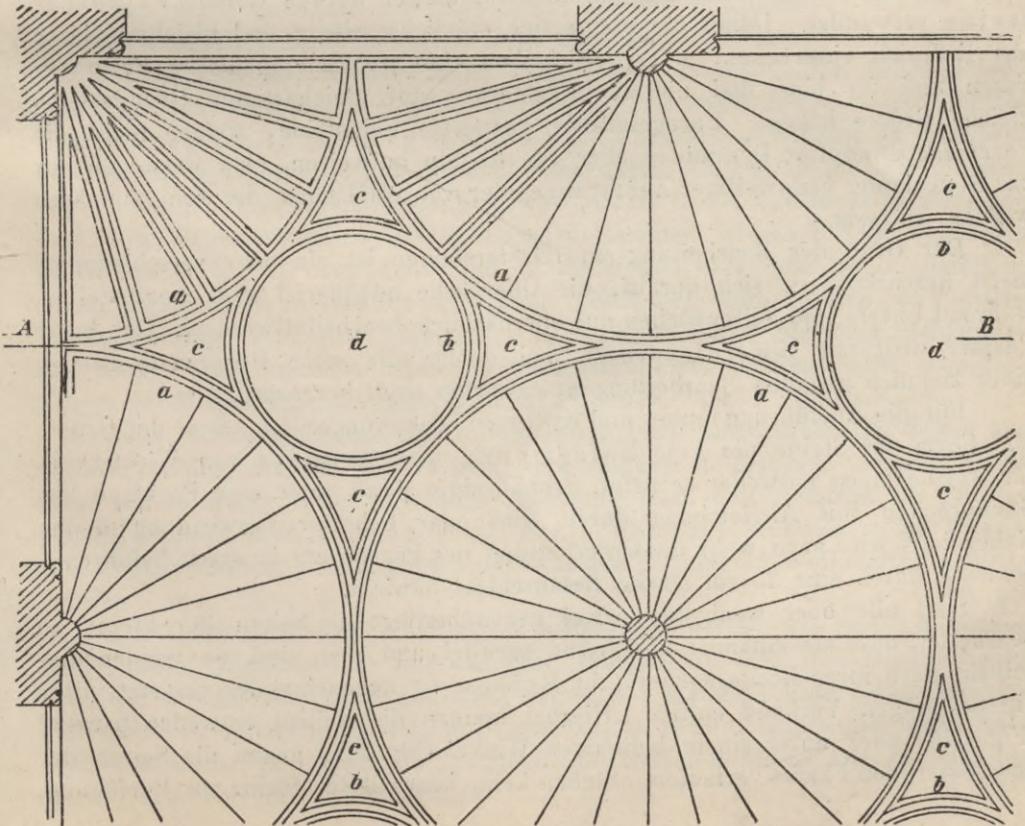


Fig. 574.



Glasmasse, Asphalt u. s. w.) gefertigt. Grösse, Form und Oberfläche ist ebenfalls eine äusserst mannigfache und richtet sich sowohl nach dem vorliegenden Material, als auch nach den Anforderungen, welche an die Güte des auszuführenden Fussbodens gestellt werden. Gewöhnlich ist die Stärke im Verhältnis zur Grösse eine geringe, die Steine haben Plattenform und werden als „Fliesen“ bezeichnet. Für untergeordnete Zwecke kommen auch wohl Ziegelsteine zur Anwendung.

Als Hauptmaterial für Fussböden aus Guss- oder Stampfmasse dient Lehm, Kalk, Gips, Zement und Asphalt und man spricht demzufolge von Lehm-, Kalk-, Gips-, Zement- und Asphaltestrich.

Meist sollen die Fussböden eine wagrechte Abgleichung des Erdreiches oder der Gebäudedecken bewirken und verlangen deshalb eine feste, keiner Veränderung unterworfenen Unterlage, das sogen. „Bett“. Für gewisse Zwecke können an Stelle der wagrechten Oberfläche schwach geneigte, nach bestimmten Gesetzen hergestellte Flächen treten, die aber meist eben sind.

Alle massiven Fussböden sind als feuersicher anzusehen, manche derselben können auch gleichzeitig den Zweck erfüllen, das Eindringen von Feuchtigkeit von unten oder oben zu verhindern.

1. Fussböden aus natürlichen Steinen.

Zur Herstellung von Strassen, zur Befestigung von Hofflächen, Zufahrten, zu Fussböden in Stallungen, Remisen u. s. w., sowie zur Herstellung von offenen Rinnen zur Ableitung von Regen- und Schmutzwasser werden vielfach Pflastersteine verwendet. Damit die Steine sich möglichst wenig und gleichmässig in das Erdreich eindrücken, müssen dieselben eine parallelepipedische Form besitzen und für eine und dieselbe Pflasterung auf gleichartigem Grunde eine gleiche Grösse haben. Unregelmässig gestaltete Feldsteine, welche meist die Form abgestumpfter Pyramiden oder von Kegeln aufweisen, sind deswegen nur zur Befestigung einstweiliger Zufuhrwege oder von Hofflächen, die wenig befahren werden, zulässig.

Der Grad der Bearbeitung an Pflastersteinen ist ein sehr verschiedener; meist beschränkt er sich darauf, die Oberfläche annähernd eben herzustellen, während Unter- und Seitenflächen nur oberflächlich bearbeitet werden. Das beste Pflaster wird mit Würfelsteinen, bei denen alle sechs Begrenzungsflächen einer ziemlich genauen Bearbeitung unterworfen sind, hergestellt.

Für die Ausführung guter und haltbarer Pflasterungen ist neben der Grösse und Form der Steine die gute Befestigung des Grundes von Wichtigkeit, für welche meist entweder scharfer, grobkörniger Sand, oder eine Packlage aus Steinbrocken mit Abgleichung durch Kies oder Schotter Verwendung findet. Neuerdings wird auch wohl die Unterbettung der Pflasterung in stark befahrenen Strassen durch eine 20 cm starke Betonschicht bewirkt.

Sind alle oder wenigstens zwei gegenüberliegende Seiten der Steine so bearbeitet, dass sie einander annähernd parallel und eben sind, so werden dieselben, nach ihrer Breite sortiert, in Reihen so nebeneinander versetzt, dass die Stossfugen Verband halten. Hierbei können die Reihen entweder parallel (Fig. 576) oder unter einem beliebigen Winkel (Fig. 577) gegen die Seiten der zu pflasternden Fläche verlaufen. Stehen keine bearbeiteten Steine zur Verfügung,

so sieht man von einem regelmässigen Verbande ab und setzt die Steine mit den Seitenflächen möglichst dicht aneinander. Derartiges Pflaster wird als Mosaik-

Fig. 576.

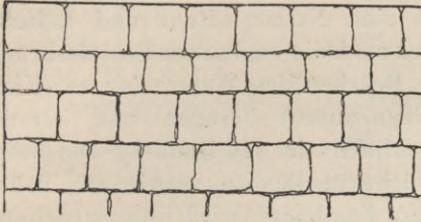
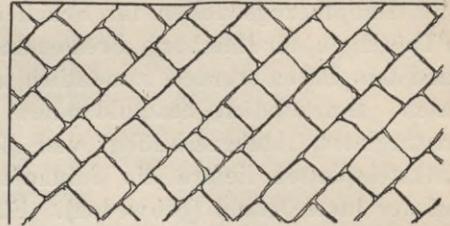


Fig. 577.



pflaster bezeichnet (Fig 578); es findet ausschliesslich Anwendung bei Fusswegen. Hat man verschieden gefärbte Steine, so lässt sich durch geschickte Verteilung derselben eine mannigfache Musterung herstellen. Als Schablonen dienen Bandeisen, welche nach der Auspflasterung wieder entfernt werden.

Bei Reihenpflaster werden die Steine mit möglichst engen Fugen gesetzt und diese satt mit Sand ausgefüllt, welcher mit Wasser einzuspülen ist. Um das Eindringen von Regenwasser und eine Durchfeuchtung des Untergrundes zu verhüten, füllt man die Fugen oft nur auf halbe Höhe mit Sand und giesst den oberen Teil derselben mit Zementmörtel oder heissem Asphalt aus.

Die in das Sandbett gesetzten Steine werden mit dem Hammer eingetrieben, doch nur so weit, dass sie noch etwa 4 bis 5 cm über der beabsichtigten Höhenlage vorragen. Den festen Schluss und seine genaue Höhenlage erhält ein Pflaster erst durch das Abrammen mittels Handrammen von 12 bis 15 kg Gewicht. Die Fussfläche der Rammen darf nicht grösser als die Oberfläche eines Steines sein, damit jeder Stein für sich gerammt werden kann. Das Einrammen auf die gewünschte Höhenlage muss in zwei oder drei Abschnitten erfolgen. Bei dem ersten Rammen ist das Pflaster gut feucht zu halten, auch darf noch kein Sand in die Fugen eingebracht sein, damit die Steine recht nahe aneinander schliessen. Erst bei dem zweiten und dritten Rammen bringt man eine Lage feinen Kiesel oder feiner gesiebter Steinsplitter auf, welche auch nach vollendetem Abrammen nicht entfernt wird, damit die Fugen durch den Verkehr selbst gefüllt werden.

Fig. 578.



Jede Pflasterung muss mit Gefälle nach einer oder mehreren Seiten ausgeführt werden, um das Regenwasser zum Abfluss zu bringen. Dieses Gefälle muss um so stärker sein, je weniger eben und glatt die Oberfläche des Pflasters ist; es wechselt etwa zwischen 1:200 und 1:400. Die Fortleitung des Wassers geschieht in Rinnen, welche gepflastert oder aus besonderen Werksteinen gefertigt werden.

Die festesten und dauerhaftesten Pflastersteine werden aus Basalt gewonnen, doch haben dieselben die unerwünschte Eigenschaft, dass ihre Oberfläche bei starkem Verkehr bald glatt und dann namentlich für die Pferde gefährlich wird. Sehr gute Pflastersteine werden auch aus Granit, Syenit, Gneis und festen Kalk- und Sandsteinen gewonnen. Namentlich die letzteren bieten den Vorteil, dass ihre Oberflächen nicht glatt werden.

Zur Fussbodenbildung im Innern der Gebäude (in Dielen, Vorplätzen, Gängen, Küchen, Vorratskammern und Aborten) finden namentlich Platten aus geschichteten oder schiefrigen Gesteinen, aus Thonschiefer, Sand- und Kalkstein Verwendung.

Hauptbezugsquellen für Schieferplatten sind Nutlar a/Ruhr und Lehesten in Thüringen, für Hamburg, Bremen und Lübeck auch die englischen Schieferbrüche. Sandsteinplatten werden namentlich aus den Brüchen des Wesergebirges (Karls-hafen, Holzminden, Stadtoldendorf und Oeynhausen) bezogen und kommen „naturglatt“, „halbgeschliffen“ und „fein geschliffen“ in den Handel. Die besten Kalksteinplatten liefern die Solnhofener Brüche in Bayern, sowie die Brüche auf der Insel Oeland (Schweden). Für bessere Fussböden wird in ausgedehntem Masse Marmor in den verschiedensten Färbungen aus schlesischen, rheinischen und westphälischen, sowie auch aus ausländischen, namentlich belgischen und italienischen Brüchen, verwendet.

Für das Freie sind die weniger geschichteten Steinarten, insbesondere Basaltlava, Granit, Syenit, Porphyr und Diorit vorzuziehen.

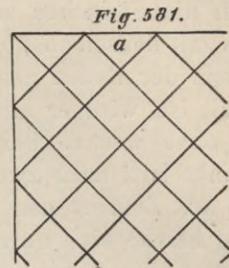
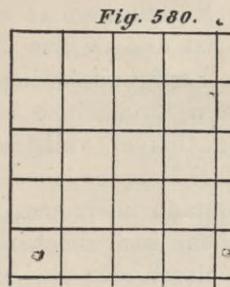
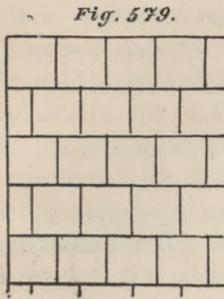
Plattenbeläge im Freien sind auf einer Packung aus Steinschotter oder Ziegelbrocken von etwa 30 cm Dicke, auf welche eine 3 bis 5 cm starke Sandschicht sowie ein Mörtelbett aufgebracht ist, zu verlegen.

Nach dem Verlegen sind die Stossfugen der Platten mit dünnflüssigem Zementmörtel zu vergiessen. Die Grösse und Dicke der Platten ist eine sehr verschiedene und einerseits von der Gesteinsart, andererseits von der Beschaffenheit der Unterlage abhängig. Je minderwertiger und je ungleichartiger die letztere ist, um so kleiner sind die Platten zu wählen, damit Brüche vermieden werden.

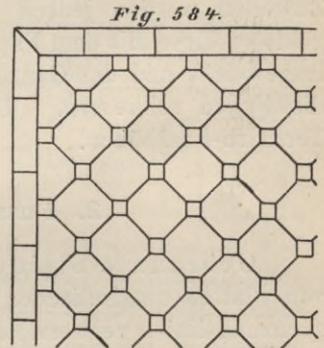
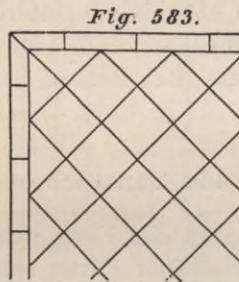
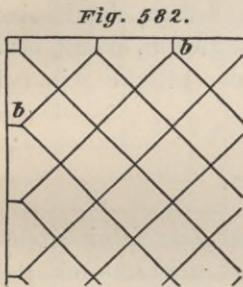
Plattenbeläge für das Innere von Gebäuden können in Sandbettung verlegt werden, wenn ihre Stärke mindestens 4 cm beträgt. Schwächere Platten erhalten eine Unterlage von Ziegelsteinen oder fest gestampften und mit Kalkmörtel übergossenen Ziegelbrocken, auch wohl eine Betonschicht von 6 bis 8 cm Stärke. Das Verlegen geschieht in einem Mörtelbett aus Fettkalk mit Gipszusatz oder aus hydraulischem Mörtel. Zementmörtel ist nicht zu empfehlen, weil die Kanten der Platten (besonders bei Marmor) durch Eindringen von färbenden Bestandteilen des Zementes verunziert werden.

An den Fundorten der für diese Zwecke geeigneten Platten sowie in deren unmittelbarer Umgebung werden die Platten meist ohne weitere Bearbeitung, also wie sie aus dem Steinbruche kommen, als sogen. „rauher Belag“ verlegt. Für die Versendung auf grössere Entfernungen erfahren die Platten jedoch in der Regel eine mehr oder weniger sorgfältige Bearbeitung an den Kanten und an der Oberfläche. Die Form dieser Platten ist fast immer das Quadrat mit einer Seitenlänge von 25 bis 70 cm bei einer Dicke von 2½ bis 6 cm. Das Verlegen geschieht so, dass die Stossfugen parallel oder unter 45° gegen die Wände des Raumes verlaufen. Im ersteren Falle kann man die Platten im Verbande (Fig. 579) oder mit durchgehenden Stossfugen (Fig. 580) nach beiden Längenausdehnungen des Raumes verlegen. Im letzteren Falle ist das Verlegen im Verband nicht zu empfehlen, weil sonst an den Wänden verschiedenartig gestaltete Abschlussplatten erforderlich werden. Die letzteren erhalten entweder die Form eines gleichschenkeligen Dreiecks (Fig. 581 bei a) oder man gibt ihnen die Form eines Fünfecks, wobei Aenderungen dieser Platten zur Verkürzung

ihrer Seiten b (Fig. 582) möglich sind. Sie werden meist durch den Flurleger selbst im Bau durch Abmeisseln aus grösseren Platten hergestellt, wobei die



Länge der Seiten b so bemessen wird, dass die Platten dicht an die Wände des Raumes anschliessen. Sollte bei Verwendung dreieckiger Abschlussplatten die



Zahl der Platten in der Grösse des Raumes nicht aufgehen, so hilft man sich durch Einfügung eines mehr oder weniger breiten Wandfrieses (Fig. 583).

Neben den quadratischen Platten kommen auch achteckige Platten mit vier längeren und vier kürzeren Seiten zur Verwendung, zwischen welche kleine quadratische Plättchen eingefügt werden (Fig. 584). Soll ein Fussboden durch Verwendung verschieden gefärbter Platten belebt werden, so hat man darauf zu achten, dass die Platten gleiche Härte besitzen, weil sonst der Fussboden durch Auslaufen des reicheren Gesteins bald unansehnlich und zerstört wird. Möglichst sollte man deswegen zu solchen Fussböden Platten aus demselben Bruche verwenden.

Ausgebreitete Verwendung haben in neuerer Zeit die schon den Griechen und namentlich den Römern bekannten Mosaik- und Terrazzo-Fussböden gefunden. Die ersteren werden aus kleinen, regelmässig geformten Marmorwürfelchen verschiedener Färbung nach jeder beliebigen Zeichnung zusammengesetzt, die letzteren aus unregelmässigen Steinchen verschiedener Grösse und Färbung derart hergestellt, dass die Steinchen auf das Mörtelbett ausgestreut und in dieses eingewalzt werden. Bei der Auswahl der Steinsorten ist darauf zu achten, dass dieselben gleiche Härte besitzen, weil sonst eine ungleiche Abnutzung des Fussbodens stattfinden muss.

Als Unterlage für diese Fussböden wählt man am besten Beton in einer Stärke von 8 bis 10 cm. Als Bindemittel für die Steinchen verwendet man eine Mischung von Backsteinmehl, Marmorstaub und Portlandzement. Bei Terrazzo werden die Steinchen auf der Mörtelunterlage ausgestreut, so dass die ganze Fläche mit denselben überdeckt ist und alsdann mit einer Walze fest eingedrückt. Nachdem der Boden genügende Festigkeit besitzt, was nach drei bis vier Tagen der Fall ist, wird er mit scharfen Sandsteinen abgeschliffen und bleibt dann so lange ohne weitere Behandlung, bis er vollständig ausgetrocknet ist. Dieser Zeitpunkt tritt nach zwei bis drei Monaten ein. Jetzt wird der Boden mit einer Masse aus Zement und Marmorstaub überzogen und dann nochmals geschliffen bis die Fläche eine durchaus ebene und gleichmässige ist. Zur Erzielung eines schönen Glanzes wird zum Schlusse der Boden mehrmals mit rohem Leinöl getränkt. Dieses Tränken mit Leinöl ist zu wiederholen, sobald der benutzte Fussboden seinen Glanz verloren hat, wenn er „stumpf“ geworden ist.

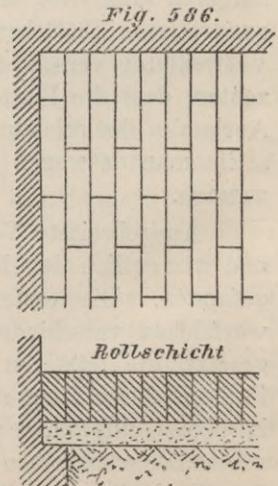
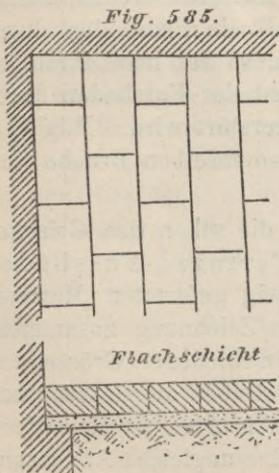
Mosaik wird in der Regel an Ort und Stelle nach der gegebenen Zeichnung durch Eindrücken der einzelnen Steinwürfelchen in das Bindemittel hergestellt. Zuweilen werden jedoch auch kleinere Teile des Fussbodenmusters auf Papier geklebt, diese mit dem Papier nach oben in die Unterlage eingedrückt, das Papier losgeweicht und das Ganze mit dünnflüssigem Bindemittel übergossen, damit sich die Fugen schliessen. Die weitere Behandlung ist dann die gleiche wie bei Terrazzo-Fussböden.

2. Fussböden aus künstlichen Steinen.

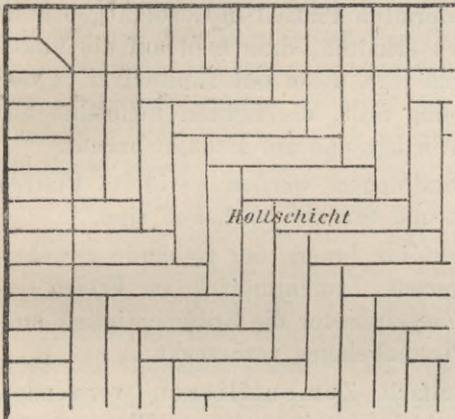
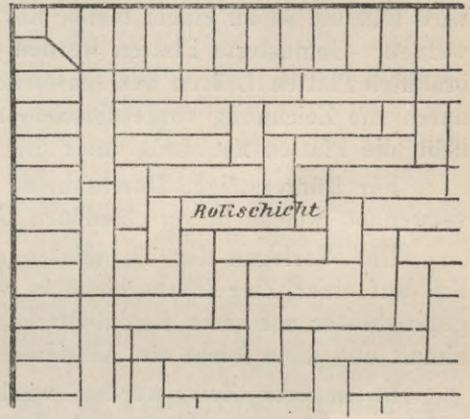
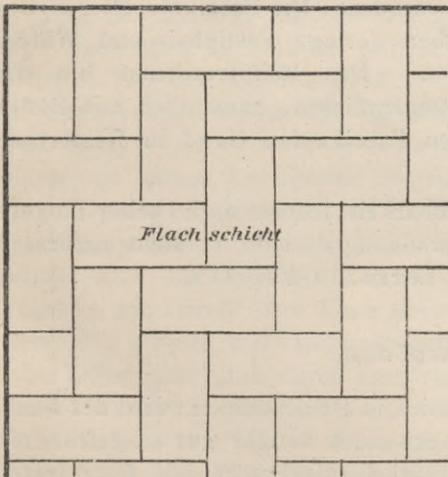
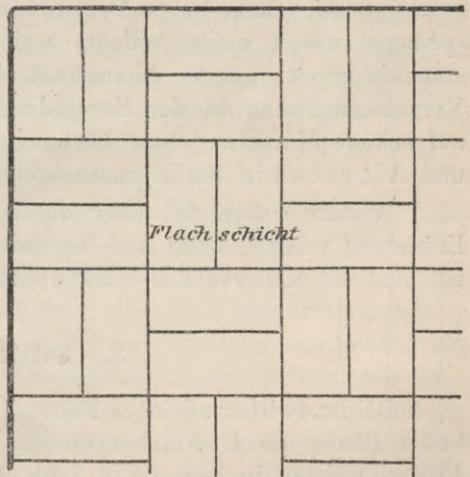
Gebrannte Steine werden in der Form gewöhnlicher Ziegelsteine oder von Platten quadratischer oder vielseitiger Form, seltener mit gekrümmten Begrenzungslinien verwendet. Die Stärke der Platten schwankt zwischen 3 und 6 cm.

Ziegelsteine werden entweder in eine gebnete Sandschicht gesetzt, wobei die Fugen mit Sand gefüllt werden, oder man giesst die Fugen nach vollendeter Pflasterung mit dünnflüssigem Mörtel aus, oder man mauert die Steine wie jedes andere Mauerwerk mit Mörtel gegeneinander und giesst etwa offen gebliebene

Fugen nachträglich aus. Die erstere Art der Pflasterung nennt man ein in Sand gesetztes Ziegelsteinpflaster, die zweite ein Ziegelsteinpflaster mit ausgegossenen Fugen und die dritte ein in Mörtel gelegtes Ziegelsteinpflaster. Hierbei können die einzelnen Steine auf die flache oder auf die hohe Seite gestellt werden und man unterscheidet demnach flachseitiges und hochkantiges



(Rollschicht-) Pflaster. Hochkantiges Ziegelsteinpflaster wird dort angewendet, wo man befürchtet, dass die aufruhenden Lasten die flachliegenden Steine zerdrücken würden. Wegen der vielen Fugen und der Ungleichheit in der Härte der Steine ist aber ein solches Pflaster wenig haltbar und wird besser ersetzt durch ein doppelagiges flachseitiges Pflaster, wobei man die Fugen der beiden Lagen in verschiedener Richtung verlaufen lässt. Damit die obere Schicht überall dicht und glatt aufruhet, ist die untere mit einer Sandlage abzugleichen, oder es ist die obere Lage in Mörtel zu verlegen. Die Stossfugen müssen in den einzelnen Reihen verbandmässig wechseln (Fig. 585 und 586) oder es werden die Steine so gelegt, dass sie wie beim Schwalbenschwanzverbande gegen einander treten (Fig. 587 bis 589) oder man bildet die Reihen durch die Langseiten der Steine und lässt in diesen die Richtung der Stossfugen wechseln (Fig. 590). Sehr geeignet zu Ziegelstein-

Fig. 587.*Fig. 588.**Fig. 589.**Fig. 590.*

pflaster sind die Loch- oder Hohlsteine, namentlich wo man auf Trockenheit und Wärme der Fussböden zu sehen hat. Durch Verwendung verschiedenfarbiger Steine lassen sich mit Leichtigkeit gemusterte Fussböden herstellen.

Zu 1 qm flachseitigen Ziegelsteinpflasters mit ausgegossenen Fugen sind 33 Steine und 3 Liter Mörtel, zu 1 qm gleichen Pflasters, auf hohe Kante verlegt, 56 Steine und 11 Liter Mörtel, zu 1 qm flachseitigen Pflasters, in 12 mm starker Mörtelbettung verlegt, 33 Steine und 17 Liter Mörtel und zu 1 qm gleichen Pflasters, auf hohe Kante verlegt, 56 Steine und 23 Liter Mörtel erforderlich.

Gebrannte Thonplatten werden in Mettlach (Villeroy & Boch), in Sinzig, von March in Charlottenburg, und in anderen Fabriken hergestellt. Namentlich die Mettlacher Fliesen sind von ausgezeichneter Qualität; sie sind vollkommen witterungsbeständig und stahlhart und eignen sich deswegen ebenso gut zu Ausführungen im Freien wie im Innern der Gebäude. Meist sind die Oberflächen dieser Fliesen mit ornamentalen Mustern bedeckt, doch werden auch schlichte Platten in den verschiedensten Färbungen hergestellt. Die Herstellung der Platten geschieht in der Weise, dass Thon bester Qualität in Pulverform mit Flussmitteln gemischt, das Gemenge einem sehr bedeutendem Drucke ausgesetzt wird und die so zu einem festen Körper geformten Platten in Gasöfen gebrannt werden. Gemusterte Platten werden dadurch erhalten, dass man auf die ungebrannten Platten Lehren aus schwachem Blech legt, diese mit Thonpulver in der durch die Zeichnung vorgeschriebenen Färbung füllt, die Lehren behutsam abhebt, die Platten nochmals unter die Presse bringt und sie alsdann brennt.

Für Bürgersteige, Durchfahrten und Stallungen werden geriffelte Platten verwendet, welche in verschiedenen Grössen und Stärken zu haben sind.

Das Verlegen der Thonfliesen geschieht im Innern der Gebäude gewöhnlich auf einer Ziegelflachsicht in verlängertem Zementmörtel, im Freien dagegen besser auf einer Betonbettung, weil Ziegelpflaster die Erdfeuchtigkeit aufnimmt und dann leicht ein Abfrieren des Plattenbelages verursacht.

In neuerer Zeit werden wieder vielfach Zementfliesen verwendet, welche aus langsam bindendem Zement und Sand mit geringem Wasserzusatz gefertigt und einem hohen Druck ausgesetzt werden. Die Fabrikate älteren Ursprunges waren wenig beliebt, weil dieselben geringe Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung besaßen. Das Hauptverdienst um die Vervollkommnung in der Herstellung der Zementfliesen, namentlich mit Bezug auf schöne Musterung und Färbung, ist den Fabrikanten Graf in Winterthur und Albrecht in Berlin zuzuschreiben.

Weitere Fabrikate, über deren Brauchbarkeit jedoch noch keine längere Erfahrung urteilen kann und bei deren Verwendung deshalb Vorsicht anzuraten ist, sind die Kunststein-Fliesen und die Terrazzo-Fliesen.

3. Estrich-Fussböden.

Bei landwirtschaftlichen Bauten, namentlich in Dreschtennen, wird der Fussboden häufig aus Lehm hergestellt. Man verwendet hierfür gut ausgefrorenen Lehm, welcher in Lagen von 7 bis 10 cm Stärke aufgebracht und festgetreten wird, bis er eine Stärke von 35 bis 45 cm erreicht. Die weitere Dichtung erfolgt mit Schlägeln von der Form eines halben Cylinders, sogen. „Pritschbläueln“, so lange, bis die Oberfläche keine Eindrücke von den Schlägeln mehr annimmt. Hierauf wird der Fussboden mit Rindsblut oder Teergalle unter Zusatz von

Hammerschlag, auch wohl mit einer Lösung von Thon in Rindsblut und Wasser mehrere Male angefeuchtet, bis alle Risse im Fussboden zugeschlämmt sind. In gleicher Weise wird auch wohl der Fussboden für Kegelbahnen auf dem Lande hergestellt.

Gipsestrich findet namentlich Anwendung zur Herstellung des feuer-sicheren Abschlusses der Dachbalkenlagen gegen den Dachraum. Der hierfür zu benutzende Gips ist im Handel unter der Bezeichnung „Bodengips“ zu haben; derselbe ist weniger fein gemahlen und auch stärker gebrannt als Giessergips, um das Abbinden desselben zu verlangsamen. Die Unterlage des Estrichs bildet eine 2 bis 4 cm starke Schicht trockenen Sandes, um ihn unabhängig von dem Arbeiten des Holzwerkes zu machen. Da der Gips beim Erhärten sein Volumen vergrössert, so muss zunächst rings an den Wänden eines mit Gipsestrich zu versehenen Raumes ein Streifen frei bleiben, welcher erst später, nachdem der ganze Estrich vollendet und vollständig erhärtet ist, ausgefüllt wird. Die Breite dieses Streifens wird in jedem besonderen Falle ein anderer sein müssen und ist abhängig von der Grösse der Bodenfläche, der Dicke des Estrichs und der Beschaffenheit des Gipses. Jedenfalls sollte der Spielraum eher zu gross als zu klein bemessen werden, da sonst der Estrich sich in Wellenlinien nach oben hebt und rissig wird. Der Estrich wird in der Weise ausgeführt, dass man in einem Abstände gleich 1,0 bis 1,5 m von dem durch eine Lehrlatte begrenzten Spielraum an einer der Wände eine zweite Lehrlatte anordnet und das Feld zwischen beiden Latten mit dem unter Zusatz von Wasser zu dünnem Brei angerührten Gips mittels Eimern eingiesst. Zur Erzielung einer durchweg gleichen Dicke des Estrichs, beziehungsweise einer wagerechten Oberfläche desselben, führt man ein Richtscheit über die Lehrlatten und füllt die Stellen, wo das Richtscheit hohl liegt, mit Gipsmörtel aus. Nach etwa einer Viertelstunde ist der Estrich so weit erstarrt, dass man die Lehrlatten beseitigen und ein zweites Feld anordnen kann, welches ebenso gefüllt wird wie das erste. In dieser Weise fährt man mit Herstellung des Estrichs fort, bis der ganze Fussboden mit Estrichmasse überdeckt ist. Nach etwa 24 Stunden werden Laufbretter über den Estrich geschoben und derselbe von den auf den Brettern stehenden Arbeitern mit hölzernen Schlägeln so lange bearbeitet, bis alle Risse in der Oberfläche verschwunden sind und die Oberfläche feucht wird. Dieses Verfahren ist nach weiteren 6 Stunden zu wiederholen und darauf der Estrich mit der Mauerkelle zu glätten.

Gipsestriche in besseren Räumen werden auch wohl mit Sandstein abgeschliffen, wobei etwaige Luftblasen mit Gipsmörtel auszufüllen sind. Wesentlich erhöht wird die Haltbarkeit dieser Fussböden durch ein zwei- bis dreimaliges Tränken mit Leinöl oder durch Bohnen mit Wachs, doch darf dies erst geschehen, wenn der Estrich vollständig ausgetrocknet ist. Durch Einlegen von Schablonen oder Latten und auch durch nachträgliches Ausstemmen lassen sich in den Gips-Fussböden mit Leichtigkeit verschiedenartig gefärbte Muster und Streifen bilden.

Kalkestrich wird nur noch selten ausgeführt, er ist in Deutschland fast ganz durch den Zementestrich verdrängt worden. Zu seiner Herstellung wird meist eine Mischung von kleinen Steinen, Sand und hydraulischem Kalk verwendet. Dieses Gemenge wird auf einer fest gestampften Unterlage von Steinen oder Sand in 2 bis 3 Lagen ausgebreitet, von denen jede für sich zu stampfen ist, bis sich an der Oberfläche Wasser zeigt. Für die obere Lage verwendet

man auch wohl zur Erzielung grösserer Feinheit ein Gemenge aus 1 Teil Kalkpulver und 2 Teilen feinem, reinem Sand. Nach dem Abrammen ist die obere Lage mit der Mauerkelle zu glätten und der Estrich während der folgenden 3 bis 4 Tage anzufeuchten. Nach völligem Austrocknen ist wieder ebenso wie bei dem Gipsestrich ein zwei- bis dreimaliges Tränken mit Leinöl anzuraten.

Als Unterlage für Zementestrich wählt man stets einen 10 bis 12 cm starken Zementbeton, welcher geebnet und festgestampft wird. Auf den frischen Beton, dessen Oberfläche mit der Giesskanne anzufeuchten ist, wird eine 2 bis 3 cm starke Zementmörtellage, aus 1 Teil Zement und 2 bis 3 Teilen scharfem Sand gemischt, aufgebracht und gestampft, bis sich auf der Oberfläche Wasser zeigt oder, wie der Maurer sagt, bis der Zement schwitzt. Alsdann ist die Oberfläche mit dem Reibebrett zu ebenen und zu glätten. Starkes Glätten des Zementestrichs, namentlich das sogen. Bügeln mit eisernen Kellen ist nicht anzuraten, weil dadurch ein baldiges Abblättern der obersten Schicht hervorgerufen wird. Die Oberfläche kann auch durch geriffelte Walzen (Zementrollen) rau gemacht und gemustert werden. Nach der Vollendung ist der Estrich während mindestens 8 Tage vor der Einwirkung der Sonnenstrahlen zu schützen und jeden Tag wenigstens zweimal mit der Giesskanne anzufeuchten. Wegen seines wenig guten Aussehens ist Zementestrich nur in untergeordneten Räumen (Aborten, Pissoirs, Kellerräumen, Waschküchen, Schlachthäusern, Lagerräumen u. s. w.) anwendbar.

Zur Abdeckung von Balkonen, Terrassen, Badezimmern, Kellerfussböden u. s. w., wo es sich um Abhaltung der Feuchtigkeit handelt, wird mit Vorteil Asphaltestrich verwendet. Im Innern der Gebäude kann ein flachseitiges, in Sand gesetztes Ziegelsteinpflaster als Unterlage dienen; im Freien sollte dagegen immer eine 10 bis 12 cm starke Zementbeton-Unterlage verwendet werden, weil sich sonst der Asphalt infolge der Frosteinwirkung von der Ziegelunterlage abhebt und zerbricht. Beim Aufbringen der heissen Asphaltmasse muss die Unterlage völlig trocken sein, weil sonst durch die Verdampfung des Wassers Blasen in der Asphaltdecke hervorgerufen werden.

Man unterscheidet natürlichen und künstlichen Asphalt.

Der natürliche Asphalt, welcher zu uns in den Handel kommt, ist aus Kalksteinlagern gewonnen, welche von Asphaltadern durchzogen sind. Derartige Asphaltlager finden sich vornehmlich in Frankreich (Seysse), in der Schweiz (Val de Travers), im Elsass bei Lobsann, wo der Asphalt über einem Braunkohlenlager liegt, unter dem sich Bergteer (Goudron) angesammelt hat, sowie im Hannoverschen (Limmer). Ausserdem findet sich Asphalt auf dem Toten Meer, wo nach Stürmen und Erdbeben Klumpen Asphalt umhertreiben; es muss sich mithin auf dem Grunde des Meeres ein Asphaltlager befinden. Aehnlich ist das Vorkommen des Asphaltes im Pechsee auf der Insel Trinidad. Der Trinidad-Asphalt wird namentlich zur Herstellung von künstlichem Goudron verwendet, indem ihm schwersiedende Oele aus den Rückständen der Petroleumraffinerie zugesetzt werden.

Das Rohprodukt, welches in den mit Asphalt durchzogenen Kalksteinlagern gewonnen wird, bezeichnet man als Asphaltstein. Wird dieser nach mechanischer Zerkleinerung auf etwa 130° C. erhitzt, so erweicht sich das Bitumen (Gattungsname für die verschiedenen mineralischen oder mineralisch gewordenen

Harze) und der Stein zerfällt in eine feinkörnige, pulverförmige Masse. Dieser Rohasphalt wird entweder ohne jegliche Beimischung als „Asphalt comprimé“ (Stampf-Asphalt) zur Befestigung von Strassen-Fahrbahnen und Hofflächen verwendet, oder er wird zu „Asphalt-Mastix“ (Guss-Asphalt) verarbeitet.

Beim Stampf-Asphalt wird das Asphaltmehl auf die vorbereitete feste Unterlage (geglätteter, durchaus trockener Beton von 15 bis 20 cm Stärke mit feinem, trockenem Sande übersiebt) in 6 bis 8 cm Dicke aufgebracht. Das Komprimieren geschieht mittels eiserner Rammern und erwärmter Walzen um 4 bis 6 cm, so dass eine feste Asphaltdecke von etwa 2 cm Dicke verbleibt. Die fertige Fahrbahn kann bereits 4 bis 5 Stunden nach ihrer Vollendung dem Verkehr übergeben werden.

Der Guss-Asphalt, meist kurzweg Asphalt genannt, findet ausgedehnteste Verwendung zur Herstellung von Fussböden in Kellerräumen, Badezellen u. s. w., sowie von Bürgersteigen und Isolierungen. Zu seiner Herstellung wird der pulverförmige Rohasphalt mit einem Zusatz von 5 bis 7 % reinem Asphalt-Bitumen bei einer Temperatur von annähernd 200° R. während 6 Stunden zu einem gleichförmigen Brei umgeformt und die Masse in Formen von länglich-runder oder kreisrunder Gestalt gegossen. Diese Asphaltblöcke, kurzweg „Brode“ genannt, haben meist ein Gewicht von 25 kg. Letztere werden in faustgrosse Stücke zerschlagen, in tragbaren, eisernen Kesseln wiederum mit 3 bis 5 % reinem Asphalt-Bitumen (Goudron) aufgeschmolzen und mit nahezu 50 % gereinigtem, bis zur Erbsengrösse ausgesiebt Kies unter fleissigem Umrühren zu einem gleichförmigen Brei umgebildet. Je mehr Goudron dem Gussasphalt zugesetzt wird, um so elastischer und weicher bleibt der ausgeführte Fussboden. Man wird also für Ausführungen im Freien, wo die Einwirkungen der Sonne und die Beanspruchung durch Stösse zu befürchten sind, dem Asphalt zur Erzielung grösserer Härte nur geringen Zusatz von Goudron geben. Wo es darauf ankommt, eine harte Oberfläche und zugleich einen elastischen Fussboden zu besitzen, z. B. bei Kegelbahnen, kann dies durch doppelte Lagen, eine untere weiche und eine obere härtere Lage, erreicht werden.

Die Ausführung der Asphaltestriche geschieht in der Regel durch besondere, auf diese Arbeit eingübte Arbeiter, die „Asphalteure“. Zur Erzielung einer gleichmässigen Stärke der aufzubringenden Asphaltenschicht, werden dünne, eiserne Schienen von 10 bis 20 mm Höhe in Entfernungen von etwa 1 m auf die Unterlage gelegt, zwischen diese der geschmolzene heisse Asphaltbrei eingegossen und die Fläche mit einem Richtscheit eben abgezogen und mit dem Reibebrett geglättet. Zuweilen wird auch die noch heisse Estrichschicht mit feingesiebt Sande überstreut, um die sonst glatte Oberfläche körnig zu machen. Wo es darauf ankommt, unter der Asphaltenschicht befindliche Räume gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, muss die Asphaltenschicht mindestens 2 cm hoch an den Mauern heraufgeführt werden.

Der künstliche Asphalt wird durch Eindampfen von Steinkohlenteer in den Gasanstalten gewonnen. Das Eindampfen muss so weit fortgesetzt werden, bis eine zähe, pechartige Masse zurückbleibt, welche annähernd 70 %, des zur Verwendung gelangten Teers ausmacht. Der Rückstand wird mit trockenem Sand, fein gemahlenem Kalkstein oder Kreide gemischt. Die mit künstlichem Asphalt ausgeführten Arbeiten, sowie auch die unter den verschiedensten Namen

angepriesenen Asphaltestrüche, deren Zusammensetzung Geheimnis der Erfinder sind, haben sich wenig bewährt und Anlass gegeben, die Asphaltestrüche zeitweise in Verruf zu bringen. *)

INŻ. I. STELLA-SAWICKI

D. Putz- und Fugearbeiten.

Unter Putzen versteht man das Ueberziehen von Mauer- oder Deckenflächen mit Mörtel, um diese gegen die Einflüsse der Witterung oder des Feuers zu schützen, oder um ihnen ein besseres Aussehen zu geben. Oft erfahren die geputzten Flächen noch eine weitere Behandlung durch Anstriche, malerische oder plastische Ausschmückungen zum Zwecke des Schutzes oder des Schmuckes.

Die Ausführung der Putzarbeiten geschieht in manchen Gegenden von den Maurern oder von besonders auf diese Arbeiten eingeübten Putzmaurern (Putzern), in anderen Gegenden von den Tünchern oder Weissbindern.

Für die Herstellung des Putzes wird hauptsächlich Luft- oder hydraulischer Kalkmörtel, Zement- und Kalkzement-Mörtel verwendet. Daneben kommen noch Lehm, Gips, Tripolith und Terranova in Frage, von denen die beiden ersteren Stoffe, wegen ihrer geringen Wetterbeständigkeit, nur in ganz geschützter Lage, also namentlich im Inneren der Gebäude, Anwendung finden können. Ueber Tripolith und Terranova sind die Meinungen hinsichtlich ihrer Wetterbeständigkeit noch sehr geteilt und deswegen ist Vorsicht bei deren Verwendung anzuraten.

Auf die Behandlung des Putzes hat die Art des Untergrundes, ob Mauerwerk oder Holz, wenig Einfluss; ein Unterschied besteht nur in der Vorbereitung des Untergrundes.

Jede Mauerfläche muss, ehe sie geputzt wird, möglichst trocken sein und sich vollständig gesetzt haben. Alsdann sind die Fugen mindestens 1 cm tief auszukratzen, die Flächen mittels stumpfer Reisigbesen oder Bürsten von Staub und Schmutz zu reinigen und hierauf mit Wasser gut anzunässen und zwar um so mehr, je begieriger der Untergrund die Nässe aufsaugt.

Die Vorbereitung des Holzwerkes zur Aufnahme von Putz kann geschehen:

1. Durch Auf- oder Rauhhacken des Holzes mit einem scharfen Maurerhammer, besser mit einer Queraxt, so dass die Späne am Holze sitzen bleiben und nur von der Fläche abgelenkt werden. Bei senkrechten oder geneigten Flächen muss man von oben nach unten hacken, so dass die Späne an ihrem unteren Ende hängen bleiben. Dieses Verfahren ist nicht zu empfehlen, besonders nicht auf Aussenflächen, weil der Putz infolge des Schwindens des Holzes leicht abfällt.

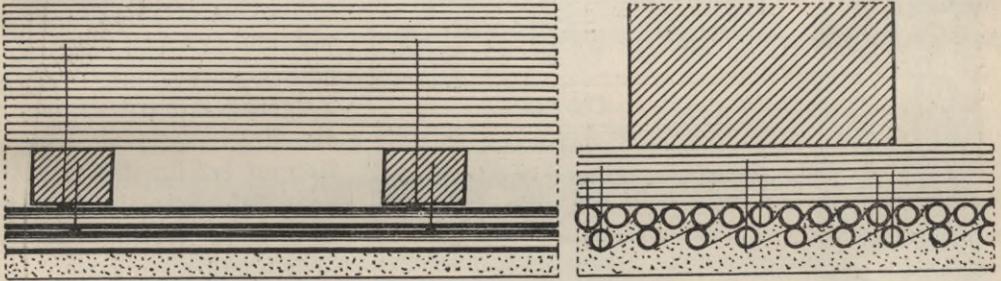
2. Durch Beröhren, indem man 5 bis 10 mm starke Schilfrohrstengel in Zwischenräumen gleich ihrer Stärke parallel unter sich, aber rechtwinkelig zur Holzfaser mit Draht und breitköpfigen Rohrnägeln befestigt. Die Drähte werden in Abständen von 10 bis 15 cm in Zickzacklinien (Fig. 591) oder rechtwinkelig zur Richtung der Rohrstengel (Fig. 592) gespannt und durch die verband-

*) Empfehlenswert: Prof. E. Nöthling-Jeep, Der Asphalt. Preis 6 Mark. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

mässig in Entfernungen von 12 bis 15 cm eingetriebenen Nägel gehalten. Sind grössere Flächen zu bohren, so werden an Stelle der Rohrstengel besser die fabrikmässig hergestellten Rohrgewebe oder Rohrmatten verwendet und so gelegt, dass die Längen der Stengel die Fugen des Holzwerks senkrecht kreuzen, damit beim Schwinden des Holzes die Bewegungen desselben dem Rohre und dem an diesem haftenden Putze nicht mitgeteilt werden.

Decken, welche starken Erschütterungen ausgesetzt sind, oder an denen schwere Stuckverzierungen befestigt werden sollen, überzieht man häufig mit zwei sich rechtwinklig kreuzenden Lagen Rohrgewebe; die Befestigung geschieht dann entweder auf einer Schalung oder auf Latten, welche in Abständen von 20 cm quer unter die Balken genagelt sind (Fig. 593).

Fig. 593.



3. Durch Aufnageln von Leistenschalungen oder Leistengeflechten, welche in den verschiedensten Formen Anwendung finden. Im Rheinlande werden besonders die konisch geschnittenen Wurf- oder Pliesterlatten verwendet, welche in Abständen von 1,5 bis 2 cm an den Balken zu befestigen sind (Fig. 594). Die Leistengeflechte, aus über Eck stehenden quadratischen oder eigenartig profilierten Latten bestehend, welche mittels Draht zu einer Art Mattengewebe verbunden sind, werden unter Verwendung verzinkten Drahtes und verzinkter Haken entweder unmittelbar an die Balken oder auf Latten, welche in Abständen von etwa 60 cm quer unter die Balken genagelt sind, befestigt.

Fig. 594.

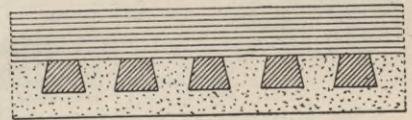


Fig. 595.

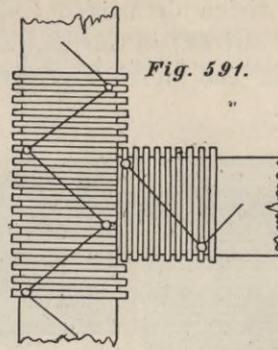
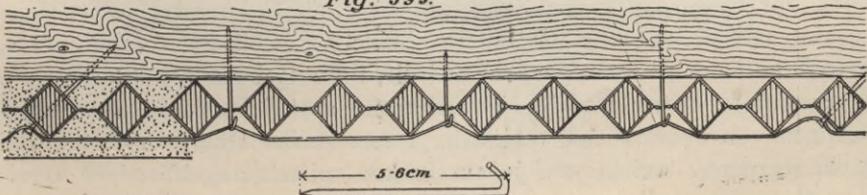
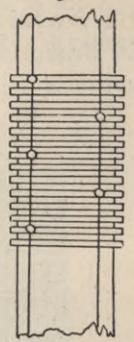
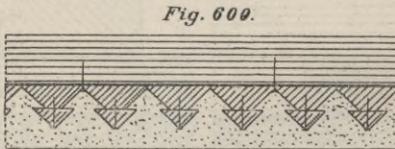
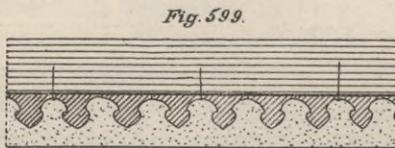
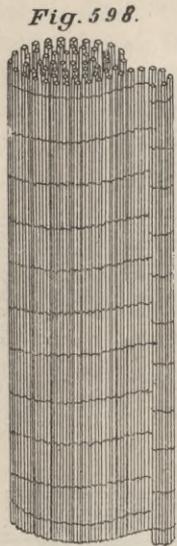
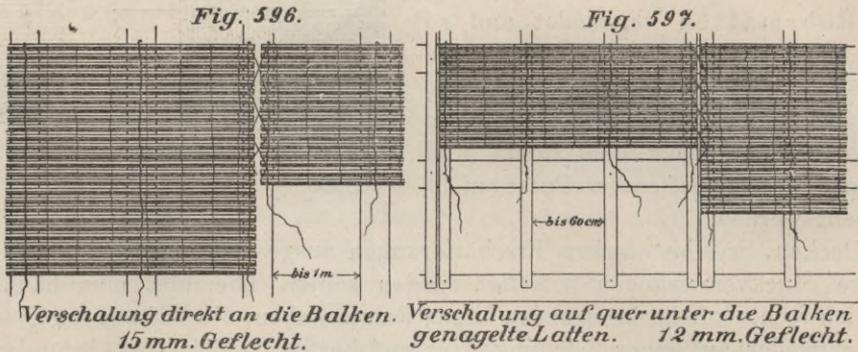


Fig. 591.

Fig. 592.



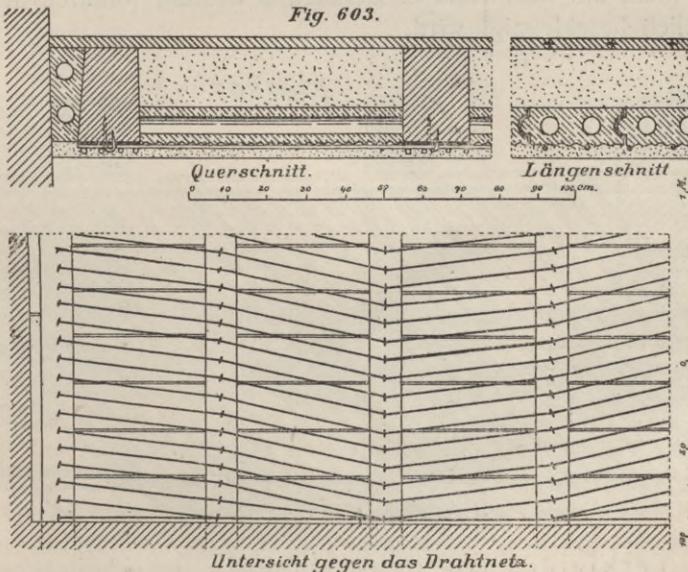
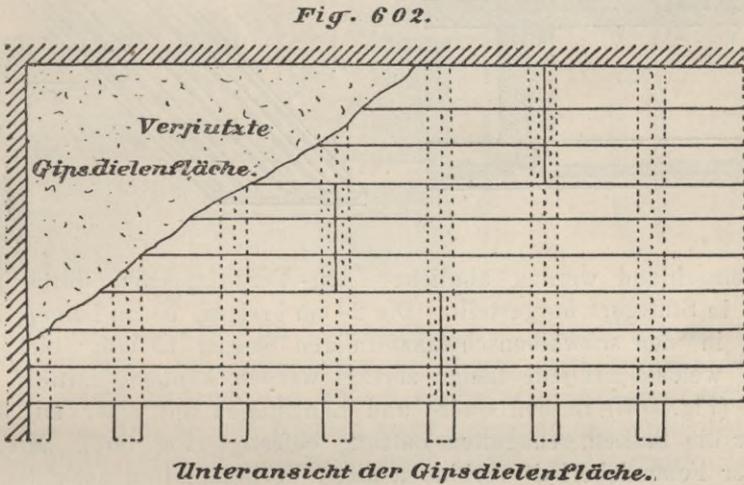
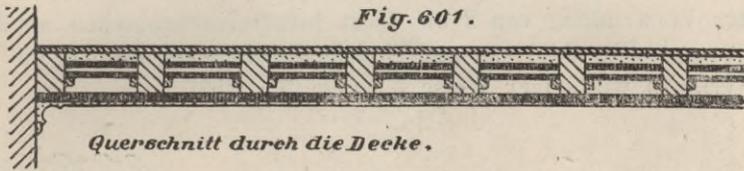
Von den vielen derartigen Geflechtem ist durch die Fig. 595 bis 598 das von Martin Schubert in Görlitz, durch Fig. 599 das von Ernst Loth & Komp. in Braunschweig und durch Fig. 600 das von Hermann Kahls in Chemnitz veranschaulicht.



Die Anbringung der Holzleisten-Geflechtem geschieht in der Weise, dass während des Aufrollens zunächst nur einige Leisten festgenagelt werden, damit die Matte vorläufig hängt. Hierauf erfolgt das eigentliche Befestigen, indem der 2 mm starke verzinkte Draht in Abständen von etwa 1 m angenagelt, durch Hakennägeln (vergl. Fig. 595) in Entfernungen von 10 bis 15 cm fest angezogen und hierdurch das Geflecht stramm an die Balken angepresst wird. Eine derartige Befestigung hat auf jedem Balken, beziehungsweise jeder Latte zu erfolgen. Dort, wo sich zwei Matten treffen (am Stoss) müssen Verbindungs-Kreuzdrähte (vergl. Fig. 596 und 597) gespannt werden.

4. Durch Verkleiden mit Gipsdielen oder durch Ueberspannen der bündig mit Balkenunterkante verlegten Gipsdielen mit einem Drahtnetze. Im ersteren Falle werden 2½ bis 3 cm starke Gipsdielen — die glatte Fläche den Balken zugekehrt — mittels verzinkter, breitköpfiger Drahtstifte von 7 bis 9 cm Länge quer unter die Balken je dreimal genagelt, wobei die Stöße der Dielen gewechselt werden (Fig. 601 und 602). Hierauf werden die Fugen, am besten von oben, vor Einbringung der Zwischendecke mit Gipsmörtel verstrichen und die gerauhte Gipsdielenfläche mit einem 8 bis 10 mm starken Verputz versehen. Im zweiten Falle (Fig. 603) werden auf die Unterfläche der Balken Dachpappstreifen genagelt, deren rauhe Seite nach unten gerichtet ist und alsdann, in Entfernungen von 8 bis 9 cm, verzinkte, 2 mm starke Drähte über die Balkenunterfläche gezogen, welche auf jedem Balken mittels angelförmiger verzinkter

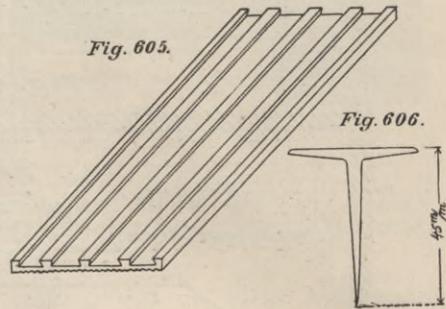
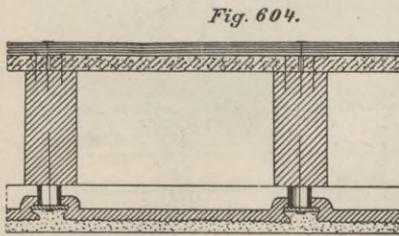
Kramen befestigt werden. Damit die Drähte straff angespannt werden können, werden dieselben über je drei Balken nicht geradlinig, sondern unter stumpfem Winkel derart gezogen, dass mit der für den mittleren Balken bestimmten Krampe



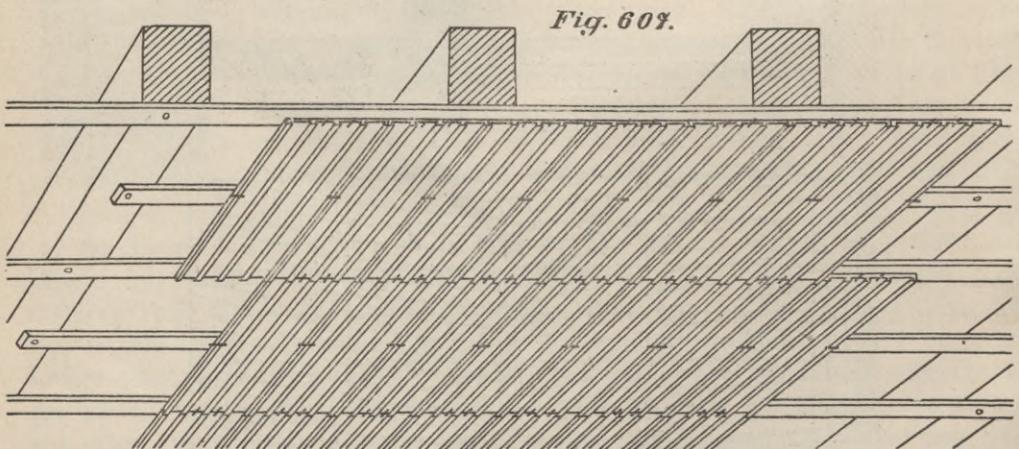
der Draht gedehnt werden kann. Auf das Drahtnetz kommen alsdann die hohlen, 10 bis 12 cm starken Gipsdielenstücke quer zu den Balken mit 1 cm Abstand, die raue Fläche nach unten zu liegen, deren Fugen von oben mit Gipsmörtel

auszugiessen sind. Nachdem die Dachpappstreifen unter den Balken mit Schilfrohr benagelt sind, wird auf die ganze Deckenfläche ein $1\frac{1}{2}$ bis 2 cm starker Verputz aufgebracht.

5. Durch Verkleiden mit Thonplatten. In Amerika werden die Thonplatten unter Verwendung von 2 bis 3 cm hohen Eisenröhren an die Balken geschraubt (vergl. Fig. 604), so dass bei ausbrechendem Brande die Hitze von dem Holzwerke in wirksamer Weise ferngehalten wird.



In Deutschland werden ähnliche Thon-Verputzplatten durch Heinrich Brenning in Stuttgart hergestellt. Die 20 cm breiten, 70 cm langen, im Spiegel 6 mm und in den schwalbenschwanzförmigen Stegen 15 mm starken Platten (Fig. 605), welche auf jede Länge zersägt werden können, mittels verzinkter Kreuznägeln (Fig. 606) in den Quer- und Längsfugen auf einer mit 33 cm Abstand unter die Balken genagelten Lattung befestigt (Fig. 607). Mit dem Vorzuge grosser Feuersicherheit verbinden diese Verputzplatten noch den, dass der Verputzmörtel nicht mit dem Holz in Berührung kommt, wodurch der Trockenprozess wesentlich beschleunigt wird.



6. Durch Verkleiden mit Drahtziegeln. Diese bestehen aus einem Drahtgewebe, welches kleinen aufgedrückt und ziegelhart gebrannten Thonkörperchen als Einlage dient (Fig. 608). Die Verspannung geschieht mittels 8 mm starken Rundeisen, welche auf den gegenüberliegenden Wandbalken durch

Spannhaken (Fig. 609) gehalten sind. Zur Unterstützung des Gewebes werden unterhalb desselben 34 mm starke Tragedrähte in Abständen von 20 cm an den Balken mittels Schlaufen (Fig. 610) befestigt.

Fig. 608.

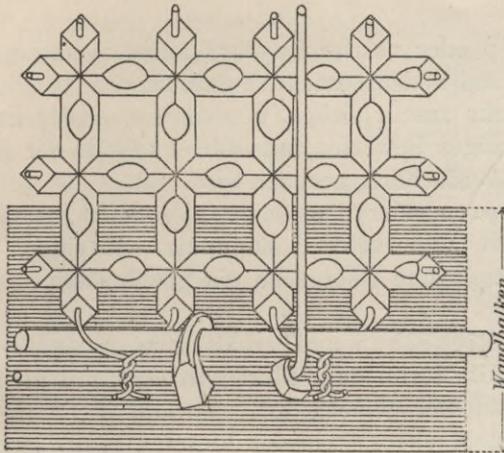


Fig. 609.

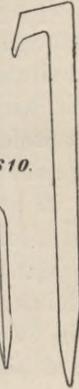
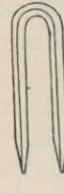
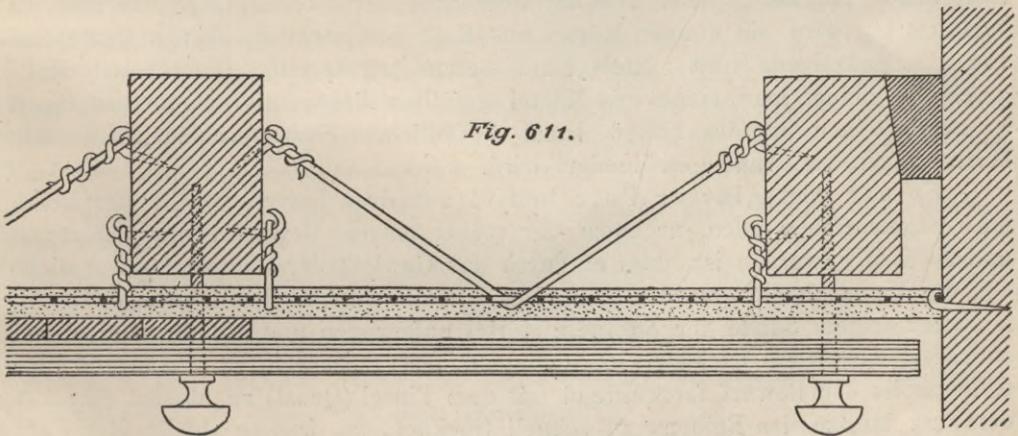


Fig. 610.



7. Durch Aufnageln von Drahtgewebe. Dasselbe wurde zuerst von Rabitz zur Aufnahme des Deckenputzes aus 2 mm starken verzinkten Drähten hergestellt, in einem Abstände von etwa 1 cm unter den Balken mittels Spannhaken (vergl. Fig. 609) an den Wänden straff gespannt und unter jedem Balken sowie in der Mitte jedes Balkenfaches durch Drähte in Abständen von 50 cm aufgehangen (Fig. 611). Alsdann wird in einem Abstände von 1,5 cm unter

Fig. 611.



dem Drahtgewebe eine Brettschalung auf provisorisch an die Balken geschraubte Lagerbohlen verlegt und sogenannter Patentputz (vorwiegend Zementmörtel) von oben eingestampft. Die Tragfähigkeit dieses Putzes ist so bedeutend, dass das Füllmaterial ohne Bedenken auf demselben gelagert werden kann. Der Luftraum zwischen Putz und Balken trägt nicht unwesentlich zur Feuersicherheit der Konstruktion bei, ist auch ein Schutzmittel gegen die Fortpflanzung des Schalles.

Nach der Zahl der aufeinander folgenden Mörtellagen kann man den Putz unterscheiden in ein-, zwei-, drei- und vierlagigen Putz. Da indessen in der Praxis diese Bezeichnungen wenig gebräuchlich sind, so sollen auch hier die üblichen Namen: Rappputz, gestippter Putz, Rieselputz, ordinärer Putz, Spritzputz, feiner oder glatter Putz und Stuckputz beibehalten werden.

Der Rappputz, Berapp oder rauhe Bewurf findet in untergeordneten Räumen, namentlich in Keller- und Bodenräumen Anwendung und hat den Zweck, die Unebenheiten des Mauerwerks auszugleichen, besonders aber die Fugen auszufüllen. Er wird durch einmaliges Bewerfen mit Mörtel mittels der Kelle hergestellt, mit welcher er auch oberflächlich geebnet wird.

Der gestippte, gestupfte oder Besenputz entsteht dadurch, dass man einen in stärkerer Schicht angeworfenen Rappputz mit einem stumpfen Besen stippt oder stupft, so dass seine Oberfläche ein gleichmässiges gekörntes Aussehen erhält.

Den Rieselputz oder Rieselbewurf erhält man, wenn über einem Rappputz ein zweiter Anwurf mit Mörtel ausgeführt wird, der mit gleichgrossen Kieseln von 4 bis 6 mm Durchmesser gemengt ist.

Der ordinäre Putz besteht ebenso wie der Rieselputz aus zwei Mörtellagen. Zuerst werden die Fugen mit einem dünnflüssigen, groben Mörtel ausgeworfen (bestochen, ausgeschweisst) und darauf ein erster rauher Anwurf in dünner Lage ausgeführt, den man etwas erstarren lässt, bis er kleine Risse bekommt. Hierauf folgt ein zweiter Bewurf mit magerem Mörtel, welcher mit dem Reibebrett mehr oder weniger geglättet wird.

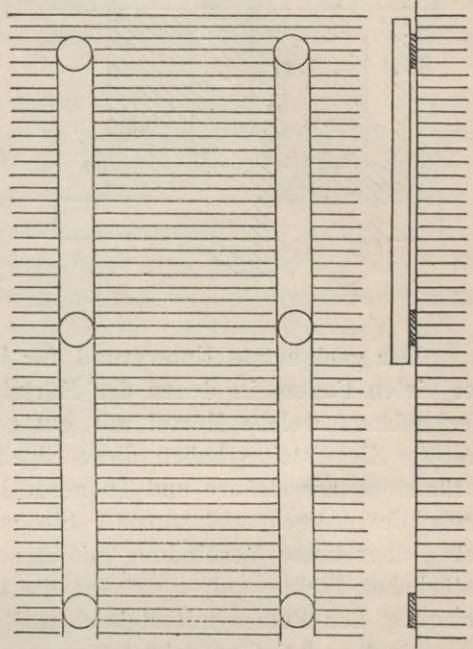
Der Spritzbewurf, auch Besenbewurf genannt, besteht aus drei Mörtellagen. Nachdem ebenso wie bei dem ordinären Bewurf die beiden unteren Mörtellagen hergestellt sind und die Oberfläche der zweiten Lage oberflächlich geglättet ist, wird ein dünner Mörtel aus Kalk und nicht zu feinem Quarzsand von gleichmässigem Korn mittels eines Besens angespritzt. Dieses Anspritzen geschieht, indem man einen mit Mörtel gefüllten Besen mit der rechten Hand so gegen einen in der linken Hand befindlichen Stab anschlägt, dass der Mörtel gegen die Wand geschleudert wird.

Feiner oder glatter Putz besteht aus drei Lagen, welche der Reihe nach angeworfen werden, nachdem der vorhergehende Bewurf etwas angezogen und so steif geworden ist, dass er durch das Gewicht der folgenden Lage nicht von der Wand abgelöst werden kann. Der dritte Bewurf wird mit etwas fetterem, mit ganz feinem Sande hergestelltem Mörtel aufgezogen und mit dem Reibebrett sorgfältig geglättet, nachdem er genügend fest geworden ist. Während des Glättens ist der Bewurf fortwährend mit dem Pinsel (Quast) zu nassen, da sonst der Putz infolge des Reibens zu schnell trocknet, so dass er abfällt (der Putz ist tot gerieben).

Zur Herstellung des ordinären und des glatten Putzes wird die Wand zunächst mit dem Bleilot (Senkel) und der Schnur untersucht, um die nötige Stärke des Bewurfes zu ermitteln, wobei man in lotrechten Abständen von 1,50 bis 1,70 m und in wagerechten Entfernungen von 1,0 bis 1,20 m die sogenannten Lehrpunkte oder Lehrköpfe I (Fig. 612), welche den richtigen Vorsprung vor der Wand haben, mit rauhem Putzmörtel anwirft und oberflächlich mit dem

Reibebrette glättet. Je zwei übereinander liegende Lehrpunkte werden dann durch Antragen von Mörtel zu 12 bis 15 cm breiten Lehrstreifen oder Putzlehren s mittels Richtscheit und Bleilot vereinigt und mit dem Reibebrett ge-
glättet. Die Oberflächen dieser Streifen müssen in einer lotrechten Ebene liegen und treten so weit gegen die Mauer vor, dass der Putz in den zwischenliegenden Feldern eine durchschnittliche Stärke von 15 bis 20 mm erhält. Ob die Lehrstreifen lotrechte Ebenen bilden, findet man durch Einloten eines angehaltenen Richtscheites, während das Einfluchten in wagerechter Richtung mittels der Schnur erfolgen kann. Die Felder zwischen den Lehrstreifen werden dann mit Putzmörtel von der Tünchscheibe, auch Dünnscheibe genannt, mit der Kelle angeworfen und der über die Lehrstreifen vortretende Mörtel durch ein Richtscheit abgestreift, welches man auf den Putzlehren mit kurzen Bewegungen nach rechts und links von unten nach oben führt. Hierbei hinterlassen die Sandkörner im Putze Wellenlinien und es wird ein Abreissen grösserer Putzstücke verhindert. Immerhin werden aber auch bei sorgsamster Ausführung im Putz zunächst einzelne Vertiefungen, sogen. Nester, verbleiben, welche mit Mörtel auszufüllen und mit der Kelle glatt zu streichen sind. Hierauf ist die ganze Putzfläche mit der „Kardätsche“, einem grossen, länglichen Reibebrett, welches an einem Handgriff mit beiden Händen in Kreislinien bewegt wird, abgerieben. Dann etwa verbleibende Nester sind mit feinkörnigem Mörtel auszufüllen und mit einem kleinen Reibebrett zu glätten.

Fig. 612.



Sollen Putzflächen im Innern der Gebäude sehr glatt werden, so sind dieselben zu „filzen“, d. h. mit Reibebrettern, welche mit Filz benagelt sind, abzureiben, wobei der Maurer einen sehr fein gesiebten Sand mit Kalk und Gipszusatz verwendet. Derartigen Putz bezeichnet man als „Filzputz“.

Wird ein Mörtel aus gemahlenem oder durchgeriebenem Kalk und Gips verwendet und auf die Herstellung einer glatten Oberfläche ganz besondere Sorgfalt gelegt, so erhält man den „Stuckputz“.

Einspringende Ecken, sogen. Ixel, werden mit einem aus zwei rechtwinkelig zusammenstossenden Brettstücken gebildeten Reibbrett scharf ausgezogen. Um vorspringende Mauerecken scharf und lotrecht zu putzen, wird vor einer der Mauerflächen eine gerade gehobelte Latte mit Putzhaken so befestigt, dass sie mit den Lehrstreifen der anderen Wand in einer Ebene liegt (Fig. 613). Sodann wird die Latte auf der nun geputzten Fläche, ehe diese vollständig trocken ist, so befestigt, dass die Kante wieder mit der anderen Fläche in eine Ebene fällt

(Fig. 614) und die Kante durch Auftragen des Putzes hergestellt. Sollen die Putzflächen unter einem spitzen oder stumpfen Winkel zusammenstossen, so müssen die Putzlatten nach diesem Winkel zugehobelt werden.

Fig. 613.

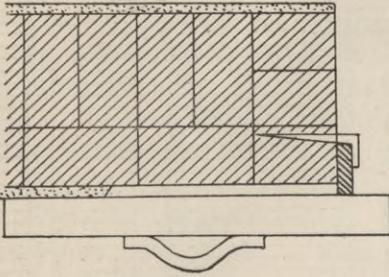
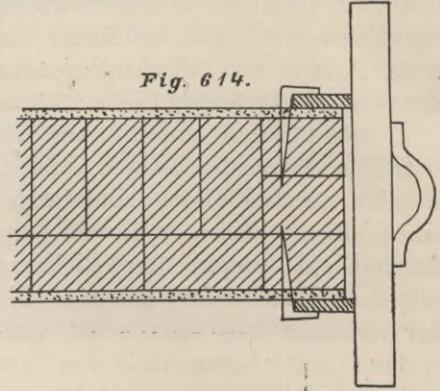


Fig. 614.



Der geeignetste Untergrund für Putz ist Ziegelmauerwerk, sowohl wegen der vielen Fugen, in denen der Mörtel Halt findet, als auch wegen der innigen Verbindung, welche Mörtel mit gut gebrannten Steinen eingeht. Schwach gebrannte Ziegelsteine haben diese Eigenschaft nicht, weil in ihnen die im Thon vorhandene Kieselsäure und Thonerde infolge zu schwachen Brennens nicht zum Aufschliessen gebracht wurde. Sie werden deswegen nur vom Putz umhüllt, gehen aber keine Verbindung mit ihm ein. Ebenso verhalten sich die meisten natürlichen Steine und es müssen die Oberflächen derselben deswegen vor Aufbringung des Putzes mit Meißel und Hammer möglichst aufgeraut und ihre Fugen gut und tief ausgekratzt werden. Aus Lehm gestampfte oder aus Lehmsteinen gemauerte Wände werden in der Regel mit Lehmmörtel geputzt, weil Kalkmörtel schlecht auf Lehmwänden haftet. Besseren Halt findet auf denselben Zementmörtel, doch zeigen sich in demselben bald Risse, infolge des starken Setzens der Lehmwände, auch wird durch das Gefrieren und Wiederauftauen der immer etwas feuchten Lehmwände oft ein Absprengen des Zementputzes verursacht. Da nun gerade die Aussenwände eines Schutzes gegen die Witterungseinflüsse bedürfen, Lehmputz aber als ein solcher nicht anzusehen ist, so ist derselbe nur dadurch zu erreichen, dass der Regen durch weit vortretende Dächer von dem möglichst niedrig zu haltenden Wänden abgeleitet und das Aufsteigen der Erdfeuchtigkeit durch Anordnung von Isolierschichten verhindert wird.

Putzmörtel von Luft- oder Fettkalk muss stets mit Sandzusatz bereitet werden, dessen Menge von der Beschaffenheit des Kalkes abhängig zu machen ist. Er schwankt zwischen 3 bis 5 Raumteilen auf 1 Teil Kalk. Zu fetter Mörtel wird leicht rissig und erlangt nicht die erforderliche Dichtheit, mit welcher die Widerstandsfähigkeit des Putzes wächst. Macht man den Mörtel zu mager, ist also nicht genügend Kalk vorhanden, um jedes Sandkorn mit einer Kalkhydrathaut zu umhüllen, so bleibt der Putz zu porig und wird nicht genügend fest. Der Fettkalk muss vor der Verwendung zur Herstellung des Putzmörtels mindestens 14 Tage, besser vier Wochen, gelöscht und eingesumpft werden, damit kein nachträgliches Löschen von Kalkteilchen im Putz, wodurch Blasen gebildet werden, die aufbrechen und Löcher verursachen, stattfindet.

Zum Putz äusserer Wandflächen wird der hydraulische Kalkmörtel dem Fettkalkmörtel vorgezogen, weil er im allgemeinen wetterbeständiger ist als der letztere und auch unter dem Einflusse der Nässe erhärtet. Da die Beschaffenheit der hydraulischen Kalke eine sehr verschiedene ist, so ist in jedem besonderen Falle durch Versuche festzustellen, welche Menge von Sandzusatz dieselben vertragen. Es empfiehlt sich, die Kalkmilch und das Kalkpulver durch ein Haarsieb laufen zu lassen, um zu verhindern, dass ungelöschte Kalkstücke in den Mörtel gelangen.

In neuerer Zeit sind zur Ausführung von Putzarbeiten auf Aussenwänden und solchen Innenwänden, die den Einflüssen von Feuchtigkeit ausgesetzt sind, immer mehr die Mischungen von Fettkalk mit Portland-Zement, die sogen. verlängerten Zementmörtel in Aufnahme gekommen. Dieselben sind leicht zu verarbeiten und vertragen ein öfteres Aufrühren innerhalb 24 bis 36 Stunden. Bei Festlegung des Mischungsverhältnisses verfährt man wohl in der Weise, dass man der nach Beschaffenheit des Fettkalkes und des Sandes erprobten Mischung für jeden beizumengenden Raumteil Zement einen gleichen Raumteil Kalk in Abzug bringt. Bei einem Mischungsverhältnis gewöhnlichen Kalkmörtels gleich 3 Teile Kalk auf 6 bis 12 Teile Sand (oder 1 : 2 bis 1 : 4) würden sich mithin für verlängerten Zementmörtel folgende Mischungsverhältnisse ergeben:

2	Teile Kalk,	1	Teil Zement,	6	bis	12	Teile Sand,
1 ^{1/2}	"	"	1 ^{1/2}	"	"	6	" 12 " "
1	"	"	2	"	"	6	" 12 " "

Für Putzarbeiten, die im hohen Grade der Einwirkung von Nässe ausgesetzt sind, also namentlich auf Aussenwänden, in Cisternen, Abortgruben u. s. w. eignet sich besonders reiner Zementmörtel. Zu Putzflächen, die nicht wasserdicht zu sein brauchen, verwendet man eine Mischung von 1 Teil Zement auf 3 bis 4 Teile Sand; wird dagegen Wasserdichtigkeit verlangt, so darf man höchstens 2 Teile Sand mit 1 Teil Zement mischen. Bei der Mörtelbereitung ist der Zement mit reinem, scharfem und durchaus trockenem Sande innig zu vermengen und erst dann Wasser zuzusetzen. Es ist durchaus unstatthaft, einen bereits erstarrenden Zementmörtel durch Wasserzusatz wieder aufzuarbeiten. Fleissiges Durcharbeiten des Mörtels mit der Kelle in kürzeren Zwischenräumen ist dagegen zu empfehlen.

Häufig beobachtet man ein Ablösen des Zementputzes in schwachen Schalen oder grösseren Stücken von dem Untergrunde, auch bilden sich vielfach Blasen oder erhabene Stellen, die beim Beklopfen hohl klingen. Die Ursache dieser Erscheinungen liegt entweder daran, dass der Putz in verschiedenen ungleichartigen Lagen aufgetragen wurde oder in zu schnellem Austrocknen. Vor allem ist deshalb darauf zu sehen, dass der Untergrund vor dem Aufbringen des Putzes gut angehässt wird, wie sich denn auch Zementmörtel am meisten für den Abputz von feuchtem Mauerwerk eignet.

Die Dicke des Putzes soll nicht weniger als 10 mm und nicht mehr als 25 mm betragen, da derselbe im ersteren Falle zu rasch trocknet und keinen genügenden Schutz gewährt, im zweiten Falle dagegen rissig wird und abfällt. Der Bewurf muss auch möglichst gleichmässige Dicke haben, damit kein ungleichmässiges Trocknen und Schwinden desselben eintritt. Bei starken Abweichungen einer Mauer von der lotrechten Ebene oder einer Decke von der wagerechten

Ebene (bei schiefechten Gewölben) hilft man sich zur Verringerung des Putzes durch Eindrücken von Ziegelstücken in den Mörtel.

Sollen Ausbesserungen oder Erneuerungen des Putzes auf Mauerflächen vorgenommen werden, so genügt eine Reinigung der Flächen und ein Auskratzen der Fugen allein nicht, um dem neuen Putz Halt zu geben, es muss vielmehr ein Abarbeiten der Mauer mit dem scharfen Hammer oder der Zweispitze, bei Backsteinmauerwerk mindestens ein Abreiben mit scharfen Steinen stattfinden, um frische Steinflächen zur Aufnahme des Putzes zu schaffen.

Fig. 615.

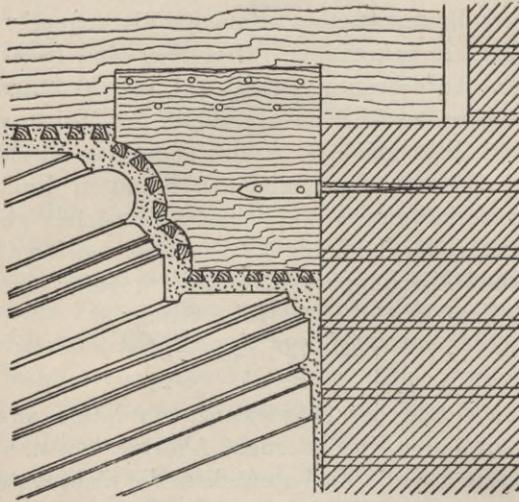
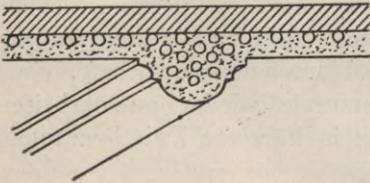


Fig. 616.



Ausser den glatten Flächen werden auch vorspringende Gliederungen und Gesimse geputzt und zwar durch Ziehen mittels Schablonen. Ueberschreitet die Ausladung einer Gliederung 5 cm, so wird der Kern derselben vorgemauert oder aus Brettern hergestellt, um nicht zu viel Mörtel verwenden zu müssen. Besteht der Kern aus Brettern, so sind diese in der Längsrichtung ebenso, wie dies bei Deckenflächen geschieht, mit schmalen, konisch geschnittenen Latten (Fig. 615), mit Drahtgewebe, Rohrgewebe, Drahtziegeln und dergl. m. zu benageln. Kleinere

Gliederungen an Decken werden auch wohl mit Rohrbündeln unterfüttert, welche mit Draht und langen Nägeln zu befestigen sind (Fig. 616).

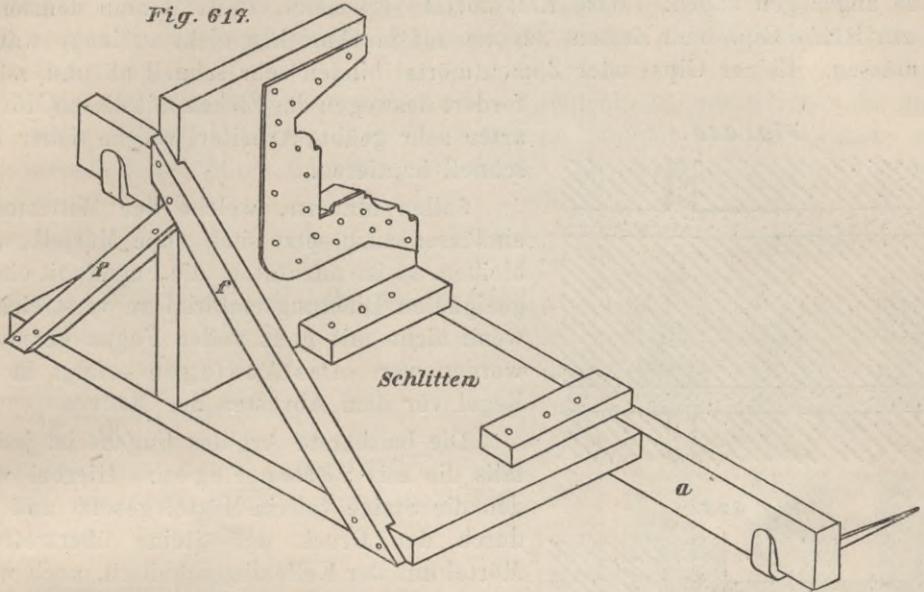
Die nach der beabsichtigten Form der Gliederungen aus Brettern hergestellten Schablonen sind mit gleich geformten Schablonen aus Zink- oder Eisenblech zu beschlagen, damit die Kanten und Flächen der Gliederungen möglichst grosse

Schärfe und Glätte erhalten. Die Schablone wird auf einem Brett, dem sogen. „Schlitten“ (Fig. 617) so befestigt, dass beide Teile sich unter rechten Winkeln treffen. Damit diese Lage dauernd gesichert ist, werden zwischen Schablone und Schlitten in schräger Lage Leisten *f* eingezogen, welche zugleich als Handhabe bei Fortbewegung der Schablone dienen. Dieses Fortbewegen muss so erfolgen, dass die Blechschablone den Mörtel vor sich herschiebt. Der zu viel angeworfene Mörtel fällt auf den Schlitten herab und wird von diesem mit der Kelle abgestrichen.

Zur sicheren Führung der Schablone dienen „Führungslatten“. Bei kleineren Gesimsen begnügt man sich mit einer Führungslatte (Fig. 617 bei a), auf welcher der Schlitten gleitet; grössere Gesimse, bei welchen das Andrücken der grossen und schweren Schablone viel Kraft voraussetzt, erfordern eine zweite Führungslatte, welche so anzubringen ist, dass auf ihr die Schablone mit

dem oberen Ende gleitet. Die beiden Führungslatten (Fig. 618 bei a und b), welche in genau paralleler Lage zu einander anzubringen sind, bilden zusammen den sogen. „Lattengang“.

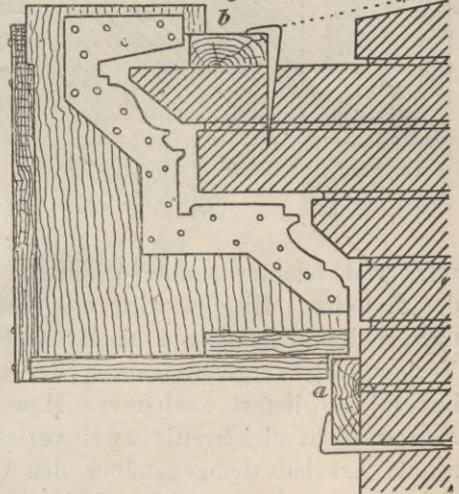
Fig. 617.



Bei bogenförmigen Gesimsen tritt an Stelle der Führungslatten eine „Leier“, d. i. eine Latte, mit deren Hilfe die Schablone um den Mittelpunkt des Bogens geführt wird.

Kröpfungen und Gehrungen der Gesimse lassen sich nicht mit Schablonen der beschriebenen Art ziehen; sie werden meist aus freier Hand mit kleinen Kellen, in neuerer Zeit auch wohl mit der Brandesschen Gehrungsschablone hergestellt. Wenn sich Kröpfungen sehr oft wiederholen und die zwischen ihnen liegenden geraden Gliederungen sehr kurz sind (z. B. bei kassettierten Decken), so sieht man meist von einem Ziehen der Gliederungen auf der Wand- oder Deckenfläche ganz ab. Man kommt dann am leichtesten zum Ziele, wenn man auf einem langen Brett den Mörtel aufträgt, die Gliederungen mit der Schablone zieht, dieselben trocknen lässt, darauf mit der Säge in Stücke von der erforderlichen Länge schneidet und mit dem gleichen Mörtel, aus dem sie hergestellt wurden, an ihren Ort befestigt.

Fig. 618.



Schablone und Führungslatten müssen nach jedem Zuge mit Wasser abgewaschen werden. Nach jedesmaligem Ziehen wiederholt man das Bewerfen mit stets dünnerem und fetterem Mörtel, bis die Gliederungen scharf hervortreten. Bevor die Schablone über den angeworfenen Mörtel geführt wird, muss derselbe etwas angezogen haben. Wird Kalkmörtel verwendet, so setzt man demselben bis zur Hälfte Gips oder Zement zu, um auf das Anziehen nicht zu lange warten zu müssen. Reiner Gips- oder Zementmörtel binden sehr schnell ab und es erfordert deswegen das Ziehen mit diesen Mörtelarten sehr geübte Arbeiter, welche sicher und schnell hantieren.

Fig. 619.

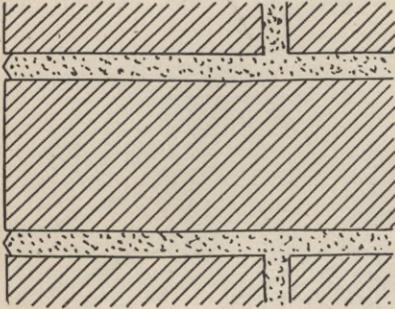
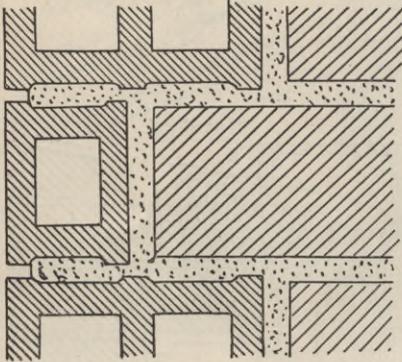


Fig. 620.



Sollen Mauern, welche den Witterungseinflüssen ausgesetzt sind, ohne Mörtelbewurf bleiben, so ist anzuraten, die Fugen mit einem geeigneten Dichtungsmaterial zu verstreichen, wenn nicht mit ganz vollen Fugen gemauert worden war. Das Ausfugen erfolgt in der Regel vor dem Abrüsten der Mauern.

Die haltbarste Art des Fugens ist jedenfalls die mit vollen Fugen. Hierbei werden die Steine voll in Mörtel gesetzt und der durch den Druck der Steine übertretende Mörtel mit der Kelle abgeschnitten, auch wohl mit der Kelle nach Fig. 619 zugeschnitten.

Hohlfugen (Fig. 620) geben zwar dem Mauerwerk ein saubereres Aussehen als Vollfugen, bieten aber Anlass zum Eindringen und Ansammeln von Feuchtigkeit, namentlich wenn sie weit gegen die Mauerflucht zurückgelegt werden.

Besonders bei Blendmauerwerk wird sehr häufig das nachträgliche Ausfugen in Anwendung gebracht, weil dann das Mauerwerk viel leichter sauber gehalten werden kann, als beim Ausfugen während des Mauerns.

Hierbei wird das Auskratzen, Reinigen und Ausfugen entweder nach Vollendung aller 4 bis 6 Schichten, oder erst nach Vollendung der ganzen Verblendung vorgenommen. Die letztere Ausführungsweise ist die gebräuchlichere, sie liefert saubereres Mauerwerk und erfordert weniger Zeit, da die Maurer nicht gleichzeitig zwei verschiedene Arbeiten vorzunehmen haben. Die zweite Art hat demgegenüber den bedeutenden Vorteil, dass der Fugenmörtel sich besser mit dem noch frischen Maueremörtel verbindet. Zu empfehlen ist jedenfalls, dass das Auskratzen der Fugen sogleich nach dem Mauern vorgenommen wird, da durch das nachträgliche Aufhauen und Auskratzen des fest gewordenen Mörtels die Steinkanten leicht beschädigt werden. Man hat jedoch darauf zu achten, dass ausgekrazte Fugen nicht während sehr langer Zeit, namentlich nicht während der Wintermonate, offen bleiben, weil sonst das Eindringen von Regen und Schnee dem Mauerwerk gefährlich werden kann.

Das Auskratzen der Fugen geschieht entweder mit einem Fugholz (Fig. 621), dessen vordere Kanten auf die Tiefe der Fuge mit geringer Verjüngung der Oberfläche eingeschnitten sind, oder mit einer eisernen Fugenkelle (Fig. 622). Das Fugholz ist vorzuziehen, weil es den Mauermörtel weniger glatt abreisst, so dass der Fugenmörtel besseren Halt findet.

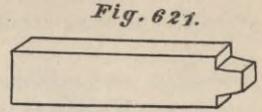


Fig. 621.

Das Ausfugen erfolgt entweder mit der Fugenkelle, mit welcher die durch Fig. 624a bis 624c dargestellten Fugenformen gebildet werden können, oder mit besonders geformten Fugeisen, namentlich für vorgelegte Fugen (Fig. 625a bis 625c).

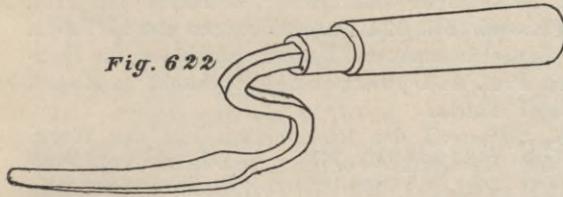


Fig. 622

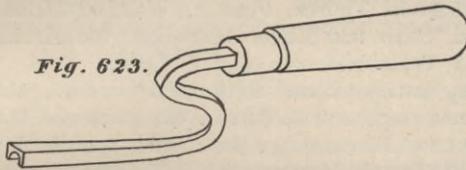


Fig. 623.

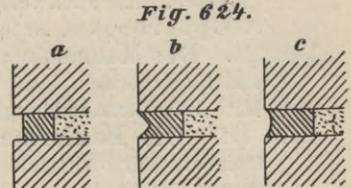


Fig. 624.

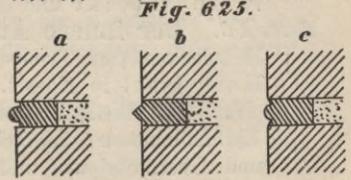


Fig. 625.

Als Fugenmörtel kommen namentlich Wasserkalk, verlängerter und reiner Zementmörtel in Betracht. Kalkmörtel wird zweckmässig mit gesiebttem Ziegelmehl, welches aus hart gebrannten Steinen gewonnen ist, gemischt. Er wird dadurch zu einer Art von hydraulischem Mörtel, welcher dem Wetter besser widersteht, als gewöhnlicher, aus Kalk und Sand hergestellter Mörtel. Damit der nachträglich eingebrachte Mörtel sich mit dem in der Mauer befindlichen verbinden kann, müssen die Fugen vorher durch Ausbürsten und Ausspülen mit Wasser von Staub gereinigt werden.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Empfehlenswerte Werke

für das

Baugewerbe

aus dem

Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig

Das Handbuch des Bautechnikers

Herausgegeben von Hans Issel, Architekt und Kgl. Baugewerkschullehrer.

- Band I. **Der Zimmermann**, umfassend die Verbindungen der Hölzer untereinander, die Fachwerkwände, Balkenlagen und Dächer, bearbeitet von Prof. A. Opderbecke, Architekt in Kassel. Mit 624 Textabbildungen und 17 Tafeln.
- Band II. **Der Maurer**, umfassend die Gebäudemauern, Decken, Fussböden, die Putz- und Fugarbeiten, bearbeitet von Prof. A. Opderbecke, Architekt in Kassel. Mit 625 Textabbildungen und 17 Tafeln.
- Band III. **Die Bauformenlehre**, umfassend den Backsteinbau und den Werksteinbau für mittelalterliche und Renaissance-Formen, bearbeitet von Prof. A. Opderbecke und Architekt Hans Issel. Mit 675 Textabbild. u. 10 Tafeln.
- Band IV. **Der innere Ausbau**, umfassend Thüren, Fenster, Wandvertäfelungen, Holzdecken und Treppen in Holz, Stein und Eisen, bearbeitet von Architekt Hans Issel in Kassel. Mit 533 Textabbildungen und 7 Tafeln.
- Band V. **Die Wohnungsbaukunde**, umfassend das freistehende und eingebaute Einfamilienhaus, das freistehende und eingebaute Miethaus, das städtische Wohn- und Geschäftshaus und deren innere Einrichtung, bearbeitet von Architekt Hans Issel in Kassel. Mit 330 Textabbildungen und 3 Tafeln.
- Band VI. **Die allgemeine Baukunde**, umfassend die Wasserversorgung, die Beseitigung der Schmutzwässer und Abfallstoffe, die Abortanlagen und Pissoirs, die Feuerungs- und Heizungsanlagen, bearbeitet von Prof. A. Opderbecke in Kassel. Mit 597 Textabbildungen und 6 zum Teil farbigen Tafeln.
- Band VII. **Die landwirtschaftliche Baukunde**, umfassend ländliche Wohn- und Wirtschaftsgebäude, Oekonomiegebäude, Molkereien, Eiskeller, Gehöftanlagen, Schuppen, Scheunen, Stallungen und Stalleinrichtungen unter Benutzung der für die königl. preuss. Domänen gegebenen Vorschriften, bearbeitet von Architekt Hans Issel (in Vorbereitung).
- Band VIII. **Der Holzbau**, umfassend den Fachwerk-, Block-, Ständer- und Stab- und deren zeitgemässe Wiederverwendung, bearbeitet von Architekt Hans Issel. Mit 400 Textabbildungen und 12 Tafeln.
- Band IX. **Die Eisenkonstruktionen**, bearbeitet von Oberlehrer Ingenieur Richard Schöler in Barmen-Elberfeld (in Vorbereitung).
- Band X. **Die angewandte darstellende Geometrie**, umfassend Geometrisches Zeichnen, Projektionslehre, Dachausmittlungen, Schiftungen, Treppenkrümmlinge, Schattenlehre und Perspektive bearbeitet von Oberlehrer Erich Geyger in Kassel (in Vorbereitung).
- Band XI. **Der Dachdecker und Bauklempner**, umfassend die sämtlichen Arten der Dacheindeckungen, die Anordnung von Oberlichtern, Blitzableitern, Flaggenhaltern und Dachrinnen, sowie alle hierher gehörigen Klempnerarbeiten, bearbeitet von Prof. A. Opderbecke und Architekt Hans Issel (in Vorbereitung).
- Band XII. **Die Baustofflehre**, umfassend die natürlichen und künstlichen Bausteine, die Bauhölzer, die Metalle, die Mörtelarten und die Verbindungs-, Neben- und Hilfsbaustoffe, bearbeitet von Prof. Ernst Nöthling in Deutsch-Krone (in Vorbereitung).

Jeder Band ist einzeln käuflich.

Preis eines jeden Bandes 5 Mark geheftet, 6 Mark gebunden.

Altberg, O., Die Feuerungsanlagen für das Haus, erläutert durch die Resultate der Wärmetechnik und die Leistung der verschiedenen Brennstoffe. Sechste unveränderte Auflage. Mit Atlas, enthaltend 21 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 5 Mark 25 Pfg.

Behse, Dr. W. H., Der Zimmermann. Eine umfassende Darstellung der Zimmermannskunst. Zehnte erweiterte Auflage herausgegeben von H. Robrade, kaiserl. Postbauinspektor. Mit einem Atlas von 44 Foliotafeln, enthaltend 652 Abbildungen. gr. 8. Geh. 9 Mark. Geb. 11 Mark 50 Pfg.

Behse, Dr. W. H., Treppenwerk für Architekten, Zimmerleute und Tischler, sowie für Baugewerk- und Gewerbeschulen oder vollständige Abhandlung der Treppen in Holz. Vierte vermehrte und verbesserte Auflage nach den neuesten Ausführungen mit besonderer Berücksichtigung der Konstruktion bearbeitet von W. Müller, Grossh. Sächs. Baukommissar. Mit 36 Tafeln, enthaltend 270 Abbildungen. gr. 4. Geh. 6 Mark.

Behse, Dr. W. H., Treppen aus Holz. Eine kurze Anweisung zum Gebrauch für Treppenbauer, Baugewerksmeister, Zimmerleute und Bauschüler. Fünfte Auflage herausgegeben von W. Müller, Grossh. Sächs. Baukommissar. Mit 100 Abbildungen auf 6 Tafeln. gr. 8. Geh. 1 Mark 50 Pfg.

Behse, Dr. W. H., Die praktischen Arbeiten und Baukonstruktionen des Maurers und Steinhauers in allen ihren Teilen. Ein Handbuch für Maurer und Steinhauer, sowie für Baugewerksschulen. Sechste verbesserte und vermehrte Auflage. Mit einem Atlas von 51 Foliotafeln, enthaltend 659 Figuren. 8. Geh. 10 Mark.

Behse, Dr. W. H., Die Baurisse, umfassend die zeichnerische Darstellung und das Entwerfen der gewöhnlich vorkommenden Gebäudegattungen. Nebst einer Aufstellung eines ausführlichen Kostenanschlags. Fünfte erweiterte Auflage herausgegeben von Hermann Robrade, kaiserlicher Postbauinspektor. Mit einem Atlas von 30 Tafeln. gr. 8. Geh. 6 Mark.

Bleichrodt, W. G., Meister-Examen der Maurer und Zimmerleute. Ein Nachschlagebuch für die Praxis nach den neuesten Konstruktionsgebräuchen und Erfahrungen und Wiederholungsunterricht für Innungs-Kandidaten und Bauschul-Abiturienten, zur Vorbereitung für die Prüfung. Vierte völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage, zusammengestellt und herausgegeben von Paul Gründling. Mit einem Atlas, enthaltend 16 Tafeln mit über 600 Figuren. gr. 8. Geh. 9 Mark.

Böhmer, E. und Neumann, Fr., Kalk, Gips, Zement. Handbuch für Anlage und Betrieb von Kalkwerken, Gipsmühlen und Zementfabriken. Fünfte verbesserte Auflage bearbeitet von Fr. Neumann, Ingenieur. Mit einem Atlas von 10 Foliotafeln und 40 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. Geh. 6 Mark 75 Pfg.

Christiansen, O., Der Holzbaustil. Entwürfe zu Holzarchitekturen in modern-deutschem, norwegischem, schweizer, russischem und englisch-amerikanischem Stil. Eine Sammlung von Sommersitzen, Villen, Land- und Touristenhäusern, Jagdschlössern, Wirtschafts- und ähnlichen Gebäuden. 30 Tafeln in 4. mit Text. In Mappe. 9 Mark.

Erlach, H., Sprüche und Reden für Maurer bei Legung des Grundsteins zu allerlei öffentlichen und Privatgebäuden. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. 8. Geh. 1 Mark 80 Pfg.

Faber, R., Schulhäuser für Stadt und Land. Eine Sammlung ausgeführter Entwürfe von Dorf-, Bezirks- und Bürgerschulen, Realschulen und Gymnasien, mit und ohne Turnhallenanlagen, sowie Kinderbewahranstalten oder Krippen, unter besonderer Berücksichtigung der bewährtesten Subsellien. 27 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. In Mappe. 12 Mark.

Gerstenbergk, H. v., Neuer Stein-Berechner nach metrischem Masssystem, oder Tafeln, woraus von allen behauenen Steinen, wie z. B. von Quadern, Platten, Marksteinen, Pfeilern, vierkantigen Säulen u. s. w. der Inhalt nach Kubikmetern und Teilen desselben aufs Genaueste berechnet, sofort ersehen werden kann. Mit einem Anhang, enthaltend die wichtigsten Formeln zur Flächen- und Körperberechnung, sowie deren Anwendung auf die Praxis und eine arithmetische Tabelle, nach der auch der Inhalt runder Körper (Schleifsteine u. s. w.) sich leicht berechnen lässt. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Ed. Jentzen, Direktor. Mit 36 in den Text gedruckten Abbildungen. 8. Geb. 2 Mark 50 Pfg.

Gerstenbergk, H. v., Der allzeit fertige Holzberechner nach metrischem Masssystem. Tafeln zur Bestimmung des Kubikinhalts von runden, vierkantigen behauenen und geschnittenen Hölzern, sowie des Quadratinhalts der letzteren; ferner der Kreisflächen, des Geldbetrages der Hölzer u. s. w. Zum Gebrauche für Forst- und Landwirte, Waldbesitzer, Bau- und Werkleute, Holzhändler, Schneidemüller u. a. Sechste Auflage. 8. Geb. 3 Mark 75 Pfg.

Graef, A. und M., Die moderne Bautischlerei für Tischler und Zimmerleute, enthaltend alle beim inneren Ausbau vorkommenden Arbeiten des Bautischlers. Nebst einem Anhang: Bildliche und beschreibende Darstellung der besten Holzbearbeitungsmaschinen. Zwölfte neu bearbeitete Auflage. Mit einem Atlas, enthaltend 40 Foliotafeln, und 150 Text-Holzschnitte. gr. 8. Geh. 10 Mark 50 Pfg. Geb. 13 Mark.

Graef, M., Der dekorative Holzbau (Renaissance und Modern) in seinen Einzelheiten und kleinen Baulichkeiten für Zimmerer, Bautischler und Baubeflissene. Vorlagen zur Ausschmückung aller vorkommenden Holzbauten nach neuen Mustern, dargestellt von den einfachsten bis zu reicheren Vorbildern, umfassend sowohl die Teile der Innenräume, als auch die der Fassaden und der freistehenden Bauteile. 36 Grossfoliotafeln mit erklärendem Texte. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Graef, M., Die innere Ausstattung von Verkaufsräumen in Tischlerarbeit. Moderne Ladeneinrichtungen für alle Geschäftszweige. 26 Foliotafeln in Farbendruck. gr. 4. In Mappe mit erläuterndem Text. 9 Mark.

Graef, A. und M., Moderne Thüren und Thore aller Anordnungen. Eine Sammlung von Originalzeichnungen zum praktischen Gebrauch für Tischler und Zimmerleute. Zweite vollständig neu bearbeitete Auflage. 24 Foliotafeln in Tondruck. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Graef, A. und M., Das Parkett. Eine Sammlung von farbigen Vorlagen massiver und furnierter Parkette in einfacher und reicher Ausführung. 24 Foliotafeln mit 300 Mustern nebst ausführlichem Text. In Mappe. 10 Mark.

Graef, A. und M., Werkzeichnungen für Glaser und Bautischler, insbesondere jede Art von Fenstern und alle damit verwandten Arbeiten zum Zwecke der inneren und äusseren Ergänzung und Ausstattung der Wohnhäuser und anderer Gebäude. Ferner eine grosse Anzahl aller möglichen Profile und Durchschnitte von Fenstern, sowie auch Jalousie-, Roll- und anderer Verschlussläden etc. Zweite verbesserte Auflage. 28 Foliotafeln mit erklärendem Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Gründling, P., Entwürfe zu bürgerlichen Bauten im Rohbaustil. Ein Skizzen- und Nachschlagebuch für alle vorkommenden bürgerlichen, öffentlichen und Privat-Bauten, als Villen-, Wohn- und Geschäftshäuser, Restaurants etc. in Grundrissen, Fassaden und Details in Verblendbau-Ausführung. 25 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Gründling, P., Motive für die Gesamt-Innen-Dekoration. Ein Skizzen- und Nachschlagebuch für Architekten, Bauunternehmer, Zimmermalers etc. enthaltend Darstellung von Arrangements zur Innen-Dekoration der Decken und Wände aller vorkommenden Räume des bürgerlichen Hauses, sowie von Villen, Restaurants, Sälen, Gesellschaftshäusern etc. In Gesamt-Ansichten, Grundrissen und Details des Einzel-Ornaments. 25 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Gründling, P., Moderne Wohnhäuser und Villen. Eine Sammlung von Entwürfen und Darstellungen ausgeführter Bauten zu Miethäusern, Wohn- und Geschäftshäusern, sowie Einfamilienhäusern und Villen in der Stadt und auf dem Lande. In Gruppen und nach Bauart zusammengestellt für das heutige moderne Bedürfnis nach hygienischer, baupolizeilicher, sowie praktisch formeller Richtung hin. 30 Tafeln in gr. 4. Mit Text in Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Gründling, P. und Hannemann, F., Theorie und Praxis der Zeichenkunst für Handwerker, Techniker und bildende Künstler. Ein Vademekum über alle Zweige und Gebiete des Zeichnens. Vierte Auflage. Mit Atlas von 30 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 9 Mark.

Hintz, L., Die Baustatik. Ein elementarer Leitfaden zum Selbstunterricht und zum praktischen Gebrauch für Architekten, Baugewerksmeister und Schüler bautechnischer Lehranstalten. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit einer Tafel und 305 in den Text eingedruckten Abbildungen. gr. 8. Geh. 8 Mark. Geb. 9 Mark 50 Pfg.

Jeep, W., Der Asphalt und seine Anwendung in der Technik. Gewinnung, Herstellung und Verwendung der natürlichen und künstlichen Asphalte. Zweite neu bearbeitete Auflage herausgegeben von Prof. Ernst Nöthling, Architekt und Oberlehrer der Kgl. Baugewerkschule zu Deutsch-Krone (Westpr.) Mit 30 in den Text gedruckten Abbildungen. gr. 8. Geh. 6 Mark.

Jeep, W., Das graphische Rechnen und die Graphostatik in ihrer Anwendung auf Baukonstruktionen. Zum Gebrauche für Baugewerksmeister, Baugewerkschulen etc. Zweite Auflage. Mit Atlas von 35 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 5 Mark.

Jeep, W., Die Eindeckung der Dächer mit weichen und harten Materialien, namentlich mit Steinen, Pappe und Metall. Eine Anleitung zur Anfertigung der verschiedenen Dacheindeckungen für Schiefer- und Ziegeldecker, Klempner, Bauhandwerker und Bauunternehmer. Vierte Auflage. Mit Atlas von 12 Foliotafeln. 8. Geh. 4 Mark 50 Pfg.

Jeep, W., Die Anfertigung der Kitt- und Klebemittel für die verschiedensten Gegenstände. Zum Gebrauch für Maschinenfabrikanten, Ingenieure, Architekten, Baumeister, Bauunternehmer, Schlosser, Schmiede, Tischler, Drechsler, Zimmerleute, Stein- und Bildhauer etc. Vierte völlig veränderte Auflage von Thons Kittkunst. gr. 8. Geh. 2 Mark 50 Pfg.

Jeep, W., Die Einrichtung und der Bau der Backöfen. Ein Handbuch für Bau- und Maurermeister, Bäcker und alle diejenigen, welche sich mit dem Bau und Betriebe der Backöfen und Bäckereien befassen. Zweite sehr vermehrte Auflage. Mit einem Atlas von 15 Tafeln, enthaltend 158 Abbildungen. 8. Geh. 5 Mark.

Jeep, W., Einfache Buchhaltung für baugewerbliche Geschäfte. Zum Gebrauche für Bauhandwerker und technische Lehranstalten. Nebst einem Anhang: Die gesetzlichen Bestimmungen über die Arbeiter-Versicherungskassen. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. gr. 8. Geh. 3 Mark.

Jentzen, Ed., Die Flächen- und Körperberechnungen. Nebst vielen Beispielen zum praktischen Gebrauch für Bau- und Maschinentechniker. Mit 116 Figuren. Zweite vermehrte Auflage. gr. 8. Geh. 2 Mark 25 Pfg.

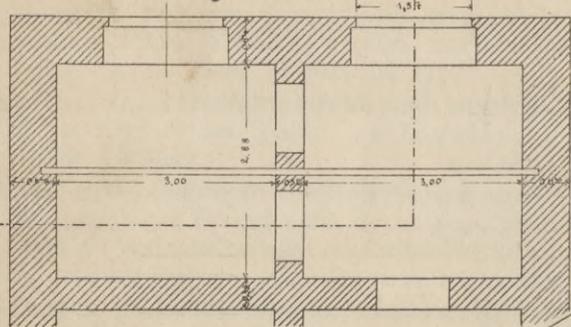
Johnen, Dr. P. J., Elemente der Festigkeitslehre in elementarer Darstellung mit zahlreichen, teilweise vollständig gelösten Uebungsbeispielen, sowie vielen praktisch bewährten Konstruktionsregeln. Für Maschinen- und Bautechniker, sowie zum Gebrauche in technischen Lehranstalten. Mit 176 in den Text gedruckten Abbildungen und mehreren Profiltabellen. gr. 8. Geh. 6 Mark 75 Pfg.

Keller, O., Der Bau kleiner und wohlfeiler Häuser für eine Familie. Eine Sammlung von einfachen und reicheren Entwürfen nebst Details für Baugewerksmeister, Bauleuten und Bauunternehmer. Vierte verbesserte und vermehrte Auflage. 26 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

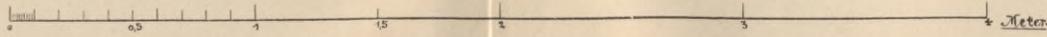
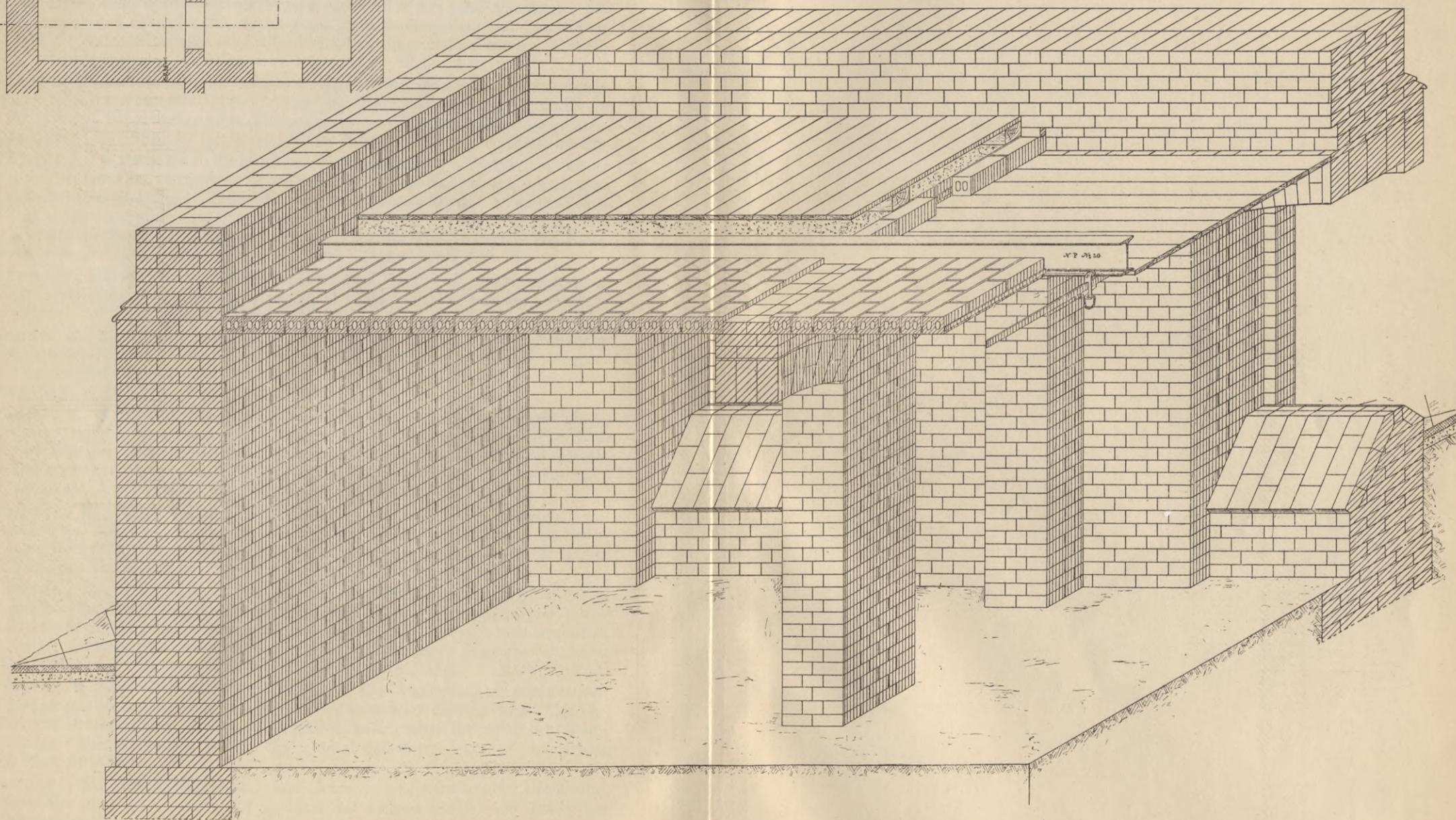
- Keller, O., Das A-B-C des Zimmermanns** oder die ersten Begriffe der Zimmerkunst für Lehrlinge und angehende Gesellen dieses Gewerbes, bestehend in den nötigsten Sätzen der geometrischen Konstruktionslehre und Projektionslehre, der Materialkenntnis und den gewöhnlich vorkommenden Zimmerarbeiten. Zur Selbstbelehrung und zum Gebrauche in Innungsfachschulen und gewerblichen Fortbildungsschulen. Zweite, gänzlich neu bearbeitete Auflage. Mit 12 Figurentafeln. kl. 4. Geh. 2 Mark 50 Pfg.
- Keller, O., Architektonische und konstruktive Details** zum Gebrauch für Bauausführende und Schüler des Baufaches. 10 Grossfoliotafeln mit Text in Mappe. 6 Mark.
- Keller, O., Entwürfe von Holzverzierungen aller Art zum Aussägen.** Für den praktischen Gebrauch des Architekten, Baugewerksmeisters und Bauschülers, sowie als Wandtafelvorlagen für Bauhandwerker- und Fortbildungsschulen. 5 Tafeln in grösstem Format. Zweite vermehrte Auflage. 2 Mark 40 Pfg.
- Klasen, L., Landhäuser im Schweizer Stil** und ähnlichen Stilarten. Eine Sammlung billig zu erbauender Villen für eine oder zwei Familien zum Gebrauche für Architekten, Baugewerksmeister, Bauunternehmer und Schüler bautechnischer Lehranstalten. 25 Tafeln in Quart mit erläut. Text. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.
- König, A., Entwürfe zu ländlichen Wohngebäuden** oder Häusern für den Bauer, Arbeiter und Handwerker, sowie Pfarr-, Schul- und Gasthäusern, mit den dazu erforderlichen Stallungen. Nebst der ausführlichen Angabe des zu deren Erbauung nötigen Aufwandes an Materialien und Arbeitslöhnen. Vierte Auflage, neu bearbeitet, verbessert und vermehrt von Paul Gründling, Architekt in Leipzig. Mit Atlas von 14 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 7 Mark 50 Pfg.
- Kreuzer, Herm., Farbige Bleiverglasungen** für Profan- und Kirchenbauten. Für Architekten und praktische Glaser. I. Sammlung: Profanbauten. Zweite Auflage. 10 Blatt Folio in Farbendruck. Geh. 5 Mark.
- Landé, R., Stadt- und Landhäuser.** Eine Sammlung von modernen Entwürfen in gotischen Formen. Dargestellt durch Grundrisse, Schnitte, Ansichten, Perspektiven und Teilzeichnungen mit Aufstellung der annähernden Baukosten. 24 Tafeln mit Text in Mappe. gr. 4. 7 Mark 50 Pfg.
- Landé, R., Villa und Stadthaus.** Eine Sammlung von Entwürfen und ausgeführten Bauten in Formen der Renaissance und des Barockstils. Für Baugewerksmeister, Bauunternehmer und Bauschüler, dargestellt durch Grundrisse, Ansichten, Perspektiven und Teilzeichnungen mit Aufstellung der annähernden Baukosten. 24 Tafeln mit Text in Mappe. gr. 4. 7 Mark 50 Pfg.
- Ludwig, R., Wegbrücken** (Wegüberführungen) in Stein, Eisen und Holz. Beschreibung, Konstruktion und statische Berechnung der Wegbrücken, mit besonderer Rücksicht auf ausgeführte Bauwerke. Zweite Auflage. Mit 28 Tafeln in Quart. Geh. 4 Mark.
- Manega, R., Die Anlage von Arbeiterwohnungen** vom wirtschaftlichen, sanitären und technischen Standpunkte, mit einer Sammlung von Plänen der besten Arbeiterhäuser Englands, Frankreichs und Deutschlands. Dritte neu bearbeitete Auflage, herausgegeben von Paul Gründling, Architekt in Leipzig. Mit einem Atlas von 16 Tafeln, enthaltend 176 Figuren. gr. 8. Geh. 7 Mark 50 Pfg.
- Müller, W., Der Bau eiserner Treppen.** Eine Darstellung schmiedeeiserner Treppen mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Konstruktionen. Zum Gebrauche für Architekten, Baugewerke und Schlosser, sowie für gewerbliche Fachschulen. Vierundzwanzig Tafeln und zwei Detailblätter. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.
- Neupert, F., Geschäftshäuser.** Eine Sammlung von Entwürfen zu eingebauten Geschäfts- und Lagerhäusern für grössere und kleinere Städte. 25 Tafeln mit erklärendem Text in Mappe. gr. 4. 9 Mark.

INŻ. I. STELLA-SAWICKI

Grundriss M.1:15.

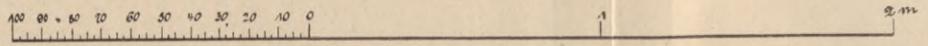
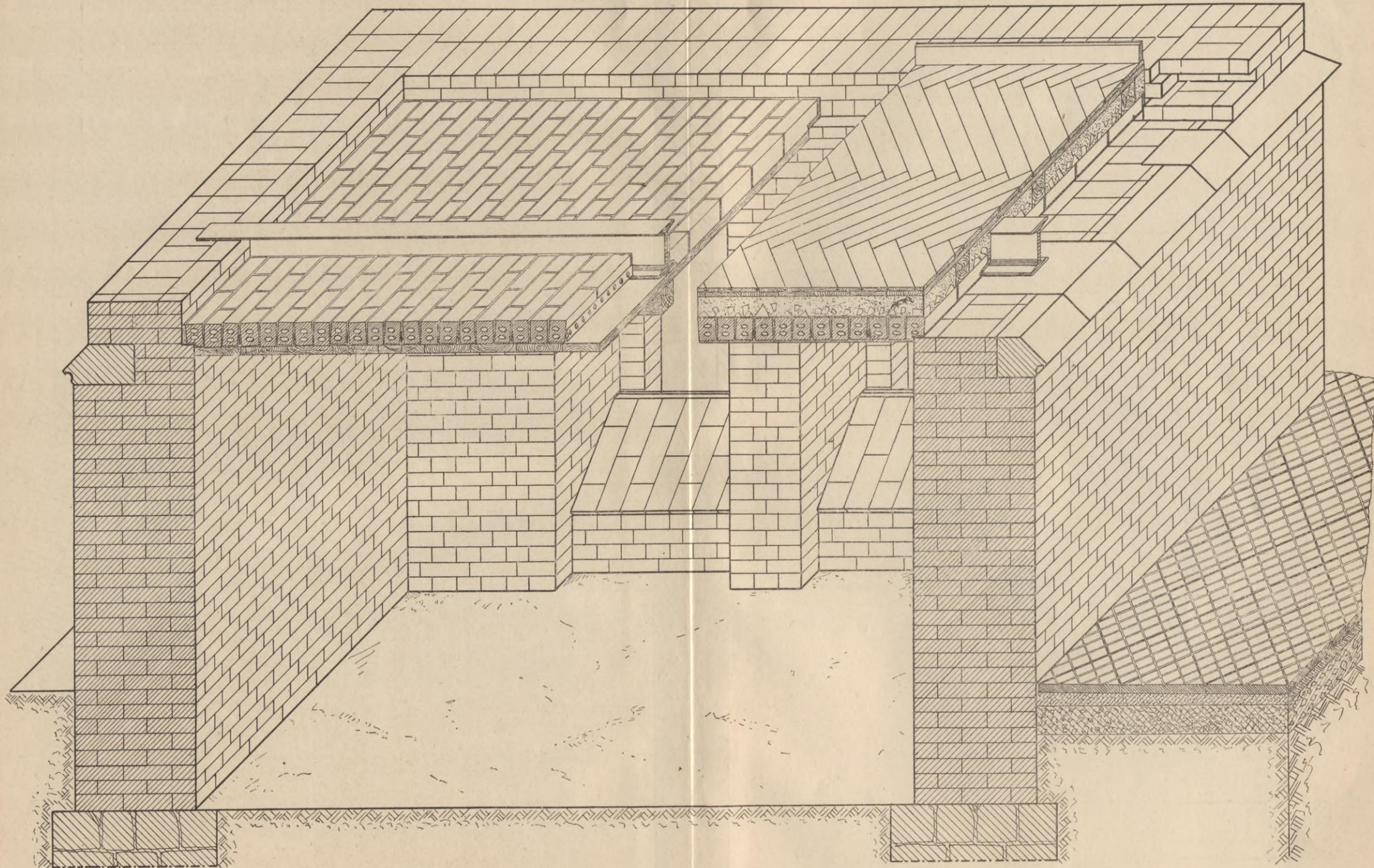


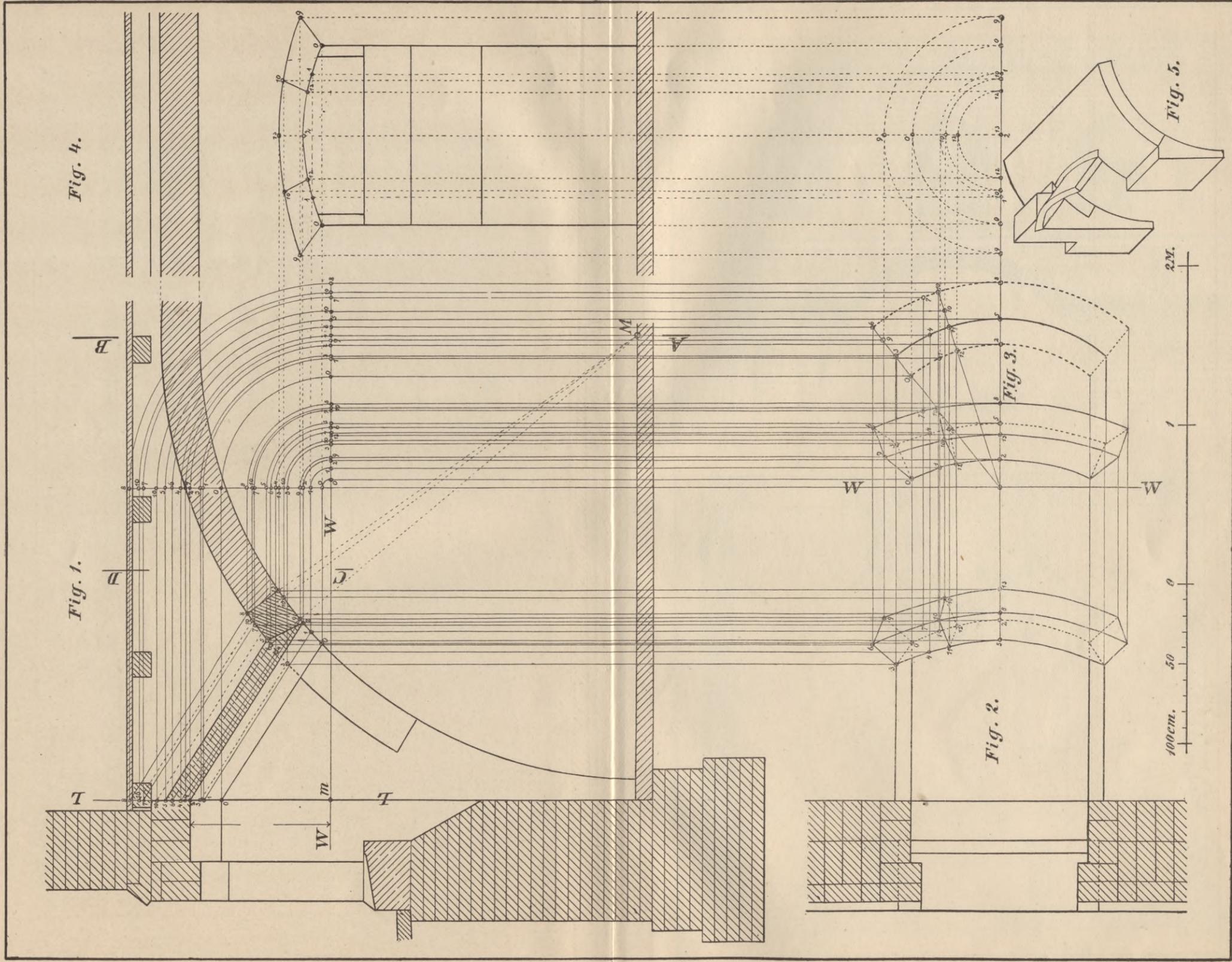
Die Kleine'sche Decke.

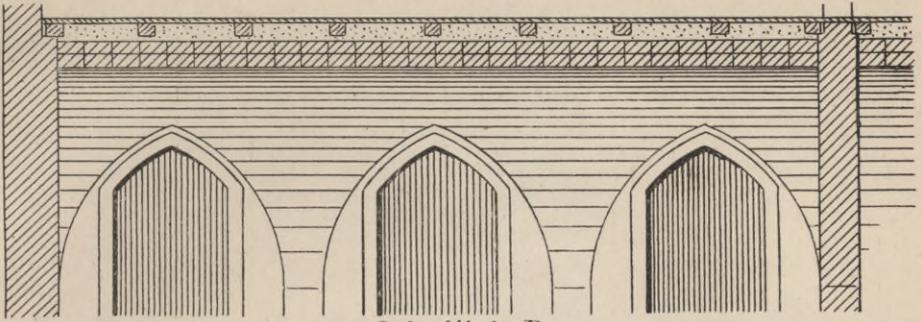


INŻ. I. STELLA-SAWICKI

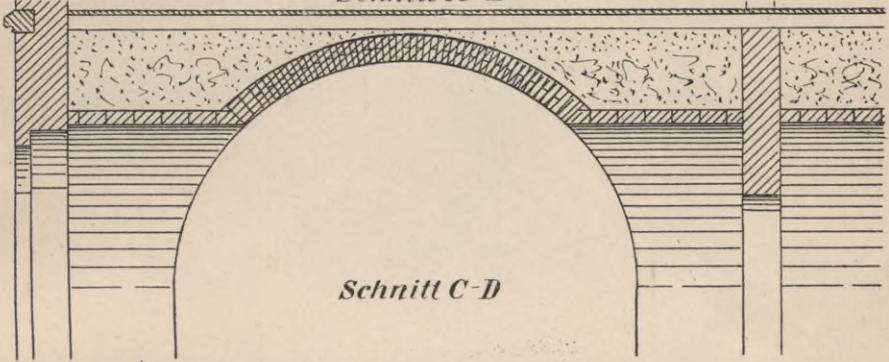
Gewölbeträgerdecke (Schürmannsche Decke)



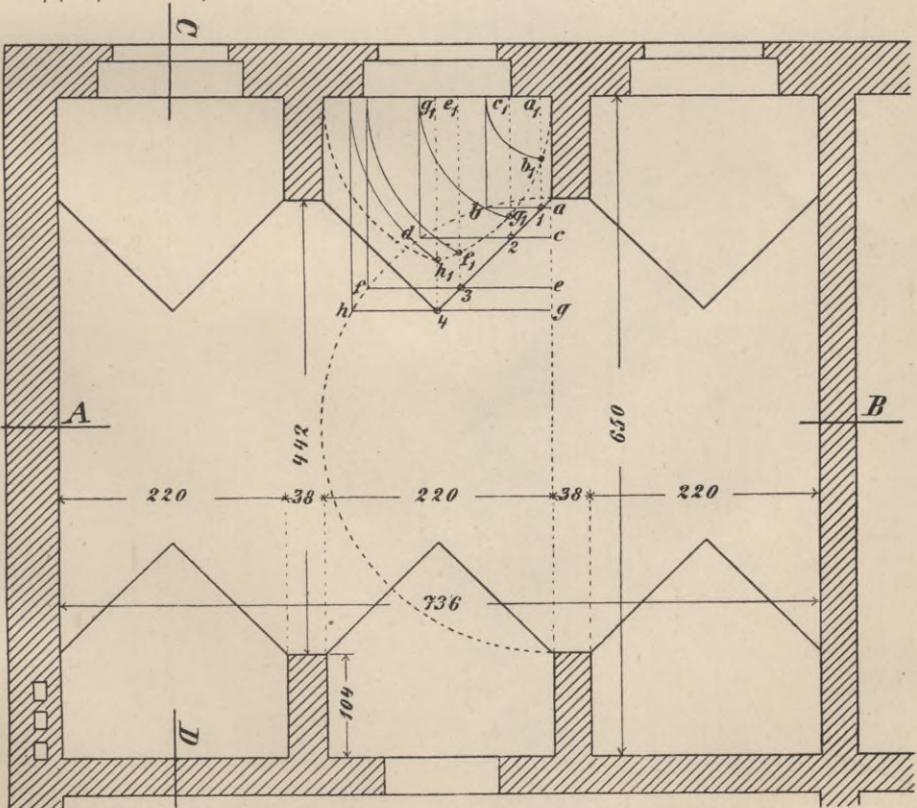


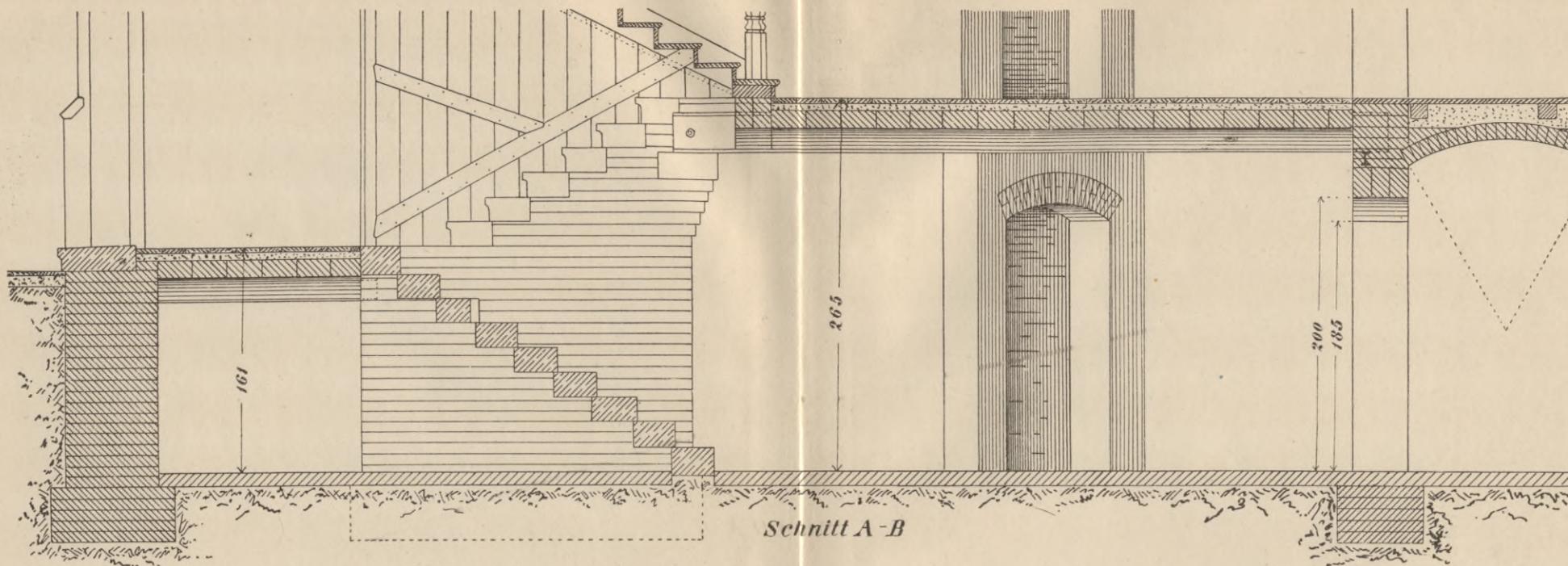


Schnitt A-B

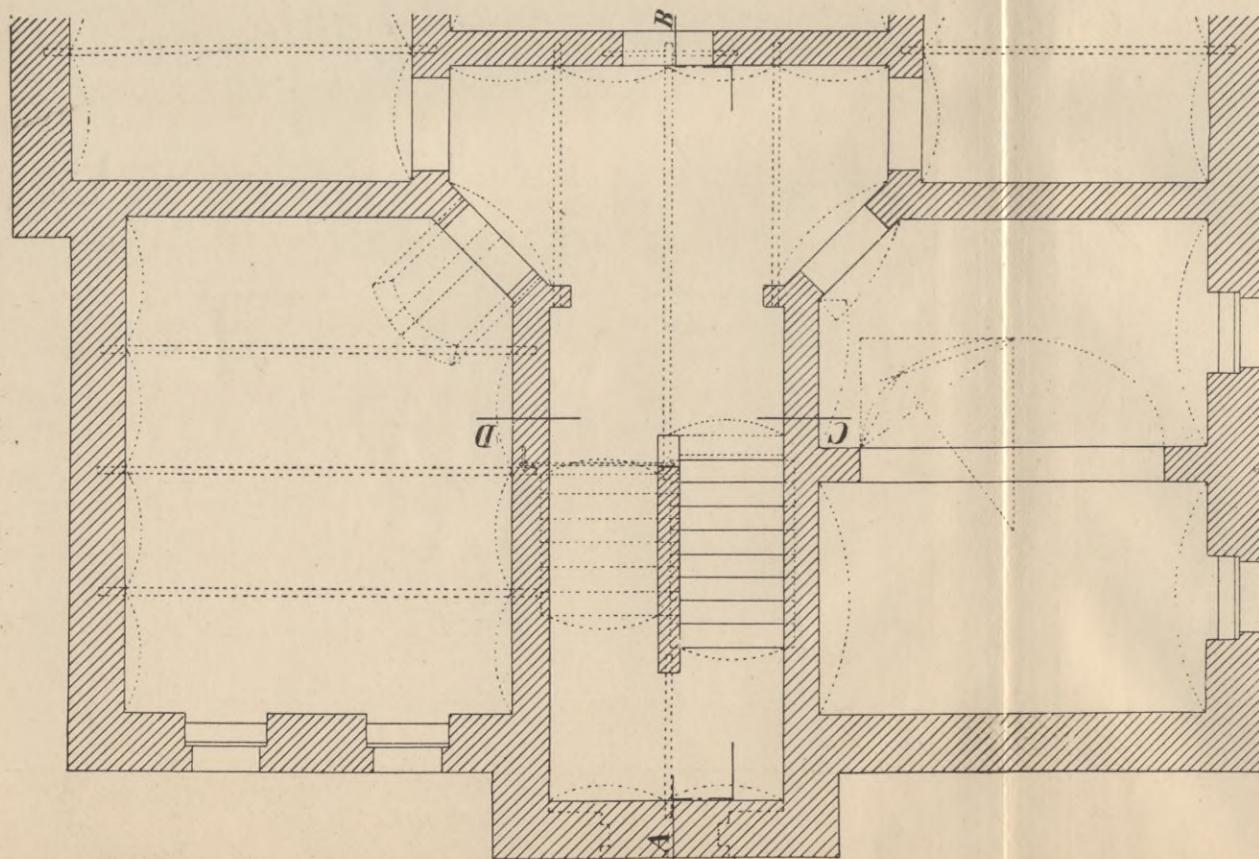


Schnitt C-D

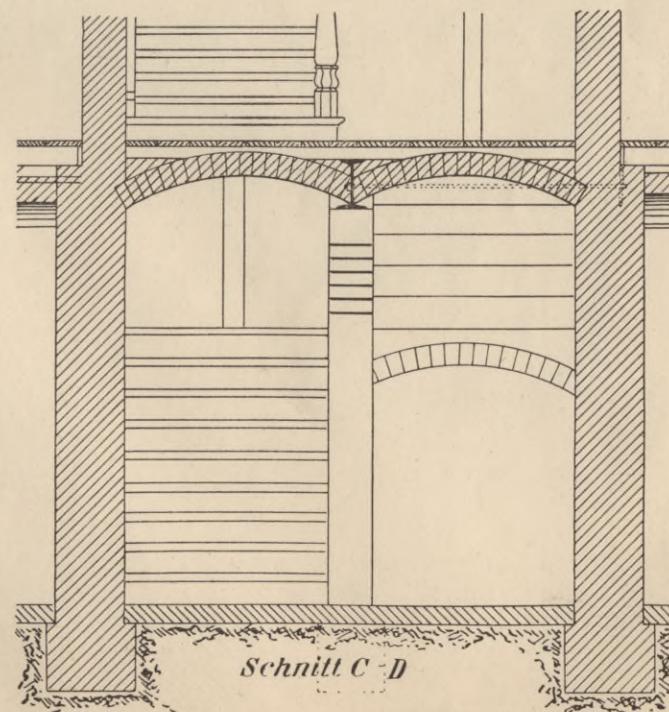




Schnitt A-B



Für die Schnitte
100 50 0 1 2 M.
Für den Grundriss
100 50 0 1 2 3 4 5 M.



Schnitt C-D

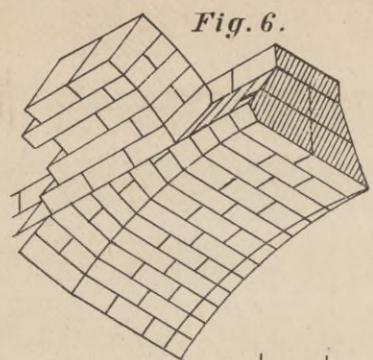


Fig. 6.

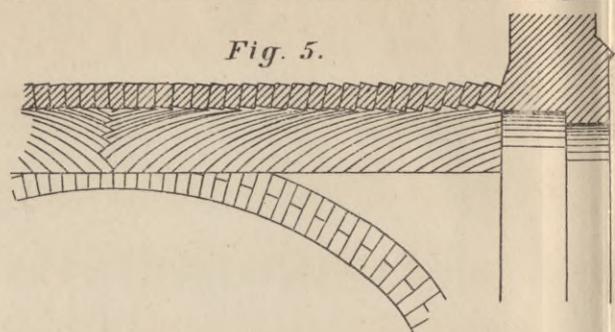


Fig. 5.

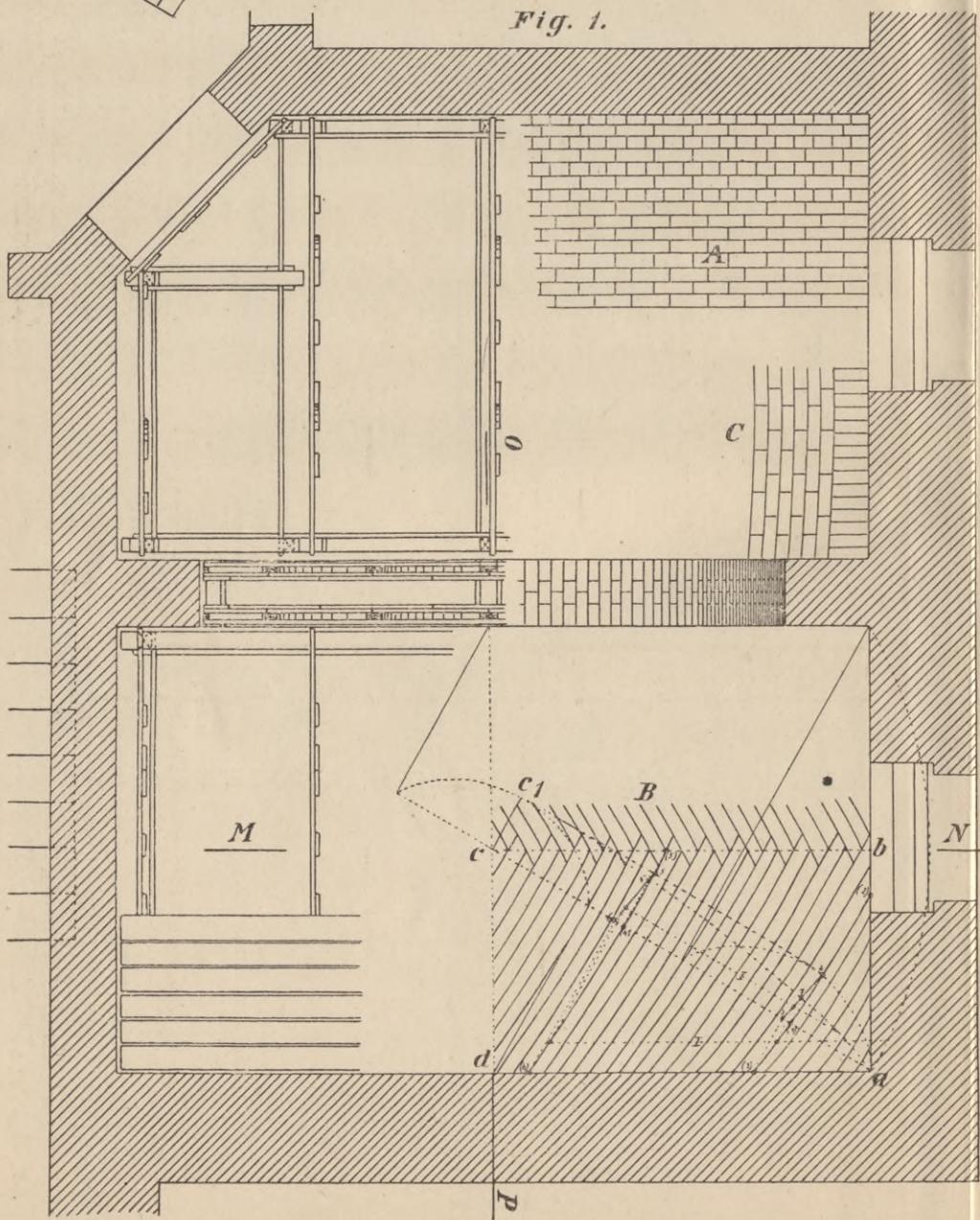


Fig. 1.

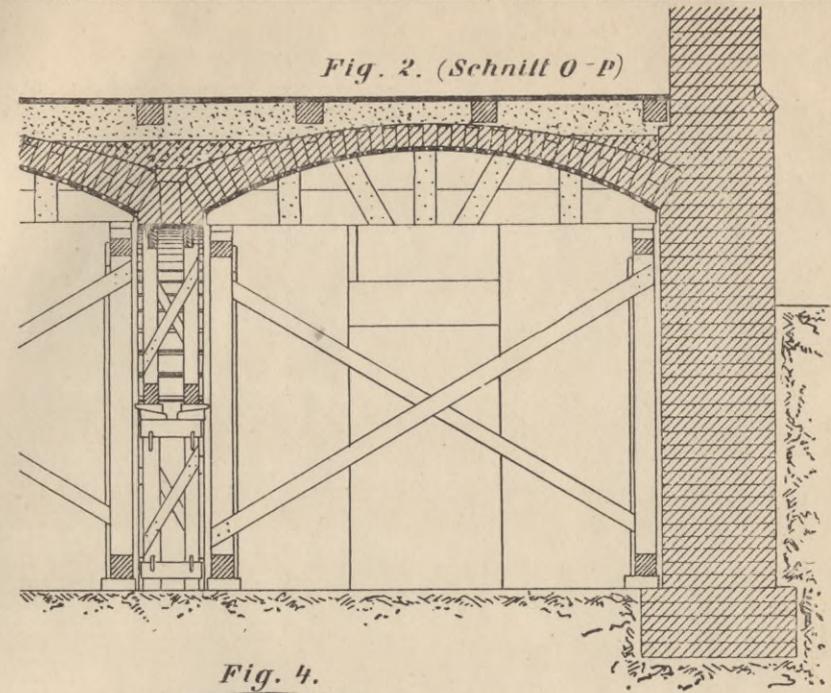


Fig. 2. (Schnitt O-P)

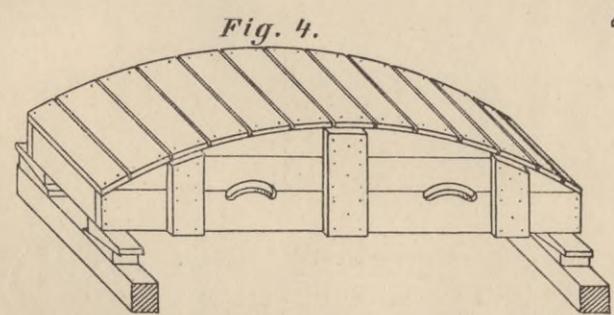


Fig. 4.

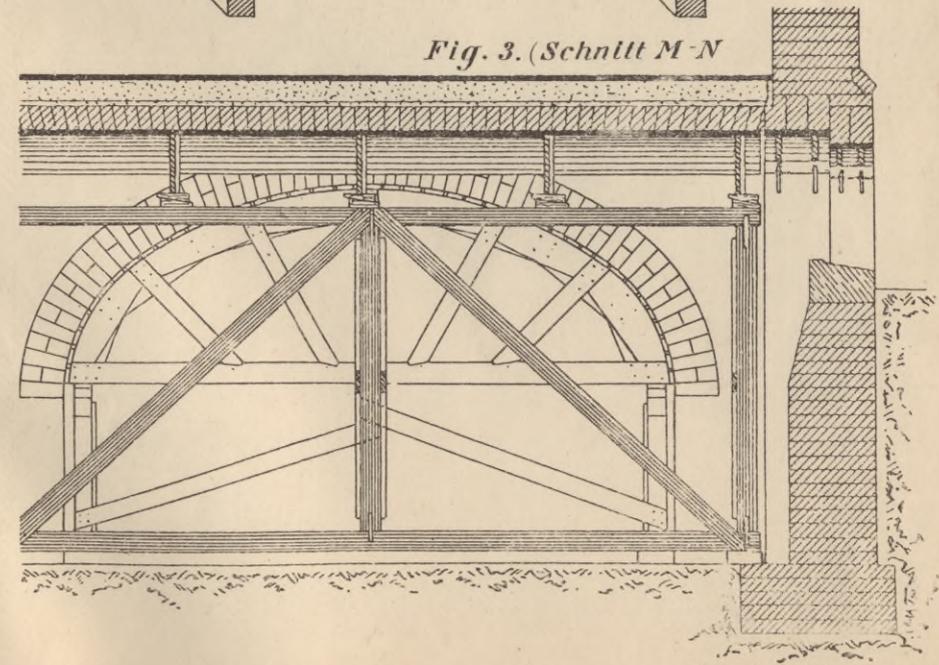


Fig. 3. (Schnitt M-N)

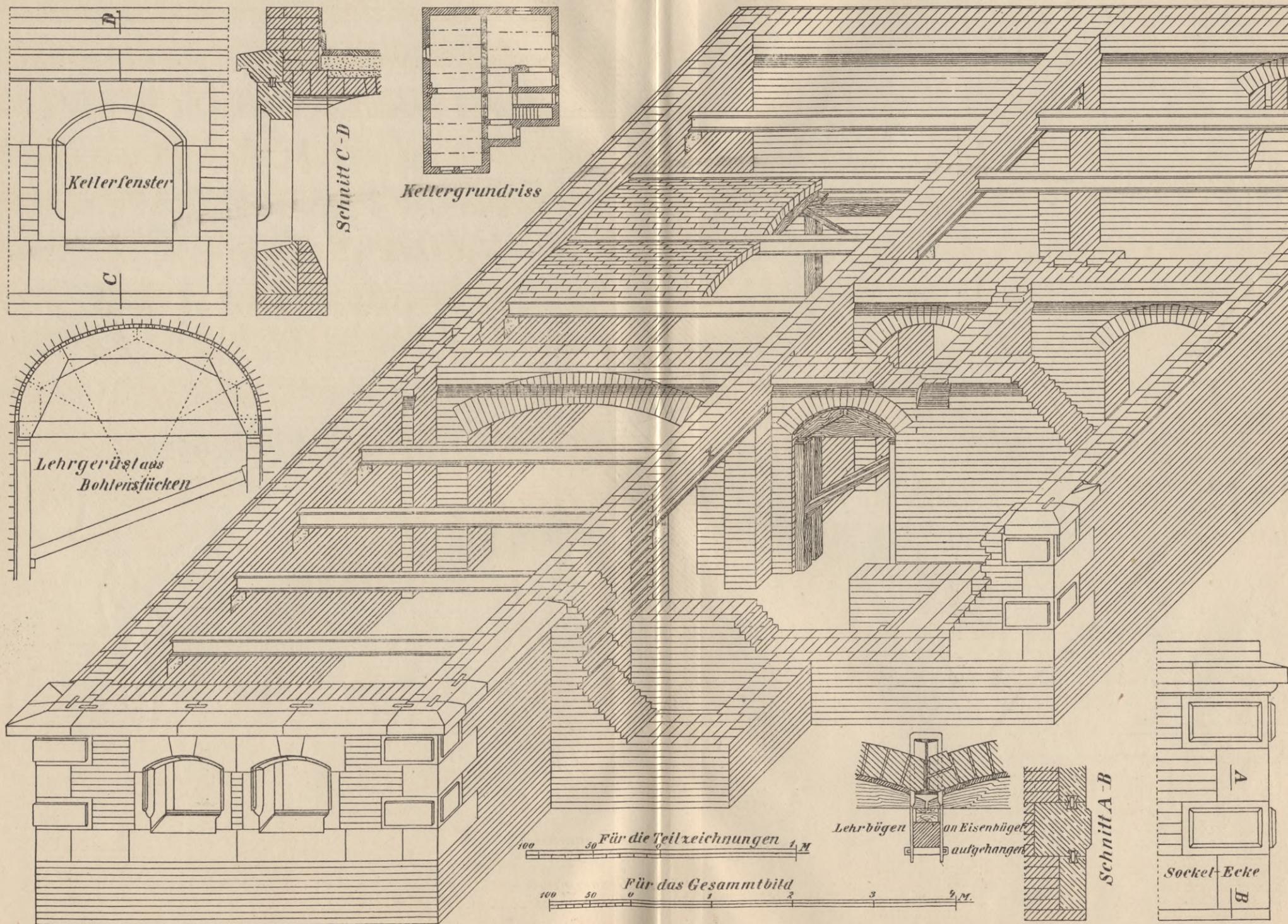
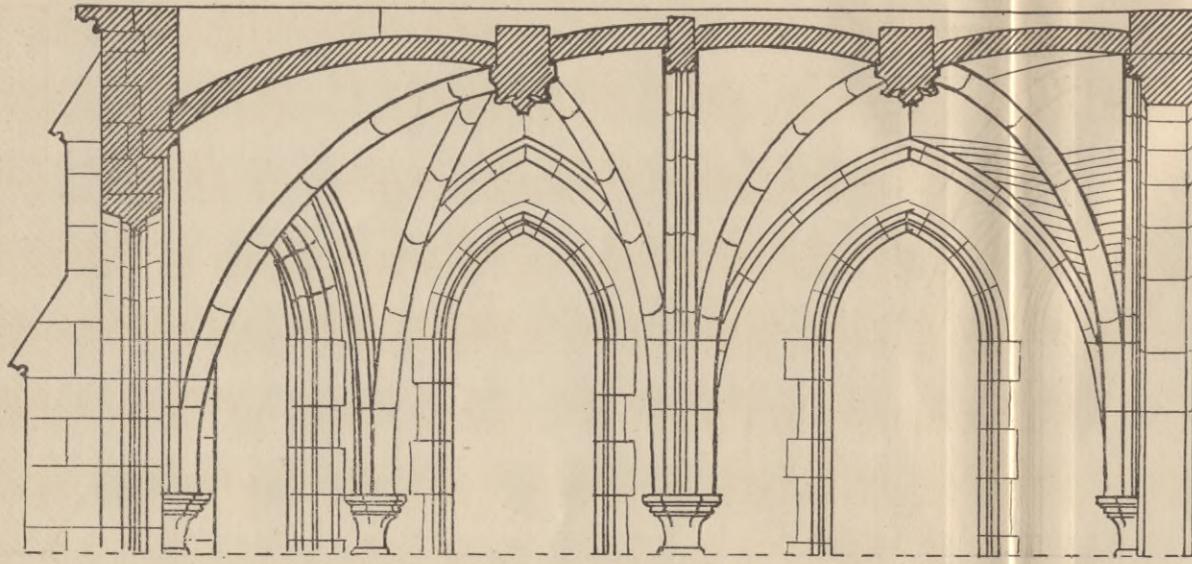


Fig. 2.



Längenschnitt E-F

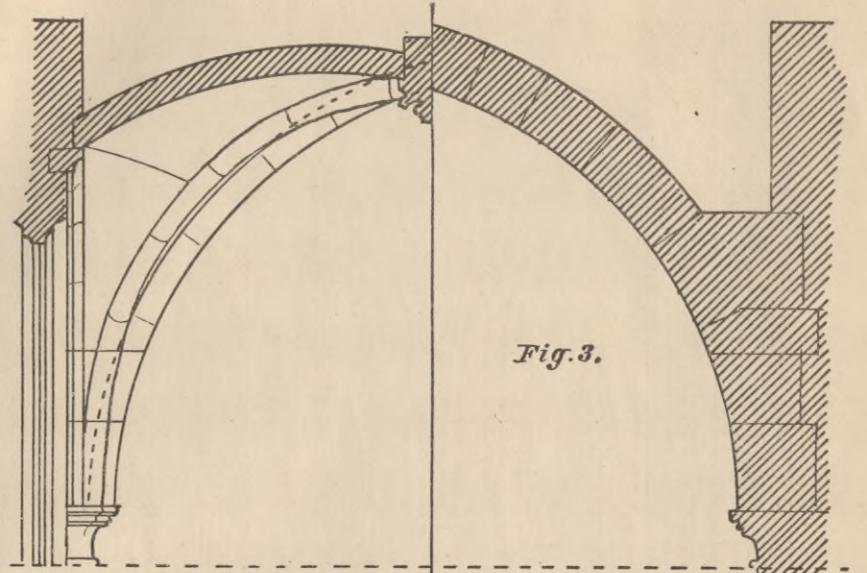
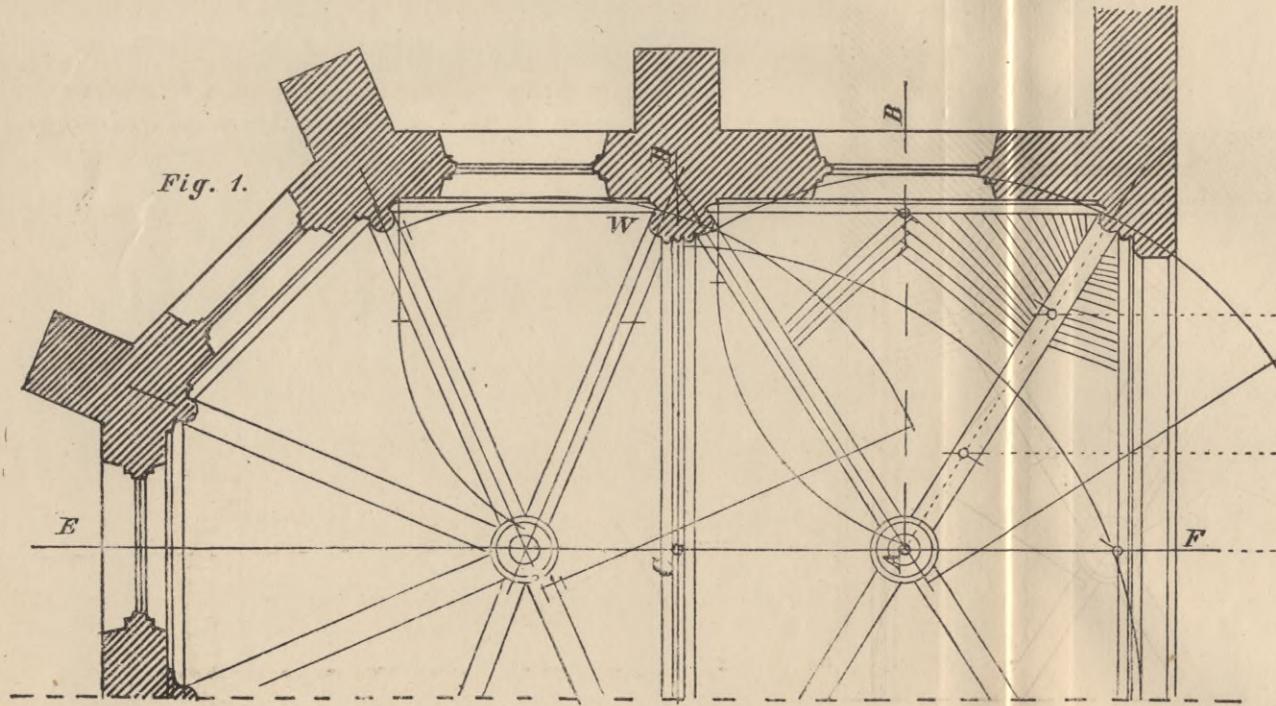


Fig. 3.

Querschnitt A-B

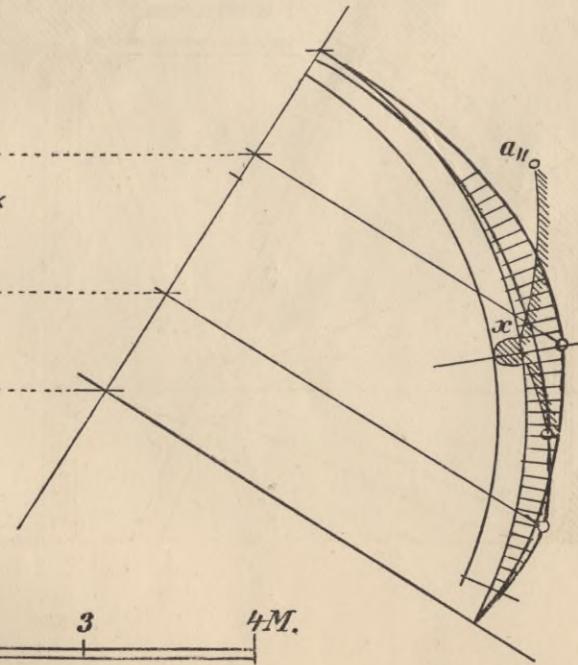
Querschnitt C-D

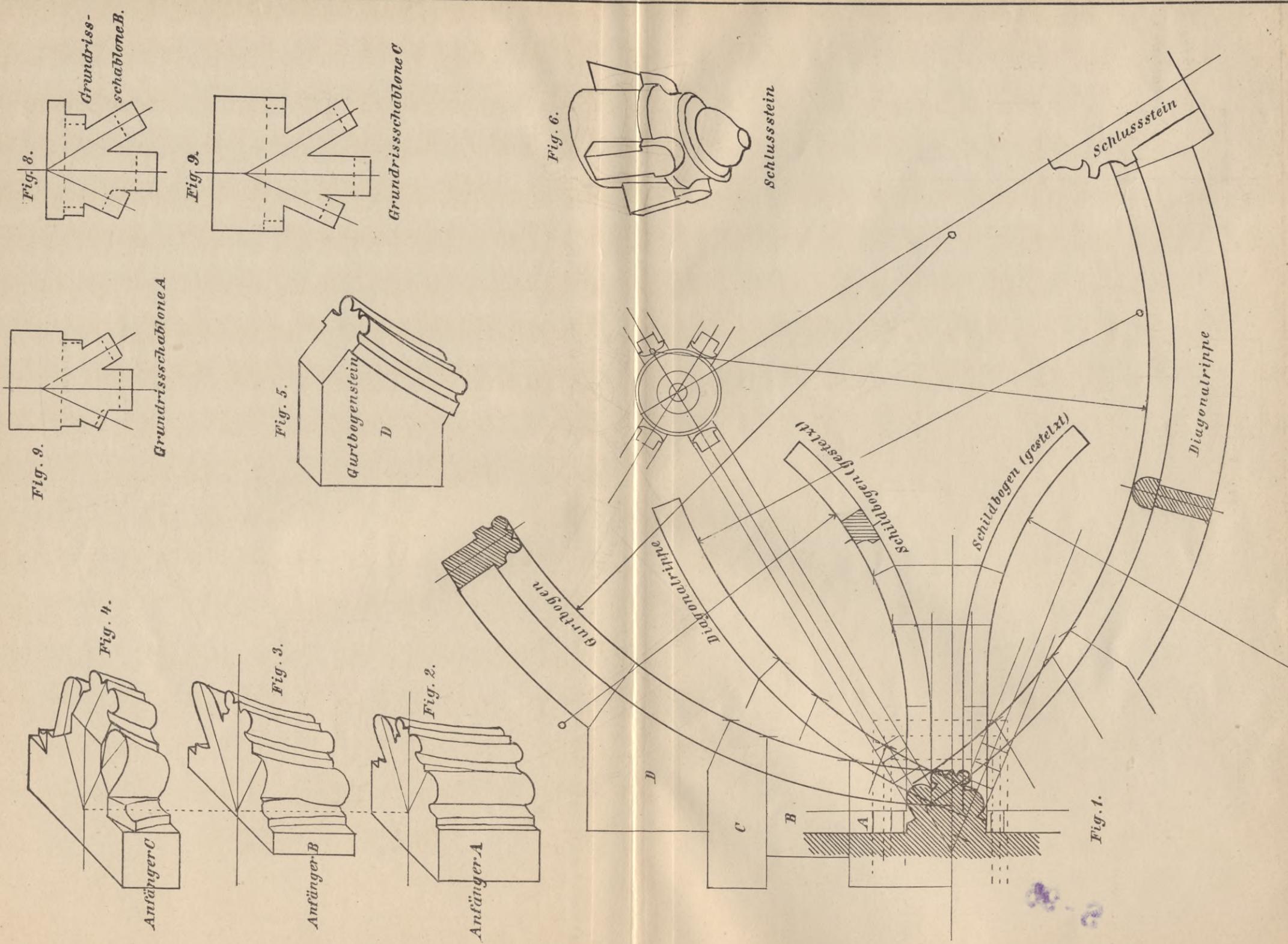
Fig. 1.



Projektion der Gurt-, Grat- und Schildbogen und der Lagefugen auf die Ebene der Gratrippe.

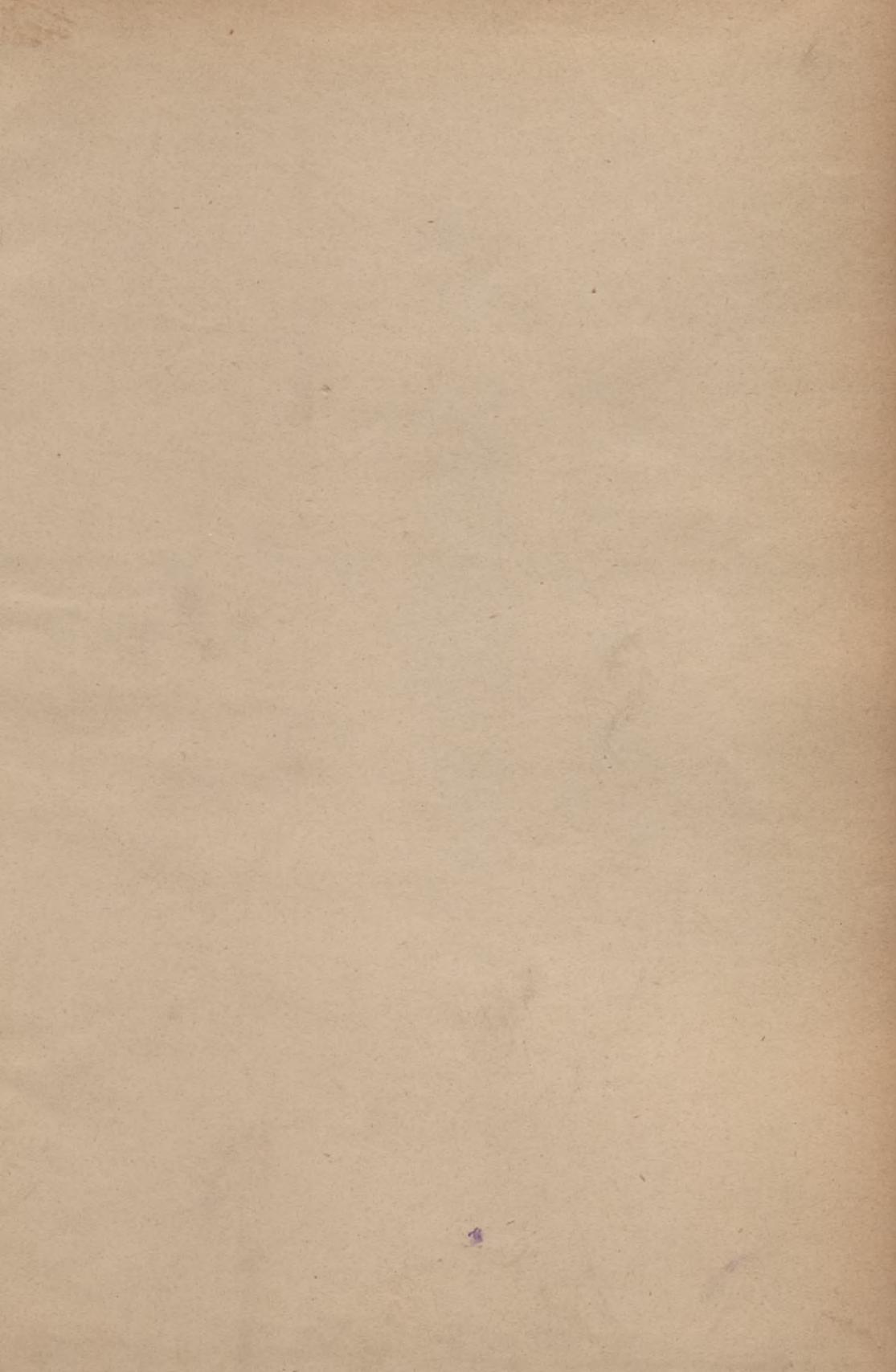
Fig. 4.





S-90

S. 61



20301





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349391

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297437