

B. Wand-Oeffnungen.

VON ERWIN MARX.

13. Kapitel.

Begrenzung der Oeffnungen.

Unter Oeffnung soll die regelmässig begrenzte Durchbrechung einer Mauer oder Wand verstanden werden, welche entweder dem Verkehre oder der Einführung von Licht und Luft in einen Raum zu dienen hat. Erhalten diese Oeffnungen besondere Vorkehrungen für Anordnung eines Verschlusses, so nennt man sie je nach der Bestimmung Thür-, Thor- oder Fensteröffnungen.

394.
Allgemeines.

Die in einer Reihe von Oeffnungen zwischen denselben verbleibenden Wandstücke heissen Pfeiler oder Schäfte, wenn sie recht- oder vieleckigen Querschnitt haben, Rundpfeiler oder Säulen dagegen bei rundem Querschnitt, und zwar ohne Rücksicht auf die Art des verwendeten Materials. Bei sehr nahe an einander gerückten Oeffnungen verlieren die Pfeiler das Aussehen von Wandtheilen; sie wirken als Stützen; bei den Säulen ist dies immer der Fall.

Den freien Raum zwischen der Begrenzung der Oeffnung nennt man das »Lichte« derselben und die dem Lichten zugekehrte Fläche der Begrenzung von der der Wandstärke entsprechenden Breite die »Laibung«.

Bei den Begrenzungen der Oeffnungen hat man zwischen dem unteren, seitlichen und oberen Theile derselben zu unterscheiden. Diese sind hier zunächst ohne die bei den Thür- und Fensteröffnungen gewöhnlich hinzutretenden und in das nächste Kapitel verwiesenen besonderen Theile zu besprechen.

Die untere Begrenzung der Oeffnung ist in der Richtung der Wandflucht fast immer wagrecht, in der Richtung der Wanddicke dagegen, zur Beförderung des Wasserabflusses, häufig nach aussen zu geneigt, wenn die Oeffnung in das Freie führt. Sie wird gewöhnlich durch das Grundmauerwerk, bezw. das Material der darunter befindlichen Wand und den Belag des Fußbodens gebildet, wenn sie sich mit diesem in einer Höhenlage befindet. Liegt sie höher als dieser, so wird sie ähnlich, wie bei den Fenstern, oder wie die Abdeckung von Mauern, hergestellt.

Die nur bei den runden Oeffnungen fehlenden seitlichen Begrenzungen sind in der Regel lothrecht gestellt. Doch kommen auch Abweichungen hiervon vor, so bei den nach oben sich verjüngenden, nach antiken Vorbildern gestalteten Oeffnungen; nach oben sich etwas erweiternd, wenn Säulen oder sich verjüngende Pfeiler zur seitlichen Begrenzung verwendet sind; endlich bei den phantastischen Bildungen des Barock-Stils.

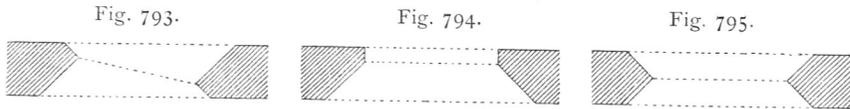
Die obere Begrenzung der Oeffnung, die Ueberdeckung, wird nicht nur in sehr mannigfaltigen Formen, sondern auch in sehr verschiedenen Constructionen ausgeführt; sie bietet den meisten Stoff für die Besprechung.

a) Seitliche Begrenzung.

395.
Grundrifs-
gestaltung.

Unabhängig von dem (wie schon erwähnt) gewöhnlich lothrechten Aufsteigen der seitlichen Begrenzungen kann der Grundrifs der Laibungen gestaltet werden.

Bei den einfachen, nicht wie bei den Thür- und Fensteröffnungen auf Anbringen eines Verschlusses berechneten Durchgangs- und Lichtöffnungen, von denen hier nur die Rede sein soll, steht die Laibung zumeist senkrecht zur Wandflucht. Doch kommen auch schiefe Durchbrechungen, bei denen die spitzwinkeligen Kanten



in der Regel abzustumpfen sind (Fig. 793), so wie nach einer (Fig. 794) oder nach beiden Seiten (Fig. 795) sich erweiternde Laibungen vor. Die beiden letzteren Anordnungen werden mit Rücksicht theils auf den Baustil des Gebäudes, theils auf die Erleichterung des Verkehrs, des Lichteinfalles oder des Durchblickes gewählt.

396.
Material.

Die seitliche Begrenzung der Oeffnung besteht entweder aus demselben Material, wie die Wand, in der sie angebracht ist, also aus Stein, Holz oder Eisen; oder man wählt für dieselbe, in Hinsicht auf die starke Abnutzung oder Belastung, einen festeren oder, der besseren Ausführung oder des Aussehens wegen, einen anderen Stoff, als ihn die Wand aufweist.

So kann bei stark benutzten Verkehrsöffnungen ein besonders fester Haufstein oder bei stark belasteten Ueberdeckungen unter Umständen Eisen für die seitliche Begrenzung erwünscht sein. Bei Mauern aus unregelmäßigen Bruchsteinen wählt man gewöhnlich regelmäfsig gestaltete Materialien, wie Schichtsteine, Backsteine, Haufsteine; bei Backsteinmauern häufig Formsteine, Schichtsteine oder Haufsteine.

397.
Construction.

Bezüglich der Construction der seitlichen Begrenzungen der Oeffnungen ist zunächst anzuführen, dafs dieselben entweder nur die Endigung der Wand und des Verbandes derselben darstellen, oder dafs sie als selbständige Theile der Wand sowohl in constructiver, als formaler Beziehung auftreten, wobei aber eine Verbindung mit der Wand nicht nur nicht ausgeschlossen, sondern sogar oft zweckmäfsig ist.

Ueber die ersteren Anordnungen bei senkrecht zur Mauerflucht stehender Laibung ist das im Abschnitt über »Constructions-Elemente in Stein«⁸⁴³), so wie das im vorliegenden Hefte bei den verschiedenen Wandarten Mitgetheilte nachzusehen.

Einfache Beispiele selbständiger Behandlung der seitlichen Begrenzung mit rechtwinkelig anschliessender Laibung zeigen Fig. 796 u. 797. Bei Fig. 796 haben die verwendeten Werkstücke keinen Verband

Fig. 796.

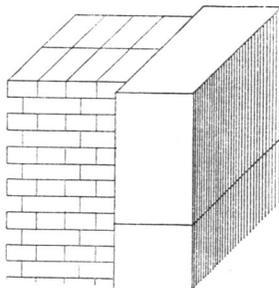
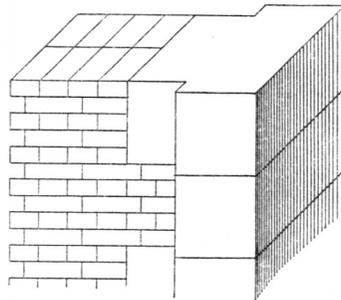


Fig. 797.

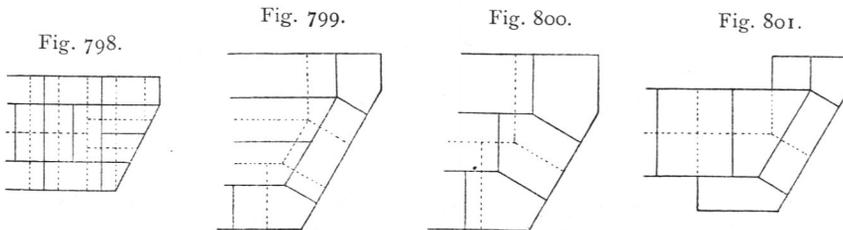


⁸⁴³) Siehe den vorhergehenden Band dieses »Handbuchs«.

mit der Mauer erhalten; eine Verbindung könnte jedoch durch Anker oder Klammern leicht hergestellt werden, wenn man, wie überhaupt zu empfehlen, darauf Rücksicht nimmt, die Lagerfugen der Begrenzungs-Werkstücke in Uebereinstimmung mit der Schichtentheilung der Mauer zu bringen. Besteht die seitliche Begrenzung der Höhe nach aus einem einzigen Werkstück, so kann die angegebene Verbindung nur im oberen Lager angebracht werden.

Bei Fig. 797 ist ein Verband zwischen beiden Constructionstheilen angenommen, wobei sich jedoch ein Verluft an Hauftein-Material ergibt.

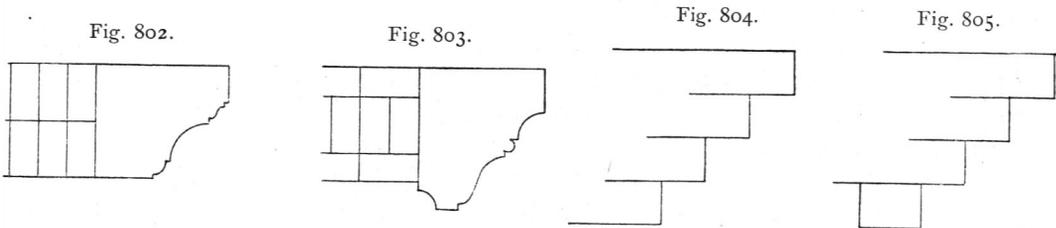
Die Oeffnungen mit schräg zur Wandflucht stehenden Laibungen gestatten in beiden Fällen eine verschiedene Behandlung. Der Mauerverband wird verschieden behandelt:



1) er wird einfach schräg abgeschnitten, wobei sich ein spitzwinkliger Auslauf der Zwischenfugen ergibt (Fig. 798), der nur bei Putzüberzug zulässig ist;

2) durch eine Bekleidung mit senkrecht zur Schräge gestellten Stücken wird dies vermieden (Fig. 799 bis 801);

3) es werden besondere abschließende Stücke verwendet (Fig. 802 u. 803), oder



4) der Abschluß erfolgt in rechtwinkligen Abfätzen (Fig. 804 u. 805).

Im letzteren Falle können die rechtwinkligen Abfätze einer Profilierung zu Grunde gelegt oder durch Profile abgestumpft werden.

Die seitliche Begrenzung von Oeffnungen in massiven Mauern mit Holz wird gewöhnlich verkleidet und so hergestellt, wie bei den Thüröffnungen im Inneren der Gebäude, deren Construction in Theil III, Band 3, Heft 1 (Abth. IV, Abfchn. I, unter B) dieses »Handbuches« zu besprechen ist.

b) Ueberdeckung.

Die Ueberdeckung der Oeffnungen kann in der geometrischen Ansicht geradlinig und wagrecht (Fig. 806), bogenförmig (Fig. 807 bis 810), mit gebrochenen

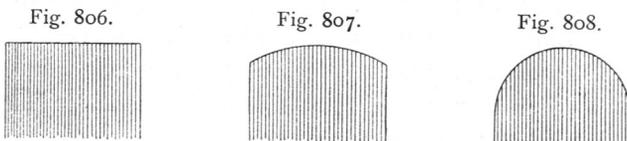


Fig. 809.

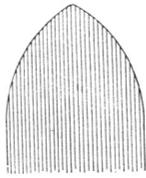


Fig. 810.

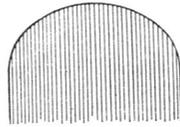


Fig. 811.

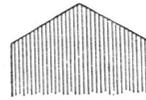


Fig. 812.

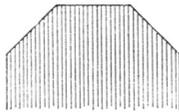


Fig. 813.

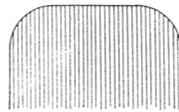
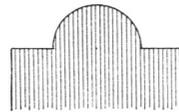


Fig. 814.



geraden Linien (Fig. 811 u. 812) oder mit zusammengesetzten geraden und gebogenen Linien hergestellt werden (Fig. 813 u. 814).

Fig. 807 bis 810 geben nur einige der häufiger vorkommenden Bogenformen; Fig. 807 den Stich-, Flach- oder Segmentbogen, Fig. 808 den Halbkreis- oder Vollbogen, Fig. 809 den Spitzbogen, Fig. 810 den gedrückten oder Korbbogen. Stichbogen, Spitzbogen und Korbbogen sind der mannigfachsten Abänderungen fähig.

Eben so geben Fig. 812 bis 814 nur einige der vielfach veränderungsfähigen zusammengesetzten Ueberdeckungsformen.

399.
Material.

Alle im vorhergehenden Artikel erwähnten Ueberdeckungsformen lassen sich aus Stein, Holz oder Eisen herstellen.

Für die Ausführung in Stein sind die bequemsten Formen diejenigen in Fig. 806 bis 810. Die Ueberdeckungsformen in Fig. 811 u. 812 kann man durch Auskragen oder künstlicher mit Rollschichten, diejenigen in Fig. 813 u. 814 durch Ausarbeiten aus größeren Werkstücken oder Platten erzeugen.

Für Holz sind die naturgemäßen Formen diejenigen in Fig. 806, 811 u. 812; umständlicher ist die Herstellung der übrigen Formen mit oder ohne Stuckverkleidung.

Die Formen in Fig. 806, 811 u. 812 eignen sich für die Ausführung mit walzeisernen oder gusseisernen Balken, alle übrigen Formen für diejenige in Gusseisen.

400.
Construction.

Die Art der Construction mußte schon bei der Erwähnung der Materialien gestreift werden. Es ist dem Gefagten noch hinzuzufügen, daß die geradlinig wagrechte Form sich am naturgemäßeften mit steinernen, hölzernen oder eisernen Balken und die gebogene Form am besten durch Ueberwölbung mit Steinen herstellen lassen. Diese Constructionen werden uns vorzugsweise zu beschäftigen haben.

Die Ueberdeckung durch allmähliche Auskragung von Steinen hat hauptsächlich geschichtliche Bedeutung. Gegenwärtig wird die Auskragung fast nur zur Abkürzung der Spannweiten von Balken und Bogen und zur Entlastung von Balken verwendet.

Die Ueberdeckung der Oeffnungen in den zusammengesetzteren Formen durch Ausarbeiten von Werkstücken oder Platten, oder mit Gusseisenstücken bedarf hier keiner besonderen Erörterung, und die Bildung der gebogenen und zusammengesetzten Formen aus Holz wird bei den Constructionen des inneren Ausbaues (in Theil III, Band 3, Heft 3) Besprechung finden.

1) Ueberdeckung mit Steinbalken.

Die zur Ueberdeckung von Oeffnungen benutzten Steinbalken werden meistens aus Hauftein-Werkstücken hergestellt. Es sind hierzu, bei einigermaßen erheblichen Spannweiten, die festesten Steinarten zu verwenden. Da auch bei diesen die Biegefestigkeit verhältnißmäßig gering ist, so vermeidet man zumeist eine Belastung der Steinbalken auf ihre freie Spannweite und bringt zu diesem Zwecke über ihnen Entlastungs-Constructions an. Sollen letztere nicht angewendet werden, so muß man die Steinbalken so hoch machen, daß sie der gegebenen Belastung genügen, oder man muß sie durch untergelegte Eifenträger unterstützen. Das Letztere wird auch nöthig, wenn die Steinbalken nicht mit Sicherheit ihre eigene Last zu tragen vermögen; doch werden in diesem Falle mitunter die Balken an über ihnen angeordneten Entlastungs-Constructions aufgehängt.

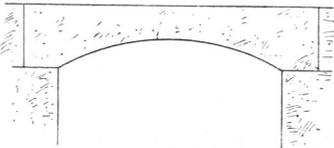
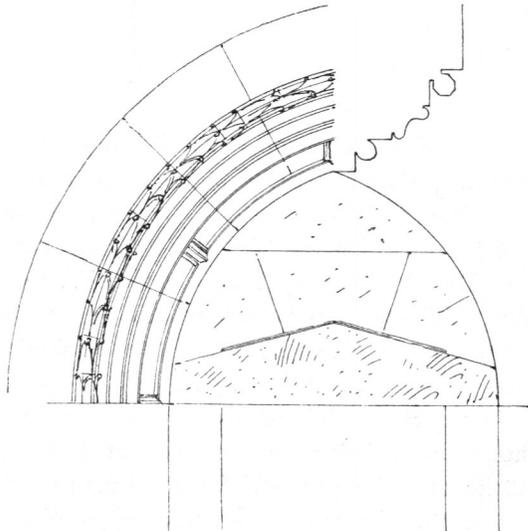
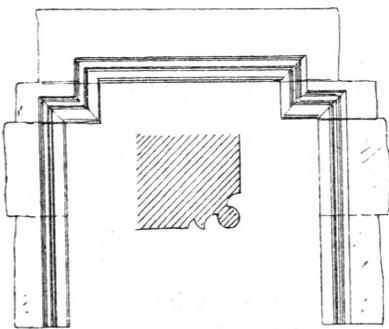
401.
Hauftein.

Ist die Dicke der Mauer, in welcher die Oeffnung anzubringen ist, so groß, daß ein einziges Werkstück für die Ueberdeckung derselben zu schwer werden würde, so kann man nach dem Vorbilde der griechischen Epistyl-Constructions die Ueberdeckung durch mehrere neben einander gelegte Steinbalken bewirken. Die Fugen zwischen denselben werden entweder so scharf gehalten, daß sie nicht auffallen, oder man sucht sie durch die Gliederung der Unterseite mit Soffiten zu verdecken, oder man kennzeichnet sie durch Nuthen.

Die Steinbalken erhalten eine gesicherte Lage in der Mauer, wenn man ihre Enden auf die Länge des Auflagers durch Mauerwerk belastet. Gleichzeitig wird dadurch auch ihre Tragfähigkeit erhöht, welche man noch weiter dadurch fördern kann, daß man auch die lothrechten Endflächen scharf an das benachbarte Mauerwerk stoßen läßt.

Das Belasten der Enden bringt allerdings die Gefahr des Bruches in der Nähe der Auflager mit sich. Diese wird vermindert, wenn man der Auflagerfläche keine

Fig. 815.

Fig. 816⁸⁴⁴).Fig. 817⁸⁴⁴).

⁸⁴⁴) Facf.-Repr. nach: REDTENBACHER, R. Beiträge zur Kenntniß der Architektur des Mittelalters in Deutschland. 2. Heft. Karlsruhe 1872.

überflüssige Länge giebt, sondern sie nur dem vorhandenen Auflagerdrucke entsprechend groß macht.

Wenn ein Ueberdeckungs-Steinbalken bricht, so ist daran in der Regel die zu geringe Zugfestigkeit desselben Schuld; immerhin wirkt dieselbe auf der Unterseite nach Art einer Verankerung gegen Durchbiegung. Diese Sicherung wird vermindert, wenn man den Stein auf seiner Unterseite aushöhlt; es ist damit eben eine Schwächung des Querschnittes an derjenigen Stelle verbunden, wo das größte Biegemoment sich bildet. Deshalb ist die in Fig. 815 dargestellte, häufig angewendete Herstellungsweise der stichbogenförmigen Ueberdeckung unzweckmäßig; sie straft sich oft durch Eintreten von Rissen. Vorthailhaft muß dagegen die Verstärkung des Balkens nach oben (Fig. 816⁸⁴⁴) erachtet werden.

Zur Abkürzung der Spannweite können Kragsteine angewendet werden (Fig. 817⁸⁴⁴). Durch Vermehrung der Zahl derselben gelangt man zur vollständigen Ueberdeckung durch Auskragung (Fig. 818).

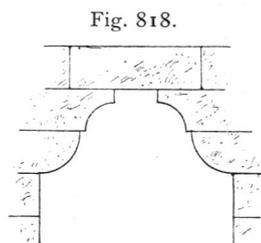


Fig. 818.

Kann man einen Steinbalken nicht so stark machen, daß er die zu erwartende Belastung mit Sicherheit zu tragen vermag, so muß man ihn, wie schon erwähnt wurde, entweder entlasten oder ihn durch untergelegte Eifenträger stützen.

Die Entlastung kann bei geringer Spannweite durch eine Hohlfuge bewirkt werden, wenn darüber ein genügend tragfähiges anderes Werkstück folgt (Fig. 819 u. 820).

Fig. 819.

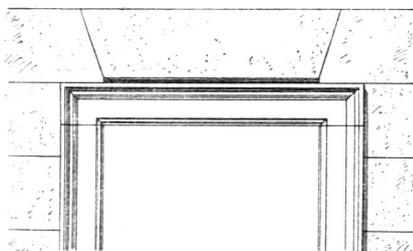
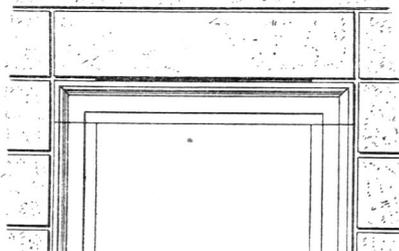


Fig. 820.



Ist dies nicht der Fall, so muß man zur Entlastung Auskragungen, Spannschichten, Bogen oder Eifenträger über dem Steinbalken anwenden.

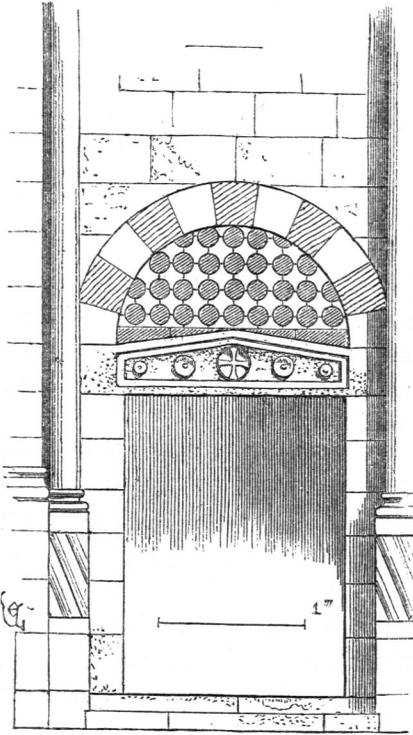
Wie die Entlastungs-Hohlfugen, so werden die beiden eben zuerst erwähnten Mittel namentlich bei Haufstein-Façaden benutzt.

Die Auskragung kann in der Weise ausgeführt werden, wie bei den pelagischen Thorbauten Griechenlands⁸⁴⁵), wobei die sich bildenden dreieckigen Oeffnungen durch eine verzierte Platte zu schließsen sind, oder so, wie bei der Mittelhalle der Propyläen auf der Akropolis zu Athen, wo über der Mittelöffnung der dorischen Säulenstellung das Epistyl dadurch entlastet wurde, daß man über den Säulen nach beiden Seiten bis zur Mitte der Säulen-Zwischenweiten übergreifende Stücke des Triglyphenfrieses anordnete⁸⁴⁶).

Unter Spannschichten sind gegen einander sich stemmende Werkstücke zu verstehen, welche die Belastung wie ein Bogen nach dem seitlich sich anschließenden

⁸⁴⁵) Siehe: Theil II, Band 1 (Art. 8, S. 24) dieses »Handbuchs«.

⁸⁴⁶) Vergl.: BOHN, R. Die Propyläen der Akropolis zu Athen. Berlin u. Stuttgart 1882. S. 20.

Fig. 821⁸⁴⁷⁾.

Mauerwerk, das daher diesem Schube genügenden Widerstand bieten muß, übertragen. Nöthigenfalls kann über der Spannschicht noch ein Werkstück mit Hohlfuge verlegt werden (Fig. 822). Diese Construction ist nur bei geringen Spannweiten zweckmäfsig.

In vielen Fällen förrender für die architektonische Ausbildung, als die bisher besprochenen Anordnungen, aber vollkommener, sind die Entlastungsbogen. Sie können je nach Bedarf bei den Rohbauten aus Haufsteinen oder Backsteinen, beim Putzbau auch aus Bruchsteinen hergestellt werden. Sie bedürfen selbstredend eines genügenden Widerlagers. Verwendbar sind die verschiedensten Bogenformen; doch ist zu beachten, dafs bei grofser Pfeilhöhe sich durch die nothwendige Ausfüllung des Bogenfeldes wieder eine Belastung des Steinbalkens ergibt. Allerdings kann die Ausfüllung mit dünnen Platten oder Wänden, bei grofser Mauerdicke mit eingeflossenem Hohlraum, bewirkt werden.

Fig. 821⁸⁴⁷⁾ und Fig. 823 bis 827 zeigen einige Anordnungen des Entlastens durch Voll- oder Stichbogen aus Haufsteinen, bezw. Backsteinen. Die durch Fig. 827 mitgetheilte Entlastung durch einen flachen, $\frac{1}{2}$ Stein starken Backsteinbogen, dessen Widerlager an den Steinbalken angearbeitet sind, hat geringen Werth, da ohne die Verchwächung der Steinbalken zur Gewinnung der Widerlager nahezu eben so tragfähig sein würde.

Fig. 822.

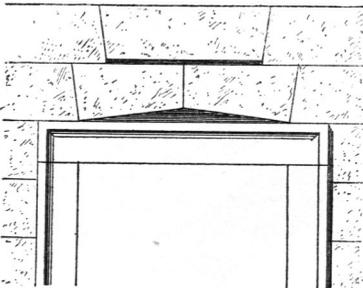


Fig. 823.

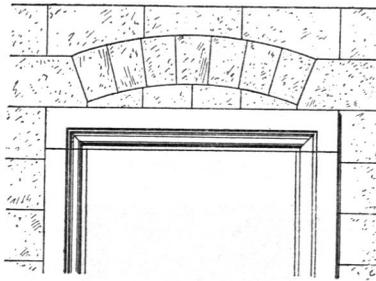


Fig. 824.

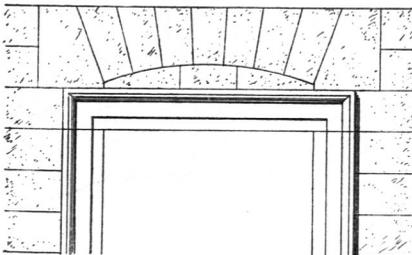


Fig. 825.

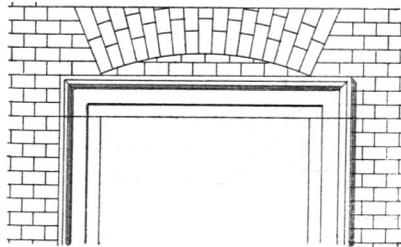


Fig. 826.

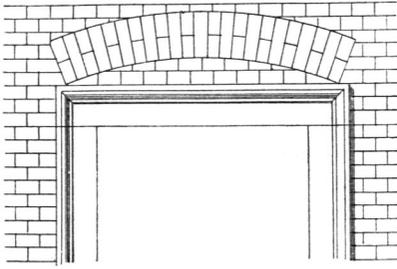
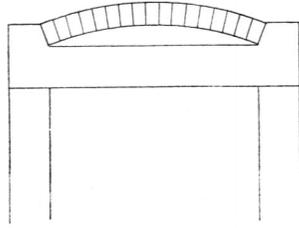


Fig. 827.



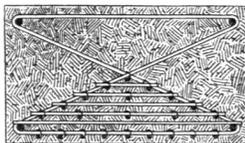
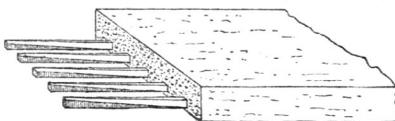
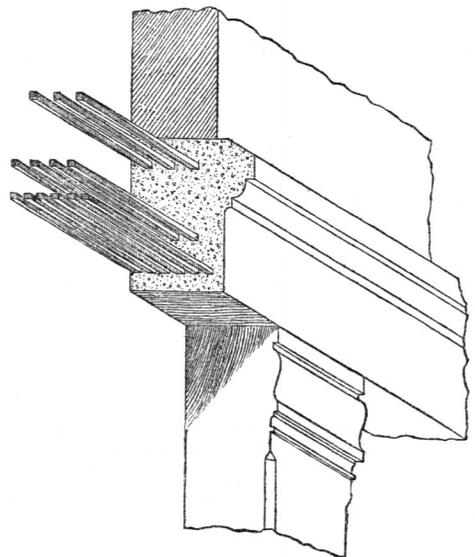
Bei den Spannweiten gewöhnlicher Thüren und Fenster genügen in der Regel 1 Stein starke Entlastungsbogen; bei größeren Spannweiten muß man sie $1\frac{1}{2}$ Stein und stärker machen. Bei großen Spannweiten und starken Belastungen kann fogar eine Verdoppelung der Entlastungsbogen nöthig werden.

Der Raum zwischen Entlastungsbogen und Ueberdeckungsbalken ist eben so, wie derjenige der Entlastungsfugen und Spannflächen möglichst lange offen zu halten und erst während des Ausbaues leicht anzumauern, bezw. zu verputzen, damit durch die Ausfüllung beim Setzen des Gebäudes kein Druck auf die Steinbalken übertragen wird.

Die Entlastung der Steinbalken durch übergelegte Träger, so wie das Aufhängen der ersteren an letztere und die Unterstützung durch Eisenträger wird im nächst folgenden Hefte (unter D: Gefimfe) dieses »Handbuches« besprochen werden.

Zur Ueberdeckung von Oeffnungen wird an Stelle von Haufstein auch Beton, insbesondere bei Betonbauten verwendet, worüber in Art. 135 (S. 132) schon das Nöthige mitgetheilt worden ist.

403.
Künstlicher
Stein.

Fig. 828⁸⁴⁸⁾.Fig. 829⁸⁴⁸⁾.Fig. 830⁸⁴⁹⁾.Fig. 831⁸⁵⁰⁾.

⁸⁴⁸⁾ Nach: Wavss, G. A. Das System Monier. Berlin 1887. S. 101.

⁸⁴⁹⁾ Facf.-Repr. nach: *American architect*, Bd. 24, S. 159.

⁸⁵⁰⁾ Facf.-Repr. nach ebendaf., S. 161.

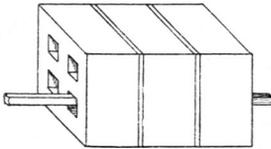
Für diesen Zweck läßt sich die Tragfähigkeit des Cement-Betons durch Eiseinlagen wesentlich verbessern. Diese Einlagen sind vorzugsweise in den unteren, auf Zug beanspruchten Hälften der Balken anzubringen und aus Drähten, Rundeisen, Flacheisen oder Quadrateisen herzustellen.

Bei den nach dem System *Monier* hergestellten Steinbalken werden durch Draht verbundene Rundeiseneinlagen benutzt, welche nach der in Fig. 828 u. 829⁸⁴⁸⁾ dargestellten Weise im Querschnitt vertheilt sind. Die Abmessungen der für gewöhnliche Thür- und Fenster-Spannweiten bestimmten Balken sind mit Rücksicht auf den bequemen Anschluß an das benachbarte Backsteinmauerwerk gewählt und in den abgebildeten Querschnitten zu 1 Stein und $2\frac{1}{2}$ Stein Breite, bzw. 3 Schichten und 5 Schichten Höhe angenommen.

Durch Versuche fand *Hyatt* (1877) die in Fig. 830⁸⁴⁹⁾ dargestellte Anordnung von Flacheisen, durch welche in der Querrichtung Rundeisen gefleckt sind, als die bezüglich der Tragfähigkeit und Kosten vortheilhafteste.

Noch vortheilhafter soll aber das von *Ransome* vorgeschlagene und seit 1885 vielfach in Nordamerika angewendete Einbetten von gewundenen Quadrateisenstäben sein, wie dies in Fig. 831⁸⁵⁰⁾ für eine Schaufenster-Ueberdeckung dargestellt ist. Die Balken haben 4,57 m freie Spannweite und tragen 3 Stockwerke hohe Backsteinmauern mit aufgelagerten Balkenlagen. Sie sind 0,56 m breit und 0,86 m hoch und enthalten im unteren Theile des Querschnittes 10, im oberen 3 gewundene Eisenstäbe von 25 mm Stärke.

Fig. 832.



Künstliche Steinbalken sind auch schon aus in Cement gemauerten Lochsteinen mit durchgesteckten, 1 cm starken Quadrateisenstäben (fog. Nageleisen) hergestellt worden (Fig. 832). So soll dies mit Vortheil beim Bau der Sonnenwarte bei Potsdam geschehen sein⁸⁵¹⁾. Die Eisenstäbe sind am Ende des Balkens aufzubiegen.

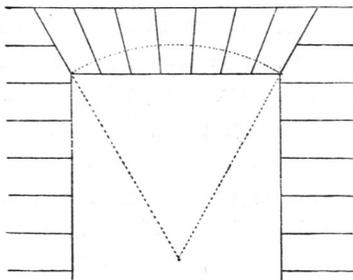
2) Ueberwölbung.

In Art. 398 (S. 465) wurden schon die gebräuchlichsten Formen der Ueberwölbung mit Bogen vorgeführt. Es wird hier darauf verzichtet, die vielerlei anderen vorkommenden Bogenformen zu besprechen; nur eine derselben ist hier noch zu erwähnen, der scheinrechte Bogen. Trotzdem derselbe durch gerade Linien begrenzt wird (Fig. 833), gehört er doch zu den Bogen, weil er deren charakteristische Eigenschaft, aus keilförmig gestalteten Steinen zusammengesetzt zu werden⁸⁵²⁾, besitzt.

Das Verzeichnen der Bogenlinien wird in Theil III, Band 2, Heft 3 (Abth. III, Abchn. 2, unter B: Gewölbte Decken) dieses »Handbuches« behandelt werden.

Bei den Bogen sind für die einzelnen Theile und Abmessungen die folgenden Benennungen üblich.

Fig. 833.



Die Mauerstücke *W*, *W* (Fig. 834), auf welchen der Bogen ruht und zwischen welchen sich derselbe stützt, heißen Widerlagsmauern oder Widerlager. Die Anichtsfläche *A S A* des Bogens nennt man Stirn oder Haupt. Die innere oder untere Fläche *L* des Bogens heißt Laibung, die äußere oder obere, von der in Fig. 834 nur das kleine Stück *R* sichtbar ist, Rücken.

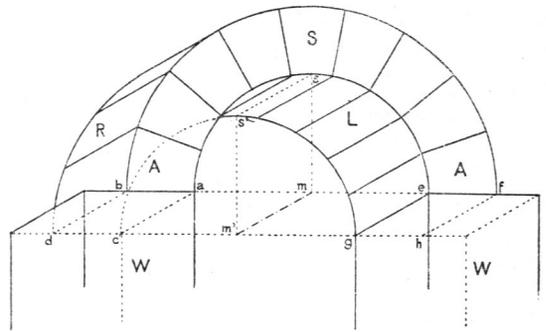
Eine zur Laibung winkelrechte, dabei loth-

⁸⁵¹⁾ Vergl.: Deutsche Bauz. 1889, S. 326.

⁸⁵²⁾ Vergl. hierüber den vorhergehenden Band dieses »Handbuches«, Art. 66, S. 58 (2. Aufl.: S. —).

rechte Ebene schneidet dieselbe in der Bogenlinie ase . Die Verbindungslinie mm' der Mittelpunkte dieser Bogenlinien heißt Axe des Bogens. Den höchsten Punkt s des Bogens nennt man Scheitelpunkt, die untersten Punkte a, e Kämpferpunkte, die Verbindungslinien ss' der Scheitelpunkte, so wie ac und eg der Kämpferpunkte Scheitellinie, bezw. Kämpferlinien. Zwei in einer zur Axe winkelrechten Ebene

Fig. 834.



liegende Punkte der Kämpferlinien heißen zusammengehörige Kämpferpunkte. Die Entfernung ae der wagrechten Projection der letzteren ist die Spannweite des Bogens, die größte rechtwinkelige Entfernung zwischen der Verbindungslinie zweier zusammengehöriger Kämpferpunkte und der Bogenlinie (ms in Fig. 834) die Pfeil- oder Stichhöhe, der Pfeil oder Stich des Bogens. Die zu beiden Seiten der Scheitellinie liegenden Theile des Bogens heißen Bogenschenkel. Die Ebene, mit welcher ein Bogenschenkel auf dem Widerlager ruht ($abcd$ oder $efgh$), nennt man Sohle.

Der Bogen wird aus einzelnen keilförmig gestalteten Wölbsteinen zusammengesetzt; die untersten derselben (A, A) werden Anfänger, die obersten (S) Schlufssteine genannt. Die in der Bogenstirn sichtbaren Fugen zwischen den Wölbsteinen heißen Wölbungen. Sie sollen theoretisch winkelrecht zur Stützl意思 stehen; der leichteren Ausführung wegen werden sie aber meist winkelrecht zur Bogenlinie angeordnet und laufen daher, wenn diese dem Kreis angehört, nach dessen Mittelpunkt m . An der Laibung erscheinen die Wölbungen als zur Axe parallele Linien. Sie begrenzen die Lagerflächen der Wölbsteine, durch welche der Druck im Bogen vom Schlufsstein nach den Widerlagern fortgepflanzt wird. Alle übrigen am Bogen sichtbaren Fugen sind Stoszfugen. Die Länge der Wölbungen bestimmt die Dicke des Bogens.

Die Constructionen für die richtige Stellung der Wölbungen bei elliptischen Bogen und Spitzbogen werden in Theil III, Band 2, Heft 3 (Abth. III, Abchn. 2, B: Gewölbte Decken) dieses »Handbuches« besprochen werden.

Die zur Ueberdeckung von Oeffnungen dienenden, daher in einer Mauer liegenden Bogen nennt man auch Mauerbogen; die zwar auch in Mauern befindlichen, aber zur Ueberdeckung von Nischen benutzten heißen Blendbogen, wenn sie nicht durch die ganze Mauerstärke hindurchgehen. Dagegen werden die frei über einen Raum sich spannenden Bogen, die entweder zum Tragen von Gewölbekappen oder wohl auch von Wänden benutzt werden, Gurtbogen genannt. Hier haben wir es nur mit den Mauerbogen zu thun.

Die Mauerbogen müssen immer auf Lehrgerüsten ausgeführt werden, welche, wie die Gurtbogen, in dem eben angezogenen Hefte dieses »Handbuches« zur Besprechung gelangen werden.

Die Bogen werden aus Haufstein, Backstein, Bruchstein oder Beton hergestellt.

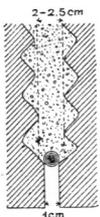
Bei den Bogen aus Haufstein werden die Wölbsteine immer nach den Regeln

des Steinschnittes keilförmig bearbeitet. Wird Mörtel dabei zum Wölben verwendet, so geschieht dies gewöhnlich weniger, um die Wölbsteine mit einander zu verkitten, als um eine die Druckvertheilung bei nicht ganz ebenen Lagerflächen bewirkende Zwischenlage zu haben, die zugleich auch die Reibung an den Gleitflächen vermehrt. An Stelle des Mörtels werden der Druckvertheilung halber daher mitunter auch nur Schichten aus Weiskalk oder Bleiplatten verwendet. Bei den Bogen aus großen Werkstücken würde es mit Mörtel gewöhnlicher Befchaffenheit sehr schwer sein, durch denselben wirklich eine Verkittung herbeizuführen, auch wenn man ihn nach dem Veretzen der Steine von oben in die meist eng angenommenen Fugen eingießt und die vollständige Ausfüllung durch Nachstochnern mit schmalen eisernen Schienen herbeizuführen sucht.

Nach *Rheinhard*⁸⁵³⁾ scheint die Mörtelverbindung, auch bei Quadergewölben, jedoch sehr gut zu gelingen, wenn man dem Mörtel so wenig Wasser zusetzt, daß derselbe sich mit der Hand gerade noch ballen läßt und dabei kein Wasser ausschwitzt, und diesen in die sehr weiten (15 bis 30 mm) Fugen der sehr rauh gehaltenen Lagerflächen von oben einstampft.

Je nach der zu erwartenden Beanspruchung wurde bei den von *Rheinhard* ausgeführten Gewölbbauten der Mörtel aus 1 Theil Portland-Cement und 2 bis 3 Theilen grobem Quarzsand oder, wenn der Druck 20 kg auf 1 qcm nicht überschritt, aus 1 Theil Cement, 1 Theil Schwarzkalk und 6 Theilen Sand, zuweilen auch mit Fettkalkzufatz bereitet. Die Steine wurden auf der Schalung in ihrer richtigen Lage aufgestellt, gegen einander fest verpannt und dann sehr stark angenetzt. Unmittelbar darauf erfolgte das Einbringen des Mörtels, wobei derselbe in 10 bis 15 cm hohen Schichten, gewöhnlich mit besonders zugerichteten eisernen Stämpfeln, fest gestampft, bezw. durch die ganze Kraft des Arbeiters in Verbindung mit feinem Körpergewicht eingedrückt wurde. Das fertige Mauerwerk ist anzusetzen und gegen rasches Austrocknen zu schützen.

Fig. 835.



Auch Quaderbogen, die im Aeußeren keine breiten Fugen aufweisen sollen, lassen sich in dieser Weise leicht ausführen, wenn man die im Inneren weit und sehr rauh gehaltenen Fugen nach außen etwa durch Einlegen eines steifen Strickes oder dergl. abschließt (Fig. 835) und dadurch beim Stampfen das Austreten des Mörtels in den offen zu lassenden engen Theil der Fuge verhindert.

Man soll auf diese Weise Gewölbe von einer in allen Querschnitten gleichmäßigen Befchaffenheit erhalten können, welche bei der Wahl genügend fester Steine unter guter Bauaufsicht 4 Wochen nach der Aufmauerung bei 7- bis 8-facher Sicherheit mit 60 kg Druck auf 1 qcm beansprucht werden dürfen.

Auf Bogen mit gegliederten Stirnflächen, welche sehr enge Fugen haben müßten, dürfte dieses Verfahren sich nicht anwenden lassen.

Bei den Bogen aus Bruchsteinen spielt die Verbindung durch den Mörtel, auch bei der gewöhnlichen Weise des Mauerns, eine größere Rolle als bei den Quadern, da er sich wegen der besseren Handlichkeit der Stücke sicherer verwenden läßt. Es läßt sich selbst mit unregelmäßigen Bruchsteinen unter guter Aufsicht, mit sorgfältig vorbereitetem steifem Cement-Mörtel und Einhalten guten Verbandes, ein billiges Bogenmauerwerk von sehr gleichmäßiger Druckfestigkeit herstellen⁸⁵⁴⁾.

Schichtsteine und mit Hammer und Zweispitz rechtwinkelig zugerichtete Bruchsteine lassen sich auch nach dem *Rheinhard'schen* Verfahren für Bogenmauerwerk sehr gut verwerthen. Die auch für das Mauerwerk aus Schichtsteinen dabei notwendige Rauigkeit der Fugenflächen und die deshalb wegfallenden Kosten für

⁸⁵³⁾ In: Deutsche Bauz. 1889, S. 142. — Siehe auch: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 325, 339.

⁸⁵⁴⁾ Vergl. die Mittheilungen *Liebold's* über Brückenbauten in Cement-Bruchsteinmauerwerk in: HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw. 1882, S. 9 u. ff.

fauberer Bearbeiten sichern demselben eine grössere Billigkeit gegenüber der gewöhnlichen Ausführungsweise.

Wie beim Wölben mit Quadern, so werden auch bei dem mit Bruchsteinen nach dem *Rheinhard'schen* Verfahren die Steine auf dem Lehrgerüst im Fugenabstande von 15 bis 30 mm vertheilt und mit einander verpannt, wobei sie durch Holzklötzchen oben und unten aus einander gehalten werden. Nachdem die eingetretene Einfenkung der Lehrgerüste durch Antreiben der untergelegten Holzkeile wieder beseitigt ist und die Steine ausgiebig angenäht worden sind, erfolgt das Einbringen des Mörtels in der oben angegebenen Weise.

Die Backsteine werden für das Wölben von Bogen in zwei Formen angewendet, entweder als keilförmig gebrannte Formsteine oder in der gewöhnlichen parallelepipedischen Gestalt, die man zum Wölben entweder durch Zuhauen oder durch keilförmig gebildete Mörtelfugen geeignet macht. Ueber das durch verschiedene Umstände bedingte Verhältniß zwischen Dicke und Halbmesser des Bogens bei keilförmig gefalteten Backsteinen oder Mörtelfugen ist das im vorhergehenden Bande (Art. 68, S. 59) dieses »Handbuches« Gefagte nachzusehen.

Keilförmig gebrannte Steine werden im Hochbau bei dem gewöhnlich geringen Bedarf, dem vielfachen Wechsel von Spannweiten und Pfeilhöhen und der daraus sich ergebenden großen Zahl verschiedener Formsteine nur selten angewendet, mit Ausnahme von Backstein-Rohbauten, an denen Bogen aus profilirten oder sonst verzierten Steinen herzustellen sind.

Wo es irgend geht, bedient man sich der gewöhnlichen Backsteine und bei Stichbogen der keilförmig gefalteten Mörtelfugen.

Von größter Wichtigkeit ist für die Backsteinbogen, wie für anderes Backsteinmauerwerk die gute Verbindung durch den Mörtel, für welche daher ebenfalls die in Kap. 2 gegebenen Regeln voll zu beachten sind.

Kleine Backsteinbogen von $\frac{1}{2}$ Stein Stärke lassen sich auch nach dem *Rheinhard'schen* Verfahren wölben.

Es genügt ein Ausfügen der auf die Schalung gestellten Steine mit einer hierzu besonders angefertigten schweren Kelle. Auch hierbei sind die Steine vor dem Einbringen des Mörtels durch kurze Schienen, welche die richtige Fugendicke (etwa 7 mm) haben, zu verpannen. Formsteine von 250 bis 350 kg Druckfestigkeit gestatten eine Beanspruchung des Bogens von 35 bis 40 kg auf 1 qcm⁸⁵⁵⁾.

Erwähnung mag hier noch finden, daß der Verzierung halber in Backsteinbogen oft einzelne Durchbinder aus Haufstein angeordnet werden. Es kann dies jedoch häufig auch für den Verband ganz zweckmäßig sein.

Bezüglich des Betons kann auf das in Kap. 5 Mitgetheilte verwiesen werden. Doch ist hier anzuführen, daß das Aufbringen und Rammen auf die deshalb steif und fest herzustellenden Lehrgerüste, wie beim Mauerbau, in wagrechten Schichten erfolgt.

408.
Bogenverband.

Wie bei jedem Mauerwerk, so muß auch bei jedem Bogen, welcher im Querschnitte aus mehr als einem Steine hergestellt wird, ein guter Verband beobachtet werden. In jedem solchen Bogen müssen daher regelmäsig wenigstens zwei verschieden zusammengesetzte Schichten mit einander abwechseln, um das Aufeinanderfallen von Stoszfugen zu vermeiden. Die bezüglichen Verbandanordnungen für Backsteine sind im vorhergehenden Bande (Art. 67, S. 58) dieses »Handbuches« schon besprochen worden. Bei Haufstein- und Bruchsteinbogen hat man nach demselben Grundsatz zu verfahren.

Dieser Grundsatz ist aber für Backsteinbogen dann nicht mehr durchführbar,

⁸⁵⁵⁾ Vergl.: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 349.

Fig. 836.

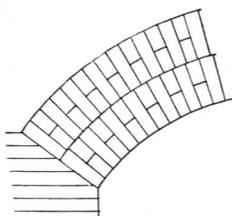
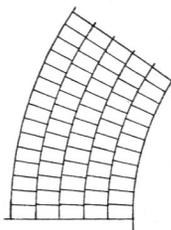


Fig. 837.



wenn dieselben im Verhältniß zum Halbmesser so stark zu machen sind, daß die Steine oder die Fugen in unzulässiger Weise keilförmig gemacht werden müßten, die Bogenhalbmesser also unter das a. a. O. (Art. 68, S. 59) angegebene geringste Maß für die angenommene Bogenstärke herabgehen. Man ist in diesem Falle genöthigt, die Bogen entweder aus mehreren über einander in Verband gewölbten Ringen (Fig. 836) oder aus einer Anzahl von $\frac{1}{2}$ Stein starken Schalen (auch Rouladen genannt) zusammensetzen (Fig. 837). Es kommt dies namentlich bei Halbkreisbogen und Stichbogen von verhältnißmäßig großer Pfeilhöhe vor. Man spricht dann von der Ausführung in englischem Verbands oder von Schalen- oder Rouladen-Bogen.

Obgleich diese Wölbweise schon von den Römern⁸⁵⁶⁾ vielfach angewendet worden ist, wie die erhaltenen Bauwerke derselben beweisen, so ist sie doch nicht ohne Bedenken; bei starken Belastungen kann sie sogar gefährlich werden. Man ist bei derselben über die Vertheilung des Druckes im Bogen ganz im Unklaren. Die Anzahl der Wölbchichten nimmt in jedem nach oben hinzugefügten Ringe zu und damit auch das Maß des Setzens. Die äußeren Ringe ruhen auf den inneren und können sich daher nicht ungehindert setzen; sie haben deshalb eine geringere Spannung, als die inneren. Es kann daher der Fall eintreten, daß nur der innerste Ring durch die vorhandene Belastung beansprucht wird. Diefem Mangel sucht man auf verschiedene Weise abzuhefen. Zweckmäßig ist es jedenfalls, einen nicht schwindenden, sehr steifen Mörtel zu verwenden; das Setzen kann dann nur durch das Zusammenpressen des Mörtels erfolgen. Für

Fig. 838.

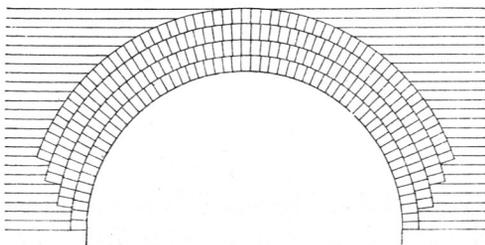
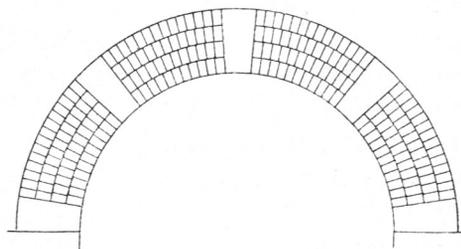


Fig. 839.



solche Bogen dürfte sich daher ebenfalls die Anwendung des *Rheinhard'schen* Wölbverfahrens, so weit als dies möglich ist, empfehlen.

Ein anderes Mittel besteht darin, die Anzahl der Wölbchichten in allen Ringen gleich zu machen, diesen also verschieden hoch beginnende Widerlager zu geben (Fig. 838).

Wo es angeht, sucht man ferner die einzelnen Ringe durch eingreifende Binder zu verbinden. Es erfordert dies jedoch eine gleichzeitige Ausführung aller Ringe. Am zweckmäßigsten ist es aber jedenfalls, den Bogen mit Durchbindern aus Hautlein in einzelne

⁸⁵⁶⁾ Von den Römern wurde diese Wölbweise wahrscheinlich wegen der bequemen und leichten Ausführung und des geringeren Aufwandes für die Lehrgerüste gewählt.

Abchnitte zu zerlegen (Fig. 839). Unter allen Umständen ist die Anwendung eines im ganzen Bogen gleichmäfsig erhärtenden Mörtels nothwendig⁸⁵⁷⁾.

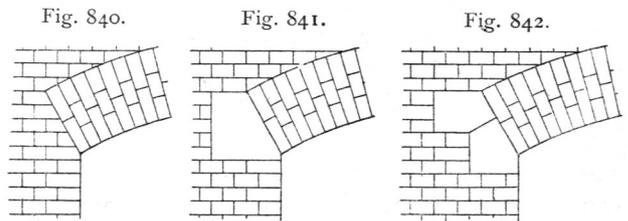
Das Wölben in Ringen wird mitunter auch bei Ausführung in Schichtsteinen gewählt, unterliegt dabei aber selbstredend denselben Bedenken und Vorrichtungsregeln, wie bei Backsteinen. Bei Anwendung von Quadern ist es immer zu umgehen.

409.
Bildung
des
Widerlagers.

Die Widerlagsfläche fällt mit der untersten Wölbefuge zusammen. Bei Bogen, welche stetig, bezw. tangentiell in die lothrechte Innenbegrenzung des Widerlagers übergehen, so beim Halbkreis- und Korbbogen, wird daher die Widerlagsfläche eine wagrechte Ebene sein müssen; bei allen Bogen aber, die unter einem Winkel an diese Widerlagerbegrenzung anschliessen, wie beim Stichbogen, dagegen eine geneigte Ebene.

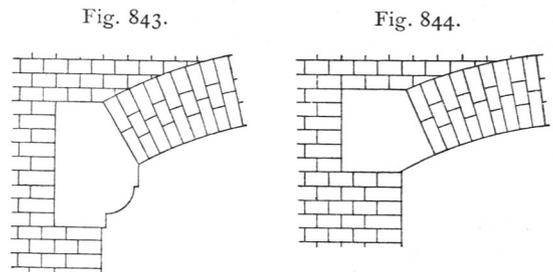
Da im Hochbau die Mauern fast immer in wagrechten Schichten aufgeführt werden, so ergibt sich im letzterwähnten Falle die Nothwendigkeit, zur Bildung der geneigten Widerlagsfläche die anstossenden Steine der Mauer schräg zuzuhauen

(Fig. 840). Will man dies vermeiden, so muss man zur Bildung des Widerlagers in Backsteinmauern besonders bearbeitete Werkstücke verwenden (Fig. 841 u. 842), die ganz ähnlich auch für Mauern aus Schichtsteinen oder Quadern gestaltet



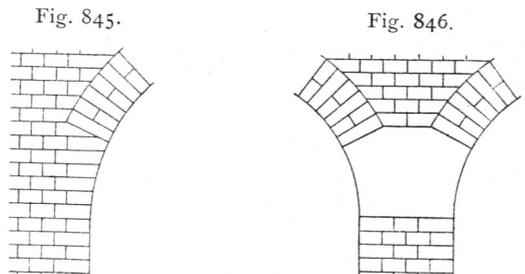
werden können. Um bei diesen Widerlagssteinen spitzwinkelige Kanten zu umgehen, hat man das untere Lager derselben tiefer als die Kämpferlinie zu legen.

Um die Spannweite abzukürzen, wendet man mitunter ausgekragte Widerlagssteine an, die profilirt fein (Fig. 843) oder an die Bogenlinie sich anschliessen können (Fig. 844). Die Grösse der Ausladung ist innerhalb der Grenzen zu halten, welche die Druckfestigkeit des betreffenden Werkstein-Materials gestattet. Uebri-



gens kann die Auskragung auch mit Backsteinen hergestellt werden (Fig. 845).

Die Auskragung ist auch noch in anderen Fällen vortheilhaft. So namentlich, wenn die über dem Widerlager folgende Mauermaffe eine möglichst grosse wagrechte Aufstandsfläche haben soll, was besonders bei nahe auf einander folgenden Bogen wünschenswerth ist (Fig. 846), um das Auslaufen des darüber stehenden Pfeilers in einen nach unten gerichteten spitzen Keil zu vermeiden, der bei starker Belastung ge-



⁸⁵⁷⁾ Ueber eine Ausführung von Brückengewölben mit verzahnten Ringen siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1890, S. 263.

Fig. 847.

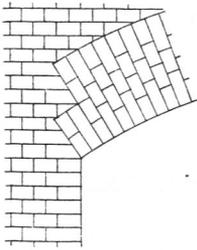
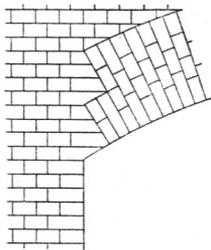


Fig. 848.



eignet wäre, die beiden benachbarten Bogenfächer aus einander zu drängen. Von Vortheil ist das Auskragen auch in denjenigen Fällen, in denen das Wölben der Bogen erst nach Vollendung der über den Widerlagern folgenden Mauerkörper ausgeführt werden soll.

Um das tiefe Eingreifen starker Bogen in die Mauern zu verringern, kann man das Widerlager in Abfätzen herstellen (Fig. 847);

eben so kann man aber auch bei Auskragungen verfahren (Fig. 848).

Zur Bestimmung der Stärke von weit gespannten und stark belasteten Bogen und von deren Widerlagern bedarf es der Anwendung der Statik der Gewölbe. Es wird in dieser Beziehung hier auf Theil I, Band 1, zweite Hälfte (S. 438 u. ff.⁸⁵⁸) dieses »Handbuches«, so wie auf Theil III, Band 2, Heft 3 (Abth. III, Abchn. 2, B: Gewölbte Decken) dieses »Handbuches« verwiesen. Für kleinere Bogen und gewöhnliche Belastungen, wie sie in den Umfassungs- und Mittelmauern von 3- bis 4-geschoffigen Gebäuden vorkommen, begnügt man sich in der Regel mit durch die Erfahrung fest gestellten Abmessungen.

Für die Scheitelstärke von Backsteinbogen finden sich oft die folgenden Angaben⁸⁵⁹):

Spannweite	Spitzbogen	Halbkreisbogen	Stichbogen, gedrückt bis $\frac{1}{8}$ der Pfeilhöhe
bis 1,75 m	$\frac{1}{2}$ Stein	1 Stein	$1\frac{1}{2}$ Stein
von 2,0 bis 3,0 m	1 Stein	$1\frac{1}{2}$ Stein	$1\frac{1}{2}$ bis 2 Stein
von 3,5 bis 5,5 m	$1\frac{1}{2}$ Stein	2 Stein	2 bis $2\frac{1}{2}$ Stein
von 6,0 bis 8,5 m	$1\frac{1}{2}$ bis 2 Stein	$2\frac{1}{2}$ Stein	$2\frac{1}{2}$ bis 3 Stein

Bogen von größerer Spannweite giebt man je nach der Belastung $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{12}$ der Spannweite zur Scheitelstärke, wozu jedoch zu bemerken ist, daß man mit mittelguten Backsteinen nicht gern Spannweiten von 11,5 m überschreitet und daß Bogen von mehr als 5 m Spannweite im gewöhnlichen Hochbau überhaupt selten angewendet werden.

Für andere Steinmaterialien kann man die in Art. 298 (S. 374) angegebenen Verhältniszahlen zur Umrechnung der für Backstein gefundenen Mafse benutzen.

Die Stärke von schiebrechten Bogen bestimmt man häufig in der Weise, daß man einen Stichbogen mit einem Oeffnungswinkel von 60 Grad zu Grunde legt und dem gefundenen Mafse die Pfeilhöhe dieses Stichbogens hinzufügt. Ueber 2 m Spannweite geht man bei schiebrechten Bogen nicht gern hinaus.

Damit die Stützlinie eines nicht überhöhten Bogen im mittleren Drittel desselben bleibe⁸⁶⁰), machen sich nach der Wölbtheorie Verstärkungen nach den Widerlagern hin nothwendig. Bei den verhältnismäßig großen Scheitelstärken und geringen Spannweiten, welche die Bogen im Hochbau zumeist erhalten, sind jedoch

⁸⁵⁸) 2. Aufl.: S. 246.

⁸⁵⁹) Nach: SCHOLZ, A. Die Fachschule des Maurers. Leipzig 1887. S. 90. — Vergl. auch: Baukunde des Architekten. Bd. I, Th. 1. Berlin 1890. S. 222. — GOTTGETREU, R. Lehrbuch der Hochbau-Konstruktionen. Theil I. Berlin 1880. S. 96. — BREYMANN, G. A. Allgemeine Bau-Constructions-Lehre u. f. w. Theil I. 5. Aufl. Stuttgart 1881. S. 293.

⁸⁶⁰) Siehe: Theil I, Band 1, zweite Hälfte dieses »Handbuches«, Art. 272 (2. Aufl.: S. 256).

folche Verstärkungen gewöhnlich entbehrlich. Uebrigens ergeben sie sich bei Rohbauten, wegen des sichtbar bleibenden Anschlusses an das benachbarte Mauerwerk, häufig von selbst.

Bei Hauftein und Bruchstein sind diese Verstärkungen leicht auszuführen; in Backsteinen können sie nur abatzweise hergestellt werden.

Als Widerlagerstärke genügt nach der Erfahrung ⁸⁶¹⁾:

für überhöhte und Spitzbogen	$\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$	der Spannweite,
für Halbkreisbogen	$\frac{1}{4}$ » $\frac{1}{5}$ »	»
für gedrückte Bogen mit $\frac{1}{4}$ Pfeilhöhe	$\frac{1}{3}$ » $\frac{1}{4}$ »	»
für Stichbogen bis $\frac{1}{12}$ Pfeilhöhe	$\frac{1}{2}$	»
für scheinrechte Bogen	$\frac{2}{3}$	»

Diese Masse können bei stark belasteten Widerlagern etwas verringert werden; dagegen verstärkt man sie, wenn die Widerlagspfeiler sehr hoch sind.

411.
Bogen
aus
Haufsteinen.

Im Hochbau haben die Bogen aus Hauftein fast nie Stosfugen; sondern jede Schicht wird gewöhnlich aus einem einzigen Stein gebildet, der genau und nach den Regeln des Steinschnittes geformt und bearbeitet fein muß, auf deren Besprechung hier aber nicht einzugehen ist.

Die sichtbar bleibenden, mit einer Gliederung versehenen Haufteinbogen werden oft mit einem zur Laibung concentrischen Rücken versehen. Es ergibt dies einen nach dem Scheitel zu immer spitzwinkliger werdenden Anschluß der benachbarten wagrechten Mauerwerkschichten. Bei ungliederten Bogen giebt man daher zur Vermeidung dieses Uebelstandes gern die concentrische Bogenlinie des Rückens auf.

Am gebräuchlichsten ist dann wohl die Anwendung von im Haupt fünfeckig gestalteten Wölbsteinen, welche am Bogenrücken einen rechten Winkel aufweisen, der den Anschluß zu den Mauerwerkschichten bequem vermittelt. So einfach dieses Mittel scheint, so ist es doch nicht durchführbar, wenn, wie dies im Allgemeinen erwünscht ist, die Schichten gleich hoch, die Wölbsteine gleich dick und die Wölbfugen gleich lang bleiben sollen. Häufig begnügt man sich bei Halbkreisbogen mit der gleich bleibenden Dicke der Wölbsteine und läßt die Mauerfugen nach oben etwas an Höhe ab-, die Wölbfugen nach dem Schlussstein hin etwas zunehmen (Fig. 849). Gleich dicke Wölbsteine bei gleich hohen Mauerfugen und zunehmender Länge der Wölbfugen kann man erzielen, wenn man die dem Schlussstein benachbarten Wölbsteine bis an dieselbe Lagerfuge wie jenen gehen läßt (Fig. 850). Für das Aussehen ist es vortheilhaft, die Schnittpunkte der wagrechten

Fig. 849.

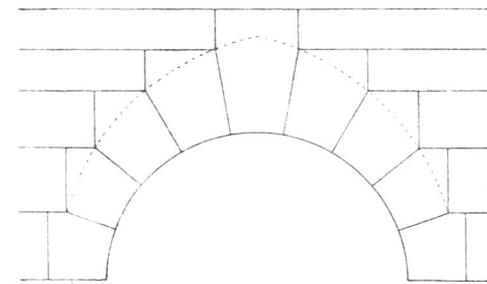
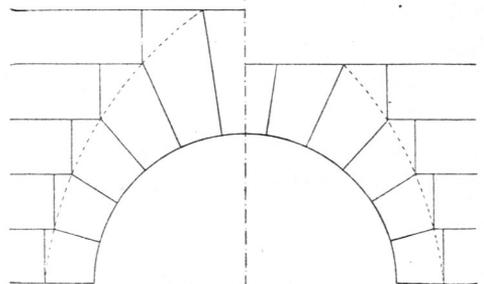


Fig. 850.



⁸⁶¹⁾ Nach: SCHOLZ, a. a. O

Lagerfugen mit den Wölbungen in eine Bogenlinie zu legen. Ein ebenfalls oft angewendetes, in constructiver Hinsicht unzweckmäßiges Mittel ist die Anwendung von Hakensteinen (Fig. 851). Diese Steine müssen sehr genau bearbeitet und von festem Material sein; trotzdem brechen sie bei stärkeren Belastungen an den Schnittstellen von Lager- und Wölbungen leicht, da in diesen Flächen verschiedene große Pressungen stattfinden. Deshalb ist auch der ihnen zugeschriebene Vorzug geringen wagrechten Schubes nicht mit Sicherheit zu erreichen.

Fig. 851.

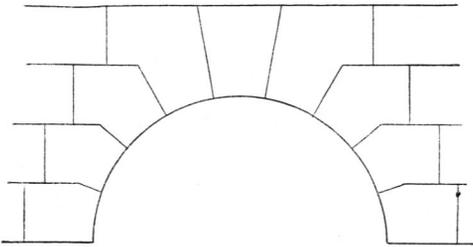
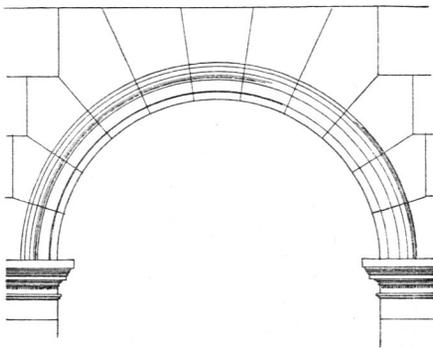


Fig. 852.



Vom Colosseum in Rom.

Fig. 853.

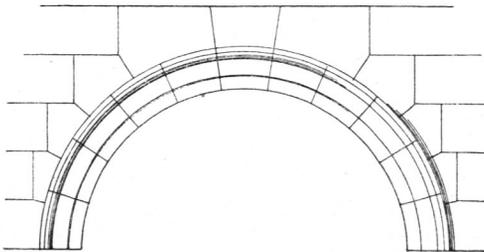


Fig. 854.

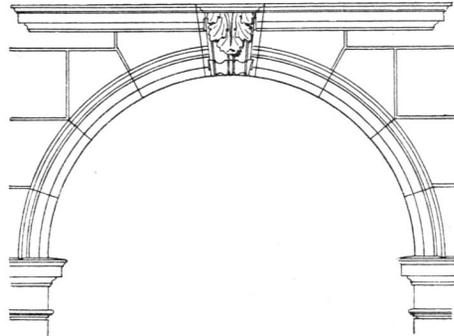


Fig. 855.

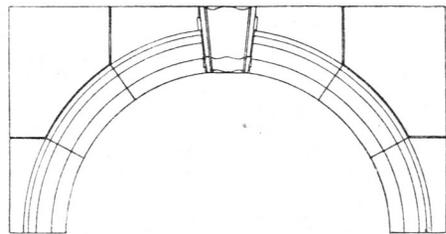
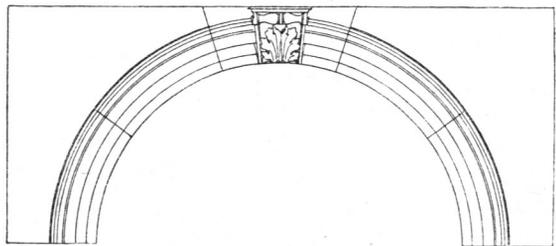


Fig. 856.



Bei gegliederten Bogen kann man den Vortheil guten Anschlusses an das Mauerwerk erreichen, indem man entweder nach dem Vorgang der Römer die Gliederung an die Wölbsteine ohne Rücksicht auf die Form der letzteren anarbeitet (Fig. 852), oder indem man besondere Anschlusssteine über der Gliederung anwendet (Fig. 853). Beide Auskunftsmittel lassen bezüglich des Aussehens zu wünschen übrig. Besser wird dasselbe im ersten Falle, wenn man dieses Mittel nur für die dem Schlussstein nächst liegenden Steine anwendet (Fig. 854).

Günstiger gestalten sich die Verhältniffe für die gegliederten Bogen, wenn sie von einer rechteckigen Umrahmung umgeben werden können. Man macht die Werkstücke dann meist sehr groß und läßt die Zwickel zum Theile mit den Wölbsteinen aus einem Stück bestehen (Fig. 855), oder die Zwickel werden als große Werkstücke an den Bogen angeschoben (Fig. 856). Bei nicht zu großen Abmessungen stellt man den Bogenfchenkel mit dem Zwickel wohl ganz aus einem einzigen Stücke her (Fig. 857). Es unterscheidet sich diese Construction nur da-

Fig. 857.

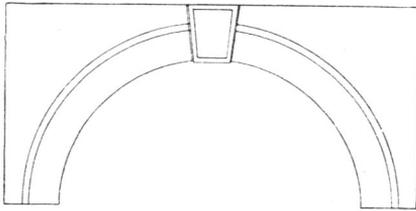


Fig. 858.

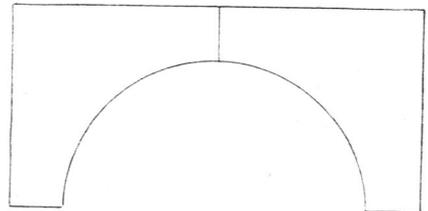


Fig. 859.

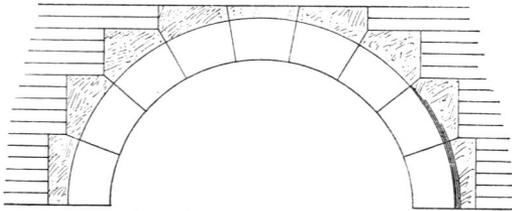


Fig. 860.

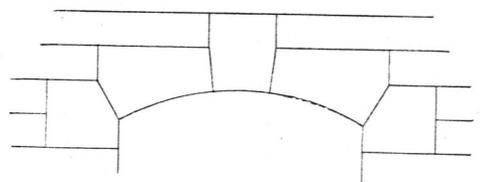


Fig. 861.

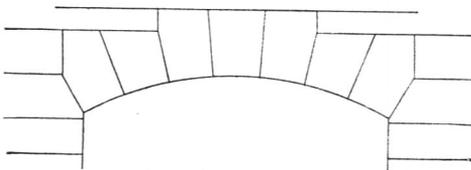


Fig. 862.

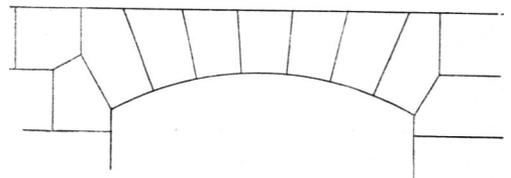


Fig. 863.

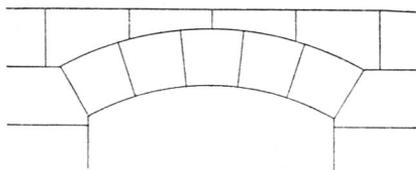
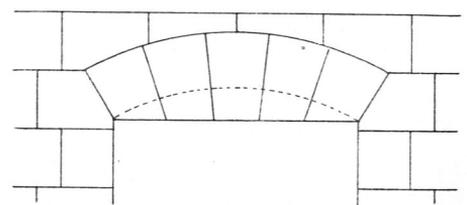


Fig. 864.



durch noch von der Ueberdeckung durch Auskragung, daß ein Schlussstein vorhanden ist. Diesen ganz wegzulassen und nur zwei ausgekragte, nach der Bogenlinie ausgearbeitete Stücke an einander zu schieben (Fig. 858) ist nicht empfehlenswerth.

Auch bei Haupteinbogen in geputzten Wandflächen ist Rücksicht auf einen guten Anschluß des Mauerwerkes zu nehmen. Dabei werden aber die über den ringförmigen, sichtbar bleibenden Theil des Bogens hinausfallenden Stücke der

Wölbsteine um die Putzfärke abgearbeitet, um sie mit überputzen zu können (Fig. 859). Das Einhalten gleicher Schichtenhöhe ist dann nicht sehr wichtig; auch brauchen diese Stücke nicht besonders sauber gearbeitet zu werden, sondern müssen rauh fein, damit der Putz auf ihnen haftet. Zum Schaden der guten Construction wird aber leider auf diese Bogentheile gewöhnlich zu wenig Sorgfalt verwendet.

Bei Stichbogen wendet man, des Anschlusses an das Mauerwerk wegen, entweder ebenfalls fünfeckig gestaltete Häupter der Wölbsteine an (Fig. 860), oder man vereinigt dieselben zu Gruppen, welche oben wagrecht abschließen (Fig. 861), oder man führt sämmtliche Wölbsteine bis an eine wagrechte Lagerfuge (Fig. 862). Be-

Fig. 865.

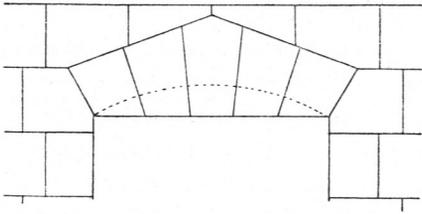


Fig. 867.

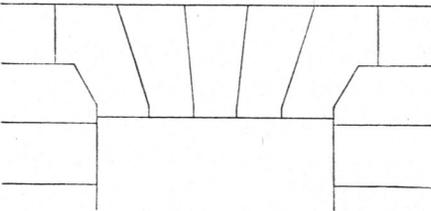


Fig. 869.

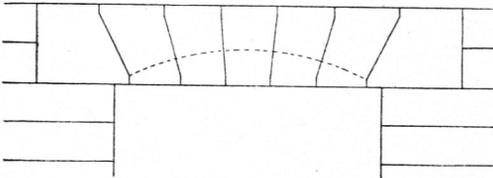


Fig. 866.

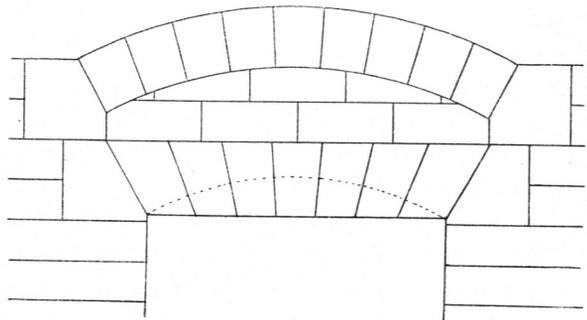
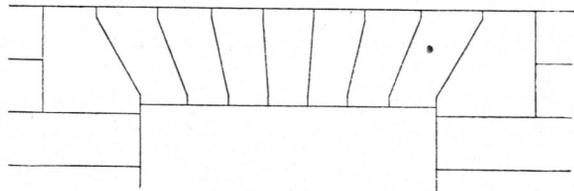


Fig. 868.



hält man die concentrische Rückenlinie bei, so muß die dem Scheitel nächstliegende Lagerfuge ein Stück von diesem entfernt sein (Fig. 863).

Das Bedürfnis nach wagrechter Ueberdeckung ohne Benutzung von Steinbalken führt zur Anwendung des scheinrechten Bogens, der auch in Haustein unter Ausschluss von künstlichen Hilfsconstructions nur über geringen Spannweiten ausführbar ist. Einige Hilfsmittel, um grössere Spannweiten zu ermöglichen, sind schon im vorhergehenden Bande (in Art. 101, S. 81 u. Art. 107, S. 87) besprochen worden; andere werden noch im nächst folgenden Hefte dieses »Handbuchs« (unter D: Gesimse) behandelt werden. Fig. 864 u. 865 zeigen durch die Form herbeigeführte Verstärkungen des scheinrechten Bogens, und Fig. 866 giebt die Entlastung eines solchen durch einen Stichbogen.

Zur Vermeidung zu spitzwinkliger Kanten an den Wölbsteinen setzt man immer die Kämpferfuge etwas unter den Bogen und bricht häufig die Wölbungen an Rücken und Laibung (Fig. 868). Auch Hakensteine kommen bisweilen in Anwendung (Fig. 867). Sie haben hier aber ebenfalls die schon früher besprochenen Nachteile.

Eine Abkürzung der Spannweite kann man durch Auskrägung der Widerlager erzielen (Fig. 869).

412.
Bogen
aus
Backsteinen.

Bei den Backsteinbögen läßt sich der spitzwinkelige Anschluß der Mauer-
schichten an den Bogenrücken nicht vermeiden. Flachen Stichbogen giebt man oft
eine wagrechte Rückenlinie; auch verwendet man häufig besondere
Widerlagsstücke aus Hauftein. Der scheinrechte Bogen wird ge-
wöhnlich mit etwas Stich versehen, wenn er geputzt werden soll. Sein
Widerlager rückt man gern um eine Steinstärke in die Mauer und nimmt
den Halbmesser nicht größer, als daß der Anfänger mit einer Diagonale
lothrecht zu stehen kommt (Fig. 870).

Fig. 870.

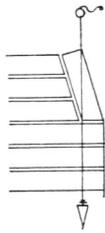
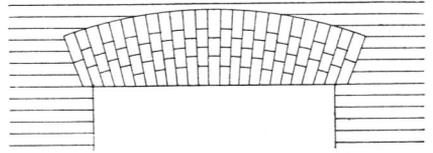
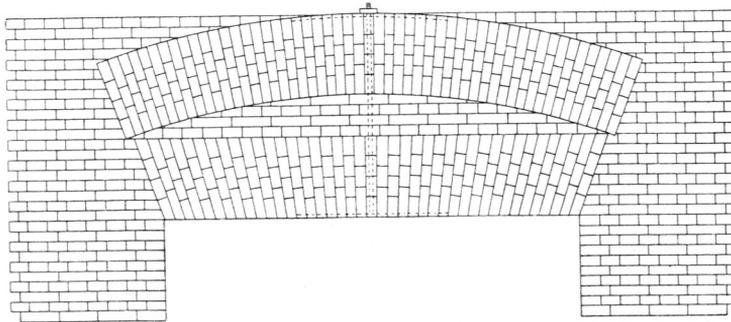
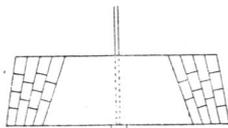
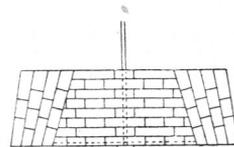


Fig. 871.



Verfärbungen können, wie bei Hauftein, durch bogenförmige Bildung des
Rückens ausgeführt werden (Fig. 871). Bei Spannweiten über 2^m hängt man den
scheinrechten Bogen wohl auch an einen darüber gespannten Entlastungsbogen
(Fig. 872⁸⁶²) und kann ihn dann unter Umständen aus zwei Bogen zusammen-
setzen, deren gemeinschaftliches Widerlager aufgehängt wird (Fig. 873 u. 874⁸⁶²).
Dieses Aufhängen ist aber keine besonders zweckmäßige Maßregel, da die Ausführung
eine schwierige und den Verband der beiden Bogen störende ist und durch Setzen
des Entlastungsbogens die durch diesen dem scheinrechten Bogen abgenommene
Last doch dem letzteren wieder aufgebürdet werden kann, ohne daß ein Nach-
ziehen des Hängeeifens gut möglich ist.

Fig. 872⁸⁶².Fig. 873⁸⁶².Fig. 874⁸⁶².

413.
Bogen
aus
Bruchsteinen.

Für die Herstellung von Bogen aus Bruchsteinen eignen sich namentlich die
von Natur lagerhaften und plattenförmig brechenden. Werden sie zu Schichtsteinen
verarbeitet, so sind sie ähnlich wie die Quaderbogen zu behandeln. Richtet man

sie nur mit dem Hammer zu, so ist ein Verband und eine gleichmäßige Mörtelvertheilung wie in Backsteinmauerwerk anzustreben. Lücken in den Fugen sind mit Zwickern auszufüllen; auch müssen möglichst viele durch die Bogenstärke durchbindende große Steine verwendet werden.

Stichbogen aus Bruchstein verzieht man ebenfalls häufig mit wagrechtem Rücken.

Bei schwachen Widerlagern machen sich Verankerungen der Bogen notwendig. Dieselben müssen, wenn sie ihren Zweck voll erfüllen, also den wagrechten Schub des Bogens aufnehmen sollen, in der Höhe der Kämpfer liegen und diese auf dem kürzesten Wege verbinden. Solche Anker werden dann aber sichtbar, was man im Allgemeinen als störend empfindet, wenn man dieselben auch aus Eisen herstellt und nicht aus Holz, wie zuweilen im Mittelalter, namentlich aber von den Byzantinern geschehen ist.

In versteckter Lage kann eine den obigen Anforderungen entsprechende Verankerung eigentlich nur beim schiefechten Bogen auf der Unterseite desselben ausgeführt werden (Fig. 875).

Fig. 875.

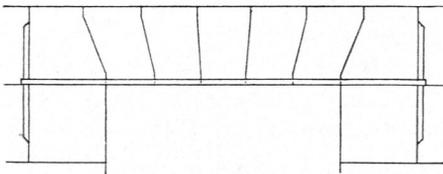


Fig. 876.

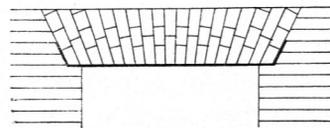


Fig. 877.

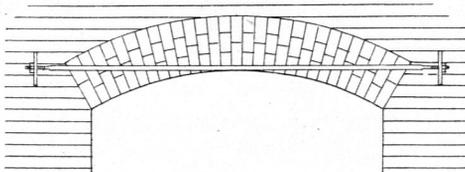
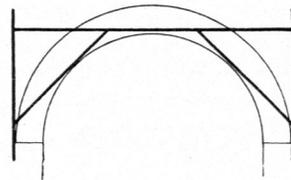


Fig. 878.



Der Anker ist aus hochkantig gelegtem Flacheisen, welches in die Unterseite des Bogens genau eingelassen ist, herzustellen und hinter den Widerlagsteinen mit Splinten zu versehen.

In einfacherer Weise kann bei nicht sehr großen Oeffnungen die Verankerung durch mehrere flach untergelegte und an den Enden aufgebogene Flacheisen bewirkt werden (Fig. 876).

Sehr umständlich und den Verband störend ist das Einlegen der Anker in den Bogen selbst. Deshalb ist auch bei Stichbogen, welche geputzt werden, sehr viel mehr die Anordnung von zwei zu beiden Seiten des Bogens angeordneten Ankern vorzuziehen (Fig. 877).

Diese werden aus hochkantig gestellten Flacheisen angefertigt und mit ihrer Stärke in den Bogen eingelassen. Ihre Enden werden mit Schraubengewinde versehen und hinter beiden Widerlagern mit quer durch die Mauerstärke gelegten Eisenplatten verbunden.

Ist diese Construction unzulässig, weil der Bogen sichtbar bleibt, so kann man einigermaßen Ersatz durch das Einlegen einer Anzahl von Bandeisen in die Lagerfugen des über dem Bogen folgenden Mauerwerkes schaffen⁸⁶³). Namentlich ist

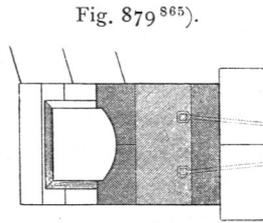
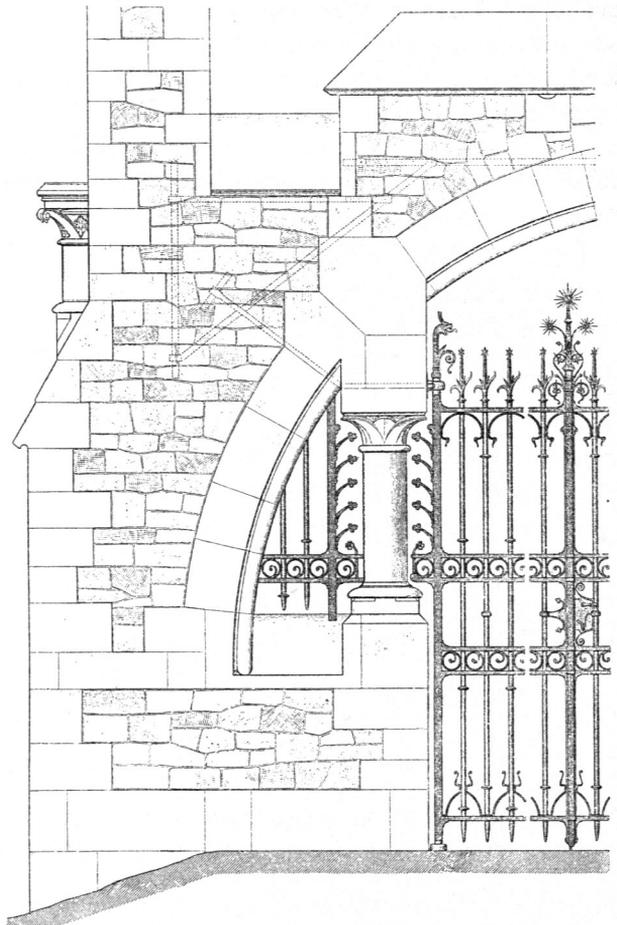
⁸⁶³ Ueber das Verankern mit Bandeisen, den sog. Reifeisenverband, siehe den vorhergehenden Band (Art. 105, S. 84) dieses »Handbuchs«.

dies bei Backsteinmauerwerk zweckmäfsig, während man Haufstein- und Bruchsteinbogen mit Ankern ähnlicher Art, wie sie für die Unterseite der scheidrechten Bogen angegeben wurden, über dem Bogenrücken ausstatten mufs⁸⁶⁴).

Am unvortheilhaftesten ist das versteckte Verankern von Bogen mit grofser Pfeilhöhe, weil der Anker zu hoch über die Kämpfer zu liegen kommt, wenn man ihn einfach wagrecht durchführt. Von geringem Nutzen sind concentrisch mit dem Bogen gelegte Eisenschienen, die sog. Ringanker. Besser wirken Anker nach der in Fig. 878 angegebenen Art, welche allerdings sehr umständlich in der Ausführung sind.

Von den Enden einer wagrecht über dem Bogen liegenden Schiene, welche gegen Durchbiegen gefichert sein und daher aus L-, T-, bezw. I-Eisen hergestellt werden mufs, werden lange Splinte nach den Widerlagern heruntergeführt und die Schiene mit den Splinten durch Winkelbänder verbunden.

Die Anwendung einer ähnlichen Verankerung auf einen Thorbogen zeigen Fig. 879 u. 880⁸⁶⁵). Der Anker ist in der Hauptsache in das Bruchsteinmauerwerk über dem Haufsteinbogen gelegt, wodurch die erwähnten Umständlichkeiten und damit allerdings auch die Wirkung verringert wurden. Er spaltet sich von dem obersten wagrechten Stück ab beiderseits in zwei Theile. Fig. 880 zeigt noch die Befestigung des oberen Bandes des Gitterthorflügels.

Fig. 880⁸⁶⁵).

3) Ueberdeckung mit Holzbalken.

Zur wagrechten Ueberdeckung von Oeffnungen sind Holzbalken das bequemste, wenn auch nicht dauerhafteste Mittel. Dort, wo das Holz sichtbar bleiben darf, findet man es deshalb auch oft am Aeusseren von Bauwerken verwendet, während es dann, wenn es unter einem Putzüberzug zu verbergen ist, wie in allen anderen Fällen, so auch für den vorliegenden Zweck, nur im Inneren der Gebäude benutzt

475.
Verwendung.

⁸⁶⁴) Die etwas umständliche Verankerung dieser Art an der Berliner Bauacademie findet sich mitgetheilt in: *Allg. Bauz.* 1836, S. 10.

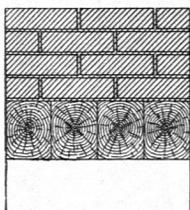
⁸⁶⁵) Facf.-Repr. nach: BEYAERT, H. *Travaux d'architecture etc.* Brüssel. Taf. 4.

werden sollte. Aber auch hier ist keine Verwendung auf diejenigen Fälle einzuschränken, wo keine Vergänglichkeit keinen umfangreichen Schaden anzurichten vermag. Zu beachten ist hierbei allerdings, daß bezüglich der Feuerficherheit die Aengstlichkeit oft zu weit getrieben wird, da die Erfahrung gelehrt hat, daß dicht neben einander liegende starke Hölzer dem Feuer ziemlich lange Widerstand leisten⁸⁶⁶⁾, und zwar länger als Eisen. Diese Widerstandskraft gegen Feuer wird im vorliegenden Falle dann um so mehr zu erwarten sein, wenn Mauerwerk unmittelbar über dem Holz folgt, Zugluft durch Lücken der mit demselben gebildeten Decke sich also nicht leicht bilden kann⁸⁶⁷⁾.

Die gebräuchlichste und einfachste Art der Ueberdeckung von Oeffnungen in massiven Mauern mit Holzbalken, den sog. Deckhölzern, ist die, dieselben dicht

416.
Construction.

Fig. 881.



neben einander zu legen und wagrecht zu übermauern (Fig. 881). Die Hölzer müssen dabei selbstredend die der Belastung und Spannweite entsprechende Stärke und Auflagerfläche haben. Nach dem im vorhergehenden Artikel ausgesprochenen Grundsatz sollte aber diese Construction nur innerhalb bescheidener Grenzen ausgeführt, also namentlich nicht zur Unterstützung größerer Mauer Massen verwendet werden. Weniger bedenklich ist sie, wenn Oeffnungen wieder darüber folgen.

Sicherer geht man auch im letzten Falle, wenn man über dem Holze einen Bogen wölbt, dessen Widerlager aber gar nicht oder nur in geringem Maße auf dem Holze ruhen darf (Fig. 882); der Zwischenraum wird ausgemauert. In diesem Falle ist die Bedeutung des Holzes als Theil der Construction nur noch eine untergeordnete. Es bietet bloß das Mittel zur Bildung einer wagrechten Fläche, während

Fig. 882.

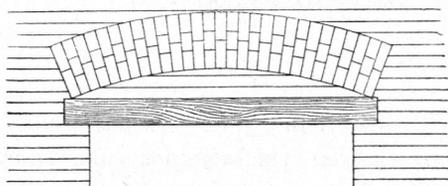
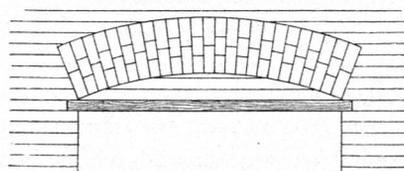


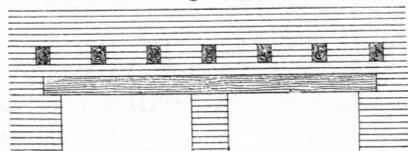
Fig. 883.



der Bogen die Belastung aufnimmt. Die Balken können hierbei durch Bohlen mit geringer Auflage gut ersetzt werden (Fig. 883); auch wird der Hohlraum über denselben nur außen leicht mit Mauerwerk geschlossen.

Ganz verwerflich ist die nicht selten zu treffende Anordnung, Holzbalken über mehrere Oeffnungen ohne genügende Unterbrechung hinwegreichen zu lassen (Fig. 884). Es sind dann auf beträchtliche Länge zwei über einander stehende Mauern durch eine vollständige Holzschicht getrennt und den daraus sich ergebenden Gefahren unterworfen. Dies kann durch

Fig. 884.



Ueberwölben der Hölzer mit Bogen nicht verbessert werden. Will man zur Ueberdeckung nahe bei einander liegender Oeffnungen Holz verwenden, so hat dies mit Bohlen in der vorhin besprochenen Weise zu geschehen.

⁸⁶⁶⁾ Siehe Art. 189 (S. 222).

⁸⁶⁷⁾ Vergl.: Theil III, Bd. 6 dieses »Handbuches«, Art. 68, S. 71 (2. Aufl.: Art. 72, S. 83).

Fig. 885.

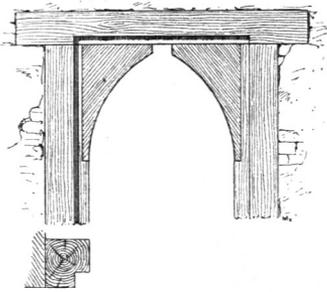
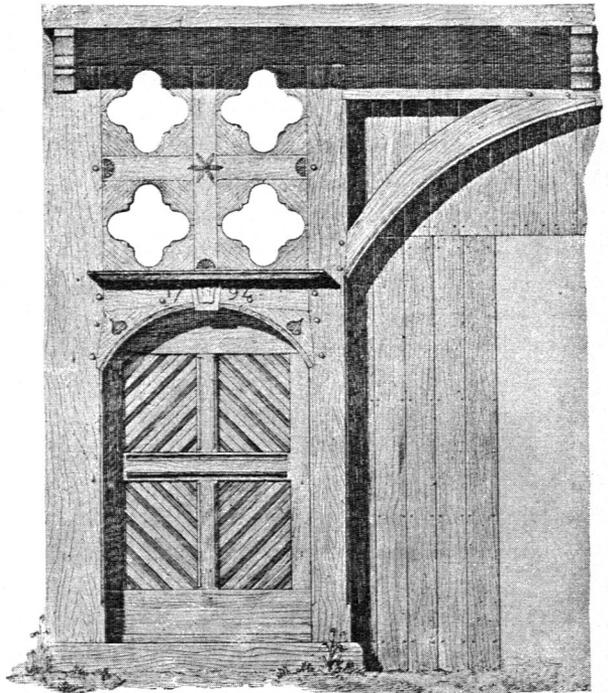


Fig. 886.



Von einem Haus in Ruftenhof
bei Brakel ⁸⁶⁸⁾.

Fig. 887.



Hofthor aus Münzenberg ⁸⁶⁸⁾.

Die wagrechte obere Begrenzung der Oeffnungen in Holz-Fachwerkwänden ist schon in Art. 155 (S. 166) besprochen worden. Es ist dem hier hinzuzufügen, dass sich die Ueberdeckung durch Anbringen von geeignet geschnittenen oder krumm gewachsenen Kopfbändern leicht bogenförmig gestalten lässt, wie dies zumeist bei den Thüren älterer Fachwerkbauten, aber auch bei solchen von Maffivbauten (Fig. 885) zu finden ist. Die Kopfbänder geben zugleich eine gute Verstärkung der Deckriegel.

Diese Anordnung kann auch mit Vortheil bei der Ueberdeckung weit gespannter Oeffnungen angewendet werden, wo die eben erwähnte Verstärkung unerlässlich wird (vergl. Fig. 886 u. 887 ⁸⁶⁸⁾).

Fig. 888.

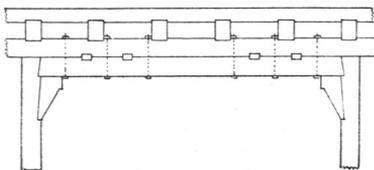
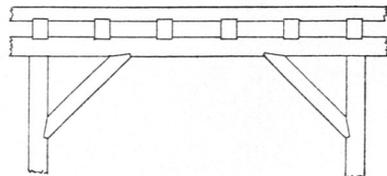


Fig. 889.



⁸⁶⁸⁾ Facf.-Repr. nach: CUNO & SCHÄFER, C. Holzarchitektur vom 14. bis 18. Jahrhundert. Berlin.

Fig. 890.

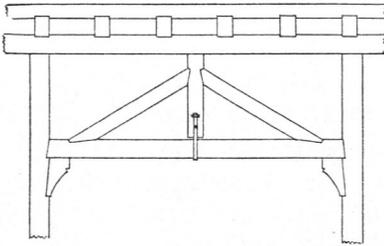
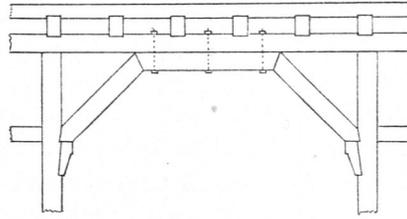


Fig. 891.



Diese Verftärkung ist allerdings auch noch auf mancherlei andere, wenn auch in der Regel weniger künstlerische Weise ausführbar; so z. B. durch Anordnen eines mit dem Rahmen verzahnten oder besser verdübelten Riegels (Fig. 888), dessen Enden durch Knaggen unterstützt werden; oder durch gerade Kopfbänder (Fig. 889), welche den zur Ueberdeckung benutzten Wandrahmen stützen; oder durch Aufhängen des Riegels an einen über ihm angebrachten Hängebock (Fig. 890); oder durch Absprengen des Rahmens nach der in Fig. 891 angegebenen Weise. In allen diesen Fällen wird die ganze Last der über der Oeffnung befindlichen Bautheile und zum Theile auch ein Seitenschub auf die die Oeffnung begrenzenden Ständer übertragen, die dem entsprechend ausreichend kräftig zu machen sind.

4) Ueberdeckung mit Eisenbalken.

Seit Einführung der Walzeisenträger werden durch diese sehr häufig Stein und Holz für die Ueberdeckung von Oeffnungen in Mauern ersetzt. Namentlich gilt dies für weit gespannte Oeffnungen, deren Anwendung die Festigkeit des Eisens bei geringer Masse sehr bequem ermöglicht. Durch das Walzeisen sind die früher für diesen Zweck verwendeten Gufseisenträger und Eisenbahnschienen fast ganz verdrängt worden.

417.
Verwendung.

Das Eisen ist, unter der Voraussetzung eines guten Anstriches, unverhüllt im Freien benutzbar und kommt dadurch dem oft betonten Grundsatz, das Material in der Construction zum Ausdruck zu bringen, entgegen. Allerdings widerspricht dies der beim Eisen nothwendigen Fürsorge für den Schutz gegen Feuer, dem es bekanntlich keinen langen Widerstand leistet. Ist dieser Schutz bei der Verwendung des Eisens an den Façadenflächen auch nicht von zu großer Wichtigkeit, so ist er dies um so mehr im Inneren der Gebäude, wo daher trotz ästhetischer Bedenken, die jedoch zu allermeist nicht getheilt werden, von einer gegen starke Erhitzung sichernden Bekleidung immer Gebrauch gemacht werden sollte.

Solche Bekleidungen können in Mauerwerk oder Drahtumwickelungen und Putz, *Rabitz*-Putz, Terracotta oder Formsteine bestehen. Die oft gewählte Verkleidung mit Holz entspricht der Forderung nach Feuerficherheit nicht⁸⁶⁹⁾.

Wo es geht, sucht man mit Walzträgern von I-Form auszukommen und macht nur bei sehr weiten Oeffnungen von genieteten Trägern Gebrauch.

Die Ueberdeckung mit Eisenträgern ist sehr einfach auszuführen; doch erfordert sie namentlich Sorgfalt in der Auflagerung derselben. Gern verwendet man dafür feste Werkstücke und über diesen gewöhnlich in Cement-Mörtel (10 bis 15 mm stark)

418.
Construction.

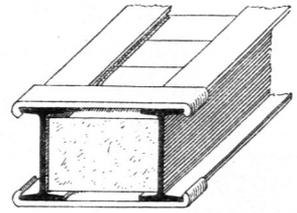
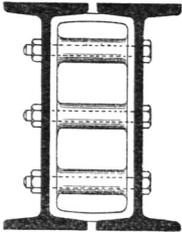
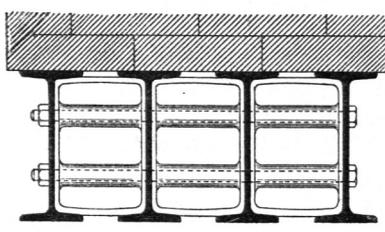
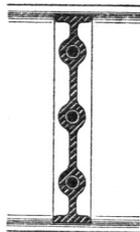
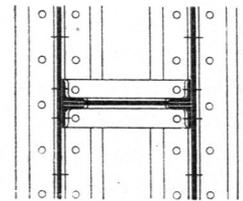
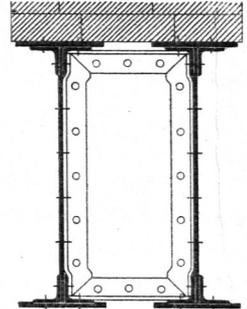
⁸⁶⁹⁾ Auf diese Bekleidungen wird in Theil III, Band 2, Heft 3 (Abth. III, Abchn. 2, A: Balkendecken) näher eingegangen werden. Außere Holzverkleidungen eiserner Träger werden im nächsten Hefte (Abchn. 1, D, Kap. 20, unter g, Art. 182: Frei tragende Gefimfe) besprochen werden.

gelegte Gufseisenplatten, über deren Gestalt und Berechnung Art. 316 u. 317 (S. 216) des vorhergehenden Bandes nachzusehen sind.

Nur bei ganz dünnen Wänden begnügt man sich mit einem Träger von I-Eisen; sonst verwendet man immer mindestens zwei derselben neben einander, um genügende Seitensteifigkeit zu erhalten. Bei starken Mauern hat man so viele Träger zu verlegen, als zur gleichmäßigen Auflagerung des darüber folgenden Mauerwerkes erforderlich ist.

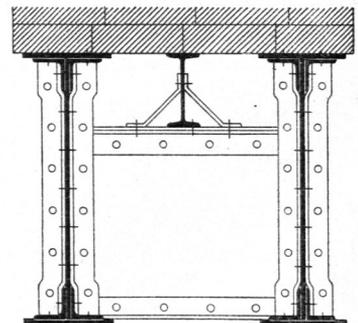
Die gekuppelten Träger sind mit einander zu verbinden. Es kann dies nach einer der in Art. 221 (S. 269) angegebenen Weisen mit umgelegten Bändern und Kreuzspreizen oder mit Stehbolzen geschehen; doch kann dies auch mit Klammern (Fig. 892) oder einfachen Schraubenbolzen erfolgen, wenn der Zwischenraum mit Backsteinen ausgerollt oder mit Beton ausgefüllt wird. Durch diese Ausfüllung wird das Eigengewicht der Construction in nicht unbeträchtlicher Weise erhöht; auch ist

Fig. 892.

Fig. 893⁸⁷⁰⁾.Fig. 894⁸⁷⁰⁾.Fig. 895⁸⁷⁰⁾.

sie nur bei ausreichendem Abstände der Träger ausführbar. Man muß daher von derselben oft absehen und kann dann zur Verbindung und Aussteifung der gekuppelten Träger Gufseisenstücke von der in Fig. 893 u. 894⁸⁷⁰⁾ dargestellten Form in Abständen von etwa 2 m, an den Enden beginnend, verwenden. Es ist diese Verbindungsweise besser, als die mit einzelnen Stehbolzen, welche das Schiefstellen der Träger nicht verhindern können, weshalb man bei sorgfältigeren Ausführungen statt der Röhren größere Gufstücke und bei höheren Trägern auch nicht nur eine, sondern zwei oder drei Schraubenbolzen anwendet.

Ist man genöthigt, zu genieteten Trägern zu greifen, so kommt man auch bei starken Mauern zu meist mit zwei derselben aus, die dann am einfachsten ebenfalls genietete Querverbindungen erhalten (Fig. 895⁸⁷⁰⁾, wenn der Zwischenraum das Einbringen von Nieten oder Schrauben zwischen den Gurtungen gestattet. Ist dies nicht möglich, so bringt man an jedem der Träger die Hälfte einer Querverbindung an und zieht die Träger durch Schraubenbolzen zu-

Fig. 896⁸⁷⁰⁾.

fammen. Bei sehr weitem Trägerabstände kann man das darüber folgende Mauerwerk nach der in Fig. 896⁸⁷⁰) angegebenen Weise unterstützen. Die Querverbindungen werden etwa in der doppelten Entfernung, wie die Aussteifungswinkel der Blechwände angebracht, und an den Enden bedient man sich am zweckmäßigsten quer vorgebieteter Blechtafeln.

Den zur Ueberdeckung einer Oeffnung verwendeten, neben einander liegenden Walzträgern giebt man häufig das gleiche Profil, auch wenn sie in verschiedener Weise beansprucht sind, wie z. B. durch seitlich anstoßende Decken-Constructionen, oder bei einseitiger Verschwächung der darüber befindlichen Mauer, oder bei ungleicher Spannweite. Man verläßt sich dabei auf die Uebertragung der Last von einem Träger auf den anderen. Besser ist es aber jedenfalls, jeden der Träger nach der ihm zukommenden Belastung zu berechnen und zu bemessen. Sie können dabei immerhin in der gleichen Höhe aufgelagert werden, wenn davon nicht wegen der besonderen Bestimmung der Oeffnung, z. B. bei Schaufenstern und Thoren zur Bildung des Anchlages, Abstand zu nehmen ist.

Zur Vermeidung zu großer Durchbiegungen ist den Trägern mindestens $\frac{1}{20}$ ihrer Spannweite zur Höhe zu geben; auch müssen sie vor ihren Enden im Mauerwerk einen Spielraum von $\frac{1}{100}$ der Länge erhalten, um die ungehinderte Ausdehnung im Brandfalle zu gestatten. Bei genieteten Trägern ist in dieser Beziehung Rücksicht auf die an den Enden angebrachten Aussteifungswinkel zu nehmen.

c) Untere Begrenzung.

Die in Art. 394 (S. 463) schon andeutungsweise besprochene Bildung der unteren Begrenzung der Oeffnungen würde, da auf dieselbe im nächsten Kapitel ausführlicher zurückzukommen sein wird, hier keinen Anlaß zu Erörterungen bieten, wenn dieselbe nicht in der gewöhnlichen Art der Ausführung von Bedenken allgemeiner Natur begleitet wäre.

479.
Construction.

Die Last der Mauer über einer Oeffnung wird durch die Ueberdeckung derselben auf ihre seitlichen Begrenzungen übertragen und dadurch in und unter den letzteren ein Setzen des Mauerwerkes hervorgerufen, an dem dasjenige unter der Oeffnung nicht theilnimmt, da es nicht belastet ist. Daraus ergibt sich ein Druck von unten auf die untere Begrenzung der Oeffnung, welchem diese häufig nicht gewachsen ist und daher entweder leicht zerbricht oder bei der Herstellung aus kleinen Steinen ein unregelmäßiges Gefüge aufweist.

Um diesen Uebelständen zu begegnen, ist es daher nothwendig, auf die Construction der unteren Begrenzung dieselbe Sorgfalt, wie auf die der oberen zu verwenden und Anordnungen zu treffen, durch welche die von unten nach oben gerichteten Drücke ebenfalls auf die seitlichen Begrenzungen der Oeffnung übertragen werden. Man sollte daher an dieser Stelle, wie bei den Ueberdeckungen, entweder starke Steinbalken oder Entlastungen derselben oder Bogen oder hölzerne, bezw. eiserne Balken in Anwendung bringen. Die häufig daselbst benutzten Haufsteinbänke werden aus Sparfamkeit oft nur schwach gemacht und sind daher leicht dem Zerbrechen ausgesetzt. Das Anbringen von weiten Entlastungsfugen unter ihnen ist in Folge dessen, wenn die Enden eingemauert sind, ganz besonders geboten. Aus Vorsicht legt man sie oft frei zwischen die Pfeiler (Streifbänke); sie haben dann aber keine ganz gesicherte Lage und sind Verschiebungen unterworfen.

Bei stark belasteten Pfeilern und stark presbarem Boden empfiehlt sich immer die Anwendung von umgekehrten Bogen unter den Oeffnungen, nicht blofs um die Last auf eine gröfsere Grundfläche zu vertheilen, sondern auch um die Form der unteren Begrenzung der Oeffnung zu sichern.

Folgt eine Anzahl von Oeffnungen über einander, so ist es zweckmäfsig, die Verstärkung der unteren Begrenzung nicht nur bei der untersten anzuordnen, sondern unter allen ⁸⁷¹).

14. Kapitel.

Fenster- und Thüröffnungen.

420.
Vor-
bemerkungen.

In der Regel nennt man solche Wanddurchbrechungen, bei welchen Vorkehrungen für das Anbringen eines Verschlusses getroffen werden, Fenster- und Thüröffnungen. Das im vorhergehenden Kapitel über die Oeffnungen im Allgemeinen Gesagte ist hier durch Erörterung des Einflusses zu ergänzen, welchen diese Rücksichtnahme auf die Verschlüsse, welche in Fenstern, Doppel- oder Winterfenstern, Thüren, Läden, Rollvorhängen u. f. w. bestehen können, auf die Gestalt der Begrenzungen hat, in so weit die Besprechung dieser Besonderheiten nicht besser sich an diejenige der betreffenden Constructionen des inneren Ausbaues selbst anschliesst. Dies gilt u. A. für die mit Hilfe von Holz hergestellte Begrenzung der Thüröffnungen in inneren Wänden, so dafs hier im Wesentlichen nur von den Oeffnungen in den äufseren Gebäudewänden die Rede sein wird, und zwar nur von solchen in massiven Wänden, da die Construction derselben in anderen Wandarten schon bei diesen selbst im Allgemeinen besprochen worden ist.

421.
Theile
der
Begrenzung.

Vom Verschluss einer Oeffnung verlangt man zumeist, dafs er dicht ist. Dies erfordert eine ebene Fläche, gewöhnlich an der Innenseite der Oeffnung, an welche sich entweder unmittelbar der bewegliche Verschluss legt oder welche zur Befestigung eines Rahmens (Futterahmen) dient, in den die Fenster- oder Thürflügel schlagen. Man nennt diesen Theil der Begrenzung den Anschlag. Derselbe kann durch einen in die Einfassung eingearbeiteten Falz ersetzt werden. Der Anschlag liegt entweder bündig mit einer der Wandfluchten oder in einer Nische der Wand (Fig. 897), letzteres namentlich dann, wenn die Mauern stark sind. Man hat daher häufig zwischen der Einfassung der Oeffnung und der Fenster- oder Thürnische zu unterscheiden. Eine solche Nische kann auch zu beiden Seiten der Einfassung

Fig. 897.

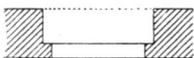


Fig. 898.

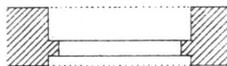


Fig. 899.

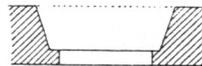
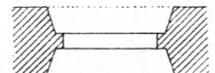


Fig. 900.



angeordnet werden (Fig. 898 u. 900), und die Laibung derselben kann rechtwinkelig oder schiefwinkelig (Fig. 897 u. 899) auf der Wandflucht stehen. Die Erweiterung, welche die Oeffnung durch die Nische, besonders durch die mit schräger Laibung erfährt, begünstigt den Einfall des Lichtes bei den Fenstern und erleichtert den Durchgangsverkehr bei den Thüren. Bei den Fenstern ermöglicht sie in starken

⁸⁷¹) Vergl. über diesen Gegenstand: Deutsche Bauz. 1887, S. 538 (nach: *Le génie civil*, Bd. 7, S. 409).

Mauern, in Verbindung mit den schwachen Brüstungsmauern, das Herausbeugen aus denselben.

Der untere, meist wagrechte Theil der Einfassung heißt Bank — Fensterbank und Thürbank —; doch spricht man häufig auch von Fensterfohlbank und Thürschwelle.

Die Seitenbegrenzungen der Einfassung nennt man Gewände, die obere Begrenzung Sturz, wenn sie wagrecht verläuft, Bogen, wenn sie nach einer gekrümmten Linie gestaltet ist. Im letzteren Falle spricht man jedoch auch von Bogensturz, wenn die gebogene Ueberdeckung aus einem Werkstück hergestellt ist. Bestehen die genannten Theile der Einfassungen aus großen Stücken, so nennt man sie zusammen Fenster- oder Thürgestell, bezw. -Gerüst oder -Stock.

Während bezüglich der Gestaltung und Construction der Fenster- und Thürnischen auf das vorhergehende Kapitel in der Hauptfache verwiesen werden kann, ist hier namentlich die Bildung der Einfassungen zu erörtern.

Die Gewände der Fenster und Thüren in Umfassungsmauern werden entweder aufgemauert oder aus längeren Haupteinstücken hergestellt.

Die erstere Construction ist jedenfalls die bessere, in so fern dadurch ein gleichmäßiges Setzen der Mauern und Einfassungen ermöglicht wird. Nicht wesentlich beeinträchtigt wird dies, wenn auf eine Schicht der Einfassung mehrere Schichten der Mauer kommen. Sehr bemerklich und durch Risse neben den Gewänden sich zu erkennen gebend wird jedoch die Verschiedenheit des Setzens, wenn das Gewände auf die ganze Höhe aus einem Stück besteht oder aus nur wenigen Stücken zusammengesetzt wird, insbesondere wenn die Mauern aus Backsteinen oder unregelmäßigen Bruchsteinen hergestellt sind. Zu diesem Uebelstande tritt noch der andere hinzu, daß bei langen Gewändestücken nicht dem Grundsatze genügt werden kann, das natürliche Lager der Steine wagrecht zu legen. Es kann dies für die Dauer der Constructionen schädlich werden.

Trotz dieser Mängel langer Gewändestücke sind dieselben jedoch, der Bequemlichkeit und der leichter zu ermöglichenden, sauberen Ausführung von Gliederungen wegen, sehr beliebt und werden auch bei Backstein-Rohbauten in Haupteingängen sehr häufig benutzt.

Von entschiedenem Vortheile ist dagegen die Verwendung langer Haupteinstücke für die Herstellung der Sohlbänke und Schwellen, weil dadurch die zahlreichen nach oben sich öffnenden und der Verwitterung und Feuchtigkeit den Zugang gewährenden Fugen kleiner Steine vermieden werden. Auf ihre Entlastung ist jedoch die gleiche Sorgfalt zu verwenden, wie bei der ebenfalls sehr gebräuchlichen Herstellung gerader Stürze aus Haupteinbalken (vergl. Art. 419, S. 489).

Werden im Backstein-Rohbau die Einfassungen nicht aus Hauptein ausgeführt, so benutzt man hierfür bei einfachen Bauten gewöhnliche Backsteine oder Verblender und bei reicheren Gebäuden Formsteine oder Terracotten. Sohlbänke und Schwellen werden gewöhnlich als Rollschichten construirt, Fensterfohlbänke aber besser mit Flachschichten aus besonderen Formsteinen. Die Ueberdeckungen werden gewölbt.

Zu den Einfassungen in Mauern aus unregelmäßigen Bruchsteinen benutzt man entweder Hauptein oder Backstein, da der Bruchstein hierzu sich nicht gut eignet und ein Ueberzug mit Putz an dieser Stelle — es gilt dies auch für Einfassungen aus Backstein — keine Dauer und keine ästhetische Daseinsberechtigung besitzt.

Bei sehr sparfamen Ausführungen verwendet man zur Einfassung der Oeffnungen in Bruchsteinmauern auch hölzerne Blockzargen, welche ganz ähnlich denjenigen der Thüröffnungen in inneren massiven Mauern ausgeführt werden.

a) Fensteröffnungen.

423.
Allgemeines.

Die Fensteröffnungen sind zumeist höher, als breit, und zwar annähernd im Verhältniß von 2:1. Quadratische und noch niedrigere Fenster verwendet man nur in untergeordneten Gefchoffen. Sind wegen der Größe des Lichteinfalles sehr breite Fenster nothwendig, so theilt man sie in der Regel durch Mittelgewände und bildet so die gekuppelten Fenster. Diese können entweder aus unabhängig neben einander stehenden Oeffnungen mit selbständigen Umrahmungen bestehen, oder zu einem Ganzen durch gemeinschaftlichen Sturz oder Bogen zusammengefaßt werden. Zwischenpfeiler aus Backsteinen sind bei größeren gekuppelten Fenstern nur dann möglich, wenn sie mindestens 25 cm breit werden können. In Bruchstein müssen sie breiter, in Haustein können sie schmaler gehalten werden. Bei Verwendung letzteren Materials bildet man sie mitunter zu Säulen aus. Häufiger werden Säulen zur äußeren Theilung der gekuppelten Fenster benutzt.

Eine Theilung der Fenster kann auch der Höhe nach durch Zwischenstürze oder Maßwerke erfolgen.

Die lichte Höhe der Fenster ist von der Stockwerkshöhe abhängig und ist außerdem durch die Höhenmaße begrenzt, welche für die Brüstung und die Construction der Nischenüberdeckung in Anspruch genommen werden müssen. Die Brüstungshöhe wird zwar häufig zu 0,80 bis 0,85 m angenommen, kann aber je nach den besonderen Verhältnissen sehr viel höher oder niedriger angenommen werden. Als geringstes Maß von der Unterkante des Sturzes bis zur Decke rechnet man gewöhnlich 0,38 m, wenn die betreffende Mauer die Deckenbalken zu tragen hat. Eine Vergrößerung dieses Maßes wird mit Rücksicht auf die statischen Verhältnisse und auf das Anbringen von Rollläden oft stattzufinden haben; eine Verringerung kann in der Regel nur eintreten, wenn die Mauer, in der das Fenster sich befindet, keine balkentragende ist. Sie wird möglich bei Anwendung von Eisen zur Ueberdeckung der Fensterische.

Die Breite des Anschlages an den Gewänden ist bei Anordnung von einfachen Fenstern zu 6,5 cm, von inneren Doppelfenstern zu 10 cm, von inneren Klappläden zu 12 bis 15 cm, bezw. 15 bis 18 cm mindestens zu bemessen. Die für einfache und Doppelfenster angegebenen Maße gelten auch für den Sturz, sind jedoch daselbst bis zu 20 cm zu vergrößern, wenn innere Rouleaux angebracht werden, da diese sonst das Oeffnen der oberen Fensterflügel verhindern würden.

Die Constructionen der Fensteröffnungen sollen nach den einzelnen Theilen mit Rücksicht auf die Verschiedenartigkeit des Materials derselben getrennt behandelt werden. Von den Materialien sind jedoch hauptsächlich nur Haustein und Backstein in Betracht zu ziehen.

1) Sohlbank.

424.
Constructions-
Bedingungen.

Auf die Sohlbank trifft sowohl unmittelbar der Regen, als auch das an den Fensterflächen herabfließende Regenwasser. Dieses Wasser muß nicht nur nach außen abgeführt, sondern muß auch daran verhindert werden, durch die Fugen zwischen dem Holzwerk des Fensters und dem Stein der Sohlbank in das Innere

einzufragen. Die Wasserabführung sucht man durch Anordnung eines Gefälles nach außen hin zu erreichen. Je stärker dasselbe ist, um so rascher wird das Abfließen erfolgen, um so weniger leicht wird das Wasser durch den Wind nach innen getrieben werden. Die unter der Sohlbank befindliche Mauer ist vor dem von ihr abfließenden Wasser möglichst zu schützen. Man giebt deshalb der Sohlbank häufig einen mit einer Wassernase versehenen Vorsprung. Dadurch wird nun zwar die Mauerfläche nur auf eine geringe Höhe vor dem Naswerden bewahrt; aber die Unterseite der Sohlbank sowohl, als auch die Fuge unter ihr bleiben trocken, was um so wünschenswerther ist, da an diesen Stellen das Verdunsten der Feuchtigkeit nur langsam vor sich geht und diese daher durch sich selbst und durch Gefrieren schädlich werden kann.

Die Wassernase der Sohlbank kann nicht verhindern, daß das von den Kanten der Gewände herabkommende Wasser an den Wänden weiter fließt und dort Schmutzstreifen erzeugt. Dagegen müssen auf dem Sohlbankvorsprung besondere Vorkehrungen getroffen werden.

Auf der geneigten Oberfläche würden sich die Gewände nur mangelhaft aufsetzen. Deshalb ist für Beschaffung eines wagrechten Auflagers oder Aufstandes zu sorgen.

Die Fuge zwischen der Sohlbank und dem Holz des Fensterfuttersrahmens muß nicht nur gegen das Eindringen des Wassers, sondern wo möglich auch gegen die Bildung von Luftzug gesichert werden. Beides wird nicht immer gleichzeitig durch dasselbe Mittel erreicht.

Die auf dem Vorbilde der Antike beruhende Architektur verwendet bloß Wasserflüge von geringem Gefälle. Das Wasser fließt von ihnen nur verhältnismäßig langsam ab, und es ist deshalb bei ihnen nicht nur ein dichter und glatt bearbeiteter Hautfein erwünscht, sondern auch besondere Sorgfalt auf die Dichtung der erwähnten Fuge zu verwenden.

425.
Hautfein.

Fig. 901.

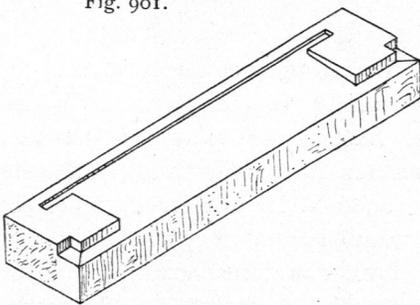
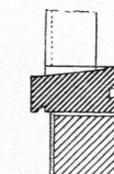
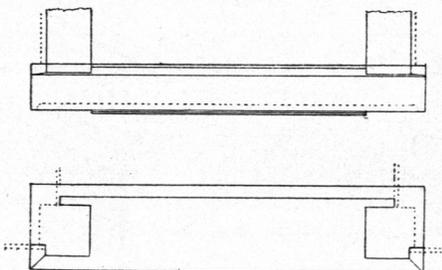


Fig. 901 bis 903 zeigen eine häufig verwendete einfache Form der Sohlbank für die Ausführung in Hautfein, bei welcher zur Aufnahme des 3,0 bis 4,5 cm starken Fensterfuttersrahmens durch eine nach oben am inneren Rande vorspringende Leiste von wenigstens 3 bis 4 cm Breite und 1,0 bis 1,5 cm Höhe ein Falz gebildet wird, der auf die ganze Anschlagbreite, also bis zur Nischenlaibung, fortzuführen ist. In derselben wagrechten Ebene, wie die Oberkante dieser Leiste, liegt die bei der Abarbeitung des Wasserfluges stehen zu lassende Aufstandsfläche für die Gewände. Auf der Rückseite der

Fig. 901 bis 903 zeigen eine häufig verwendete einfache Form der Sohlbank für die Ausführung in Hautfein, bei welcher zur Aufnahme des 3,0 bis 4,5 cm starken Fensterfuttersrahmens durch eine nach oben am inneren Rande vorspringende Leiste von wenigstens 3 bis 4 cm Breite und 1,0 bis 1,5 cm Höhe ein Falz gebildet wird, der auf die ganze Anschlagbreite, also bis zur Nischenlaibung, fortzuführen ist. In derselben wagrechten Ebene, wie die Oberkante dieser Leiste, liegt die bei der Abarbeitung des Wasserfluges stehen zu lassende Aufstandsfläche für die Gewände. Auf der Rückseite der

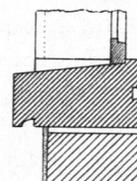
fortzuführen ist. In derselben wagrechten Ebene, wie die Oberkante dieser Leiste, liegt die bei der Abarbeitung des Wasserfluges stehen zu lassende Aufstandsfläche für die Gewände. Auf der Rückseite der

Fig. 902.



$\frac{1}{30}$ n. Gr.

Fig. 903.

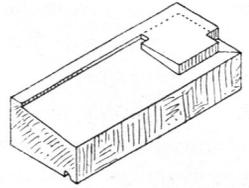


$\frac{1}{20}$ n. Gr.

Sohlbank sind Dübellöcher für die Befestigung des gestemten Brüstungs-Lambris anzubringen, falls die Fertigstellung der Brüstungswand nicht in anderer Weise erfolgt.

Bei der eben besprochenen Construction wird der breite Futterahmen mit Steinschrauben am Gewändeanschlag befestigt. Sparfamer, wenn auch nicht besser, construirt man, wenn man den Futterahmen, der dann schmaler gehalten werden kann, aber auch weiter in das Fensterlichte hineinspringt, in einen an das Gewände angearbeiteten Falz setzt, um dessen Tiefe die Sohlbank schmaler gehalten werden kann (Fig. 904).

Fig. 904.



Am sparfamsten verfährt man nach der in Fig. 905 angegebenen Weise, indem man die Sohlbank nicht breiter, als die Gewände macht. Haben die letzteren einen Falz für den Futterahmen, so wird dieser auch an der Sohlbank angeordnet (Fig. 906). Die Anordnung ohne Falz ist jedoch vorzuziehen. Beide Ausführungsweisen haben den Nachtheil, daß die Anschlußfuge gegen das Eindringen des Regens nicht gesichert ist; andererseits wird behauptet, daß sie einen Luftdurchzug besser verhindern, als die in Fig. 901 bis 904 gegebenen Constructions.

Fig. 905.

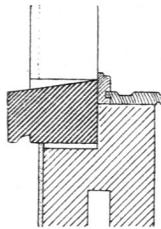


Fig. 906.

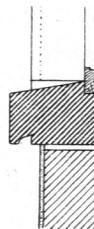
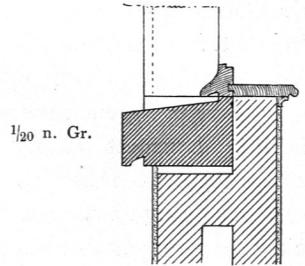


Fig. 907.



Schließlich mag hier noch die durch Fig. 907 erläuterte Anordnung Erwähnung finden, bei welcher die an die Sohlbank angearbeitete Leiste nicht zur Bildung eines Falzes für die Aufnahme des Futterahmen-Wetterchenkels benutzt ist, sondern dieser sich auf dieselbe setzt. Das Holz ist dadurch gut gegen das Eindringen der Feuchtigkeit geschützt.

Als geringste Stärke der Sohlbank kann 15 bis 18 cm angenommen werden; doch hängt dieses Maß außer von der Länge auch von der architektonischen Ausbildung des Fensters ab.

Die Breite der Bank setzt sich aus dem Vorsprung vor der Wand, der für den Zweck der Wasserabführung mit 6 bis 9 cm genügend groß ist, aus der Laibungsbreite der Gewände, welche häufig bei einfachen Verhältnissen mit 15 bis 18 cm bemessen wird, und aus der etwa angenommenen Falzanordnung, für welche 6 bis 9 cm zu rechnen ist, zusammen. Für die Bestimmung der Breite kommt außerdem die Stärke der Brüstungsmauer in Betracht. Ist diese nur wenig stärker, als die Sohlbank breit gedacht ist, so thut man gut, die letztere um dieses Maß breiter zu machen, um nicht Mauerwerk aus kleinen Stücken an dieselbe anlicken zu müssen. Diese Nothwendigkeit würde bei Anwendung der eben angegebenen geringsten Maße eintreten.

Erhält die Sohlbank einen Vorsprung vor den Gewänden, so ordnet man diesen auch seitlich von den letzteren an. Dadurch wird, wie schon im vorhergehenden Artikel (S. 492) erwähnt wurde, die Bildung von Schmutzstreifen an der Wand

Fig. 908.

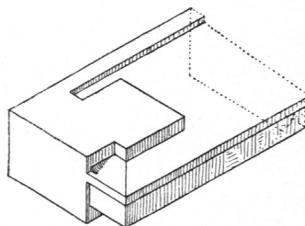
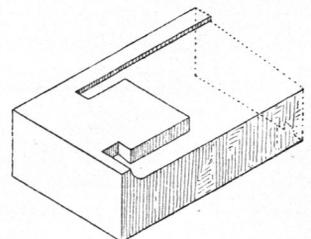


Fig. 909.



veranlaßt. Das einfachste, aber nicht immer anwendbare Mittel zur Befeitigung dieses Uebels wäre, der Sohlbank nur Gefälle nach vorn zu geben. Ebenfalls einfach, dabei wenig auffällig und deshalb immer anwendbar ist die Ueberführung des Wasserflages in eine kegelförmige Fläche neben dem Gewändeaufftand (Fig. 908⁸⁷²). Etwas umständlicher und auffälliger ist die in Fig. 909 dargestellte Anordnung einer feiltichen Leiste, welche das im Winkel des Gewändes abfließende Wasser nach vorn weist.

Fig. 910.

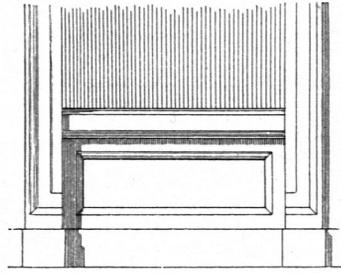
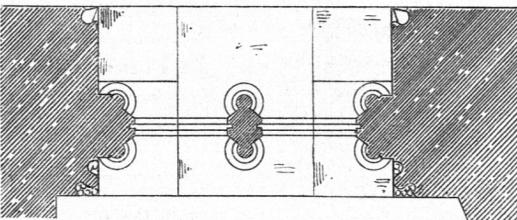
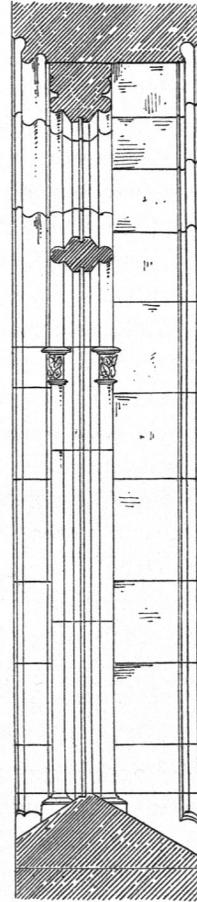
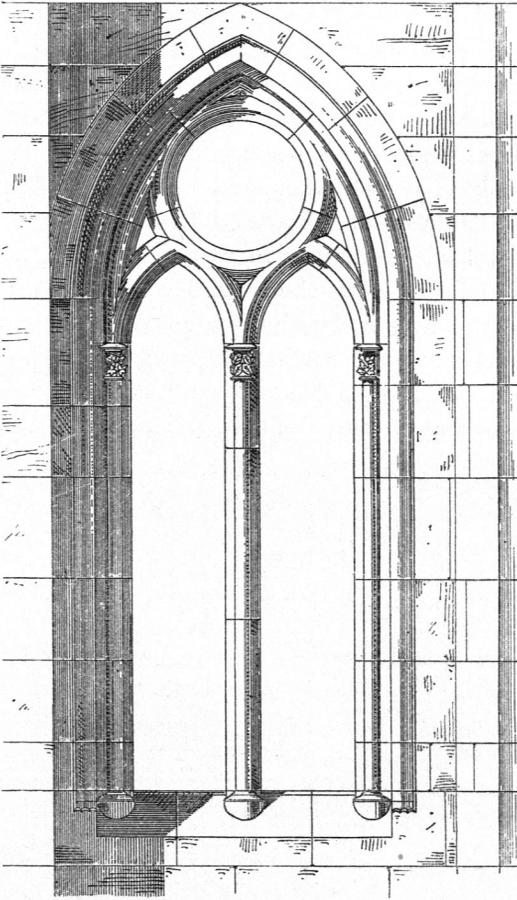


Fig. 911.



Fenster
der Burg-Capelle
zu Iben⁸⁷³.

$\frac{1}{40}$ n. Gr.

⁸⁷²) Vergl.: REDTENBACHER, R. Die Architektur. Berlin 1883. S. 197.

⁸⁷³) Nach: MARX, E. Die Burgkapelle zu Iben in Rheinheffen. Darmstadt 1882.

Bei den aus einem Stück hergestellten und von den Gewänden belasteten Sohlbänken ist eine Entlastungsfuge unter denselben unbedingt nothwendig (Fig. 902). Bei nicht sehr festem Stein und ungleichmäßigem Setzen der Fensterpfeiler ist trotzdem ein Zerbrechen derselben möglich. Um dies zu verhüten, wendet man wohl die in ganzer Länge aufliegenden, in ihrer Lage nicht vollständig gesicherten, zwischen die Gewände gelegten sog. Streifbänke an (vergl. Art. 419, S. 489), besonders in denjenigen Fällen, wo die Gewände des Höhenverhältnisses der Oeffnung wegen tiefer, als die Sohlbank herabgeführt werden sollen (Fig. 910).

Auch bei den Bauwerken in gothischem Stil vermeidet man zumeist die an den Enden belasteten Sohlbänke und verwendet an Stelle derselben einzelne Werkstücke (Fig. 911⁸⁷³). Sind diese sämtlich durch Maßwerkpfeosten belastet, so fallen die in Art. 419 (S. 489) besprochenen Bedenken bezüglich des in Folge des Setzens der Fensterpfeiler auf die Sohlbank von unten her sich ergebenden Druckes für dieselbe weg; jedoch ergeben sich nunmehr durch diesen Druck Gefahren für die schwachen Maßwerkpfeosten, auf welche er übertragen wird.

Die Fenstersohlbänke von Gebäuden gothischen Stils haben zumeist den für die rasche Wasserabführung so zweckmäßigen stark geneigten Wasserfchlag, der bei Kirchen, des verstärkten Lichteinfalles wegen, häufig auch nach innen angeordnet wird (Fig. 911). Dabei ergibt sich bei starken Mauern und weil die Fenster gewöhnlich auch nach außen mit Nischen versehen sind, in welchen der Wasserfchlag fortgesetzt werden muß, oft die Nothwendigkeit, die Sohlbank der Höhe nach aus mehreren Schichten zusammenzusetzen und zur Vermeidung zu spitzwinkliger Kanten die Neigung noch über 45 Grad hinaus zu vermehren oder die Kanten durch lothrechte Ebenen abzustumpfen (Fig. 913⁸⁷⁴).

An die Werkstücke der Sohlbank werden Aufstandsflächen, bezw. -Sockel für die die Gewände und Pfeosten begleitenden Gliederungen oder Säulchen angearbeitet (Fig. 912⁸⁷⁴). Wünschenswerth ist es, die Stofsfugen der Sohlbank etwas entfernt von der Gewände- und Pfeostengliederung anzuordnen, um das an dieser herabfließende Wasser nicht unmittelbar der Fuge zuzuführen. Dies er-

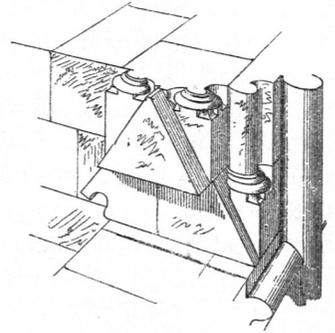
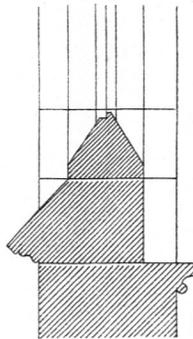
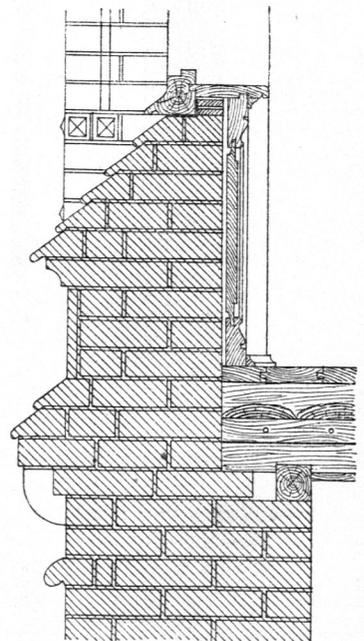
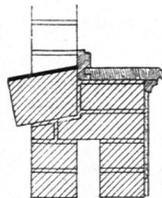
Fig. 912⁸⁷⁴.Fig. 913⁸⁷⁴.Fig. 915⁸⁷⁵.

Fig. 914.



1/20 n. Gr.

⁸⁷⁴) Nach: UNGEWITTER, G. Lehrbuch der gothischen Constructions. Leipzig 1859—1864. Taf. 25.

⁸⁷⁵) Nach: SCHMIDT, O. Die Verwendung der neueren Formsteine. Berlin 1881. Taf. 8.

giebt sich übrigens ganz von selbst, wenn alle Stücke der Sohlbank belaftet werden sollen.

Auch bei den gothischen Fensterfohlbänken wird zumeist am oberen Rande ein Falz zur Aufnahme der Fenster angearbeitet, der aber bei der in den Kirchen gewöhnlich verwendeten Bleiverglafung nur schmal zu fein braucht.

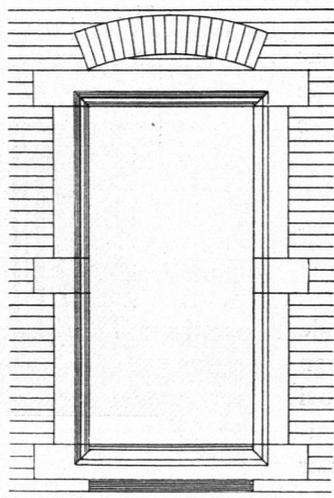
Zur Herstellung von Fensterfohlbänken aus Backstein benutzt man wohl geneigte Rollschichten (Fig. 914) und fucht diese gegen die Witterung durch einen Cement-Putzüberzug oder durch eine Abdeckung mit Zinkblech oder Schieferplatten zu schützen. Besser ist jedenfalls die Anwendung der in Art. 51 (S. 66) besprochenen Schräg- und Nasensteine, wofür ein Beispiel in Fig. 915⁸⁷⁵) gegeben worden ist. Die geneigten Flächen werden dabei häufig so steil gestellt, daß sie die ganze Brüstungshöhe einnehmen und zu ihrer Herstellung eine große Zahl von Schichten erfordern.

2) Gewände.

Im Grundriß sind die Hauftengewände entweder rechteckig oder mehr oder weniger dem Dreieck sich nähernd, je nachdem sie in der Form dem Vorbild der antiken oder gothischen Baukunst folgen. Die Vortheile der letzteren Gestalt sind dieselben, wie bei den entsprechenden Nischenlaibungen (vergl. Art. 421, S. 490).

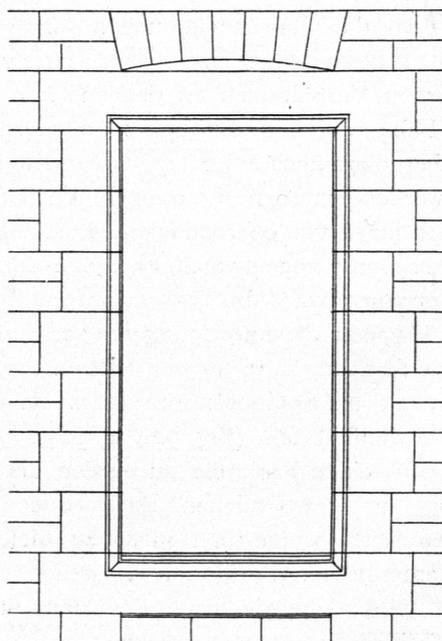
Der Höhe nach bestehen die Gewände entweder aus langen, auf das Haupt gestellten Stücken, oder sie werden aus Quaderschichten aufgemauert. Die Vor- und Nachteile beider Constructionen wurden schon in Art. 422 (S. 491) erörtert. Die Nachteile langer Gewände fucht man oft dadurch zu mildern, daß man sie der Höhe nach theilt und zwischen die einzelnen Stücke in die Fensterpfeiler eingreifende Binder anordnet (Fig. 916). Sohlbank und Sturz kann man dann um das gleiche Maß einbinden lassen. In Folge des Setzens des benachbarten Mauerwerkes brechen jedoch bei weichem Stein die vorspringenden Theile leicht ab, und der Vortheil der Binder geht dadurch wieder verloren. Constructiv besser ist die in Fig. 917 dargestellte Anordnung, bei

Fig. 916.



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

Fig. 917.

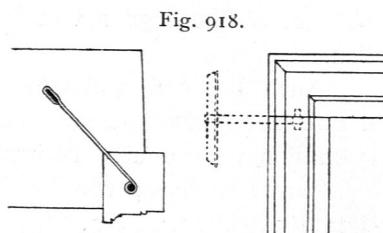


426.
Backstein.

427.
Hauftstein.

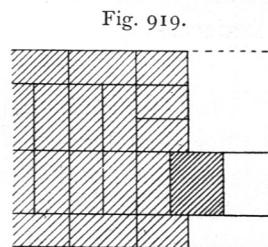
welcher die Gewände aus Quaderschichten hergestellt sind, welche in ihrer Höhe mehreren Schichten des Pfeilermauerwerkes entsprechen.

Lange Gewände von kleinem Querschnitt sucht man in ihrer Stellung mitunter durch Dübelverbindung mit der Aufstandsfläche der Sohlbank zu sichern. Das obere Lager der Gewände wird zumeist durch Stichklammern, welche den gewöhnlichen Steinklammern entsprechen ⁸⁷⁶⁾, oder durch Stichanker (Fig. 918) mit dem Pfeilermauerwerk verbunden.

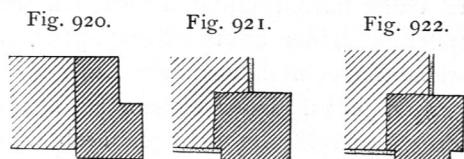


Haufteingewände in schwachen Mauern macht man am besten so stark, wie diese und arbeitet zur Bildung des Anschlages auf der Innenseite einen Falz an (Fig. 920).

Befinden sich die aus Haufstein hergestellten Fenstereinfassungen in Backstein-Verblendmauerwerk, so setzt man dieselben oft in Nischen des letzteren (Fig. 919); sitzen sie dagegen in geputzten Wandflächen, so läßt man sie auf einem Theile der Breite immer über die Wandflucht etwas vorstehen, läßt aber den Putz über die äußere zurückgearbeitete Fläche weggreifen (Fig. 921). Man vermeidet dadurch die Bildung von unregelmäßigen Setzungsrisfen neben den Gewänden, welche entstehen würden, da man die an das Mauerwerk anschließenden Gewändeflächen nur rauh zurichtet.



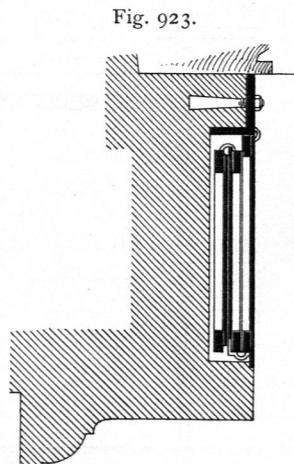
Der Anschlag für den Futterrahmen muß immer glatt bearbeitet werden. Ueber die Breite des Anschlages wurden schon in Art. 423 (S. 492) Mittheilungen gemacht.



An den Gewändelaibungen können zum Anbringen von Läden oder Winterfenstern besondere Falze oder Vertiefungen erwünscht sein. So wird häufig bei einfachen Verhältnissen an den äußeren Kanten für die Aufnahme von Schlagläden ein Falz, der sog. Ladenfalz, angeordnet (Fig. 922), welcher dann auch am Sturz vorhanden sein muß. Oder es werden in den Laibungen Vertiefungen für das Unterbringen von eisernen Klappläden angebracht, welche eine Laibung von etwa 25 cm Breite und eine Tiefe des Falzes von etwa 4 bis 5 cm erfordern (Fig. 923).

Auch für die Anordnung von nach außen schlagenden Winterfenstern kann in der Laibung der Gewände sowohl, als an Sohlbank und Sturz ein etwa 1 cm tiefer Falz erwünscht sein (Fig. 924 u. 925).

Im reinen Backsteinbau werden die Fenstergewände häufig aus gewöhnlichen Back- oder Verblendsteinen aufgemauert, wenn man nicht zu diesem Zwecke bei reicheren Bauten Profilsteine verwenden will. Die Laibung wird dabei je nach Bedürfnis und Größe der



⁸⁷⁶⁾ Vergl. den vorhergehenden Band dieses »Handbuches«, Art. 105, S. 83 (2. Aufl.: Art. 105, S. 86).

Fig. 924.

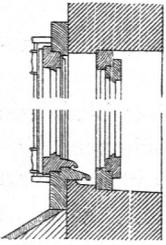


Fig. 925.

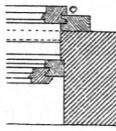
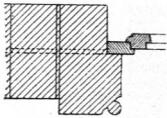


Fig. 926.



Oeffnungen $\frac{1}{2}$ Stein oder 1 Stein, der Anschlag $\frac{1}{4}$ Stein oder $\frac{1}{2}$ Stein breit gemacht. Beispiele von Verbandanordnungen wurden im vorhergehenden Bande ⁸⁷⁷⁾ dieses »Handbuches« gegeben.

Die Quartierstücke, aus welchen die Gewände abwechselnd bei $\frac{1}{2}$ Stein breiten Laibungen und $\frac{1}{4}$ Stein breitem Anschlag zusammengefetzt werden, erhalten keine recht feste Lage. Zur Herstellung solcher Gewände find daher mit einem Anschlagfalz verfehene besondere Formsteine vorzuziehen.

In Fig. 926 find solche Falzziegel dargestellt, welche 3 bis 4cm länger und breiter als die gewöhnlichen Backsteine gemacht werden und bei welchen der Falz abwechselnd zur Bildung des Anschlages und des Gewändevorprunges benutzt wird ⁸⁷⁸⁾.

Die Gewände können, eben so wie Sturz und Sohlbank, auch aus großen hohlen Terracotta-Stücken hergestellt werden.

3) Sturz.

Zur Ueberdeckung von Fensteröffnungen wird Haufstein entweder in der Form von Balken oder von Bogen verwendet. Bezüglich der ersteren vergl. Art. 401 u. ff. (S. 467 u. ff.), bezüglich der letzteren Art. 411 (S. 478) und über die Breite des Anschlages Art. 423 (S. 492).

429.
Haufstein.

Kommen Steinbalken in Anwendung, so macht man sie oft stärker, als die Gewände, um die nicht immer leicht zu ermöglichende Entlastung vermeiden zu können. Die Art dieser Verstärkung hängt von der architektonischen Ausbildung der Einfassung ab. Man bringt diese größere Stärke entweder sichtbar zum Ausdruck, oder man bewirkt sie, indem man den Sturz mit den darüber folgenden Architekturtheilen, Fries, bezw. Verdachung, aus einem Werkstück herstellt.

Ist eine Entlastung auszuführen und sind Fries und Verdachung vorhanden, so muß der Entlastungsbogen über die Verdachung gerückt werden, wenn eine geeignete Construction im Fries nicht unterzubringen ist. Er kommt dann höher, als ein zur Ueberdeckung der Fenster-Nische benutzter Bogen zu liegen, während man sonst gern die gleiche Höhenlage beider Bogen einführt.

Falze für Läden oder Winterfenster sind wie an den Gewänden, so auch am Sturz oft anzubringen (vergl. Art. 428, S. 498).

Ueberdeckungen von Fensteröffnungen in Backstein werden immer gewölbt, wenn man nicht bei geringen Spannweiten durch Eisen verstärkte Rollschichten aus Hohlsteinen anwenden will (vergl. Art. 403, S. 471).

430.
Backstein.

Solche Fensterbogen müssen auch einen Anschlag erhalten, werden aber häufig mit dem die Nische überspannenden Bogen im Verband gewölbt, wofür Beispiele im vorhergehenden Bande ⁸⁷⁹⁾ dieses »Handbuches« gegeben wurden. Nicht immer ist dieses Wölben im Verbande zweckmäßig, so z. B. wenn der Fensterbogen ein scheidtrechter, der Nischenbogen ein Stichbogen sein soll; oder ausführbar, so z. B. wenn der Kämpfer des Nischenbogens über dem Scheitel des Fensterbogens liegen

⁸⁷⁷⁾ Art. 50, S. 47 (2. Aufl.: Art. 50, S. 48).

⁸⁷⁸⁾ Mittheilungen über andere sehr große Formsteine für diesen Zweck finden sich in: *La semaine des const.* 1878—79, S. 379.

⁸⁷⁹⁾ Art. 67, S. 58 (2. Aufl.: Art. 67, S. 60).

mufs. Auf diese Fälle wird bei Besprechung der Nischenüberdeckungen zurückzukommen sein.

Die Widerlager der Fensterbogen aus Backstein macht man häufig aus Haustein, eben so mitunter die Schlusssteine.

431.
Eifen.

An Stelle von Steinbalken verwendet man zuweilen auch sichtbar bleibende gewalzte I-Eifen und verziert sie durch den Verbindungsbolzen aufgeschobene Rolletten. Es ist dies namentlich für grössere Spannweiten ein sehr zweckmäßiges und der Anwendung von versteckten Trägern vorzuziehendes Auskunftsmittel, wenn es in die gewählte Architektur paßt.

Fig. 927⁸⁸⁰).



Ein Beispiel hierfür bei gewöhnlicher Fensterweite bietet Fig. 927⁸⁸⁰). Das Auflager der Träger ist durch aufgelegte Gufsverzierungen verdeckt. Das Beispiel zeigt zugleich, wie in solchen Fällen äussere Rollläden angebracht werden können.

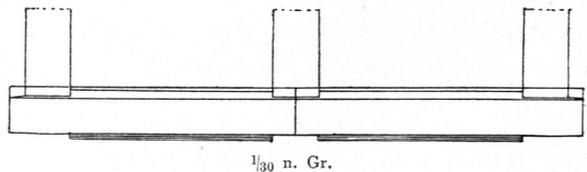
4) Gekuppelte Fenster.

432.
Construction.

Unter den gekuppelten Fenstern (vergl. Art. 423, S. 492) bieten hier diejenigen Anlaß zu Erörterungen, welche nicht durch Zwischenpfeiler getrennt sind, sondern nur eine Theilung durch Mittelgewände oder Pfosten aufweisen.

Für die aus Haustein hergestellten, unter die Gewände greifenden Sohlbänke ergibt sich die Nothwendigkeit, dieselben unter allen Mittelgewänden zu stossen und unter allen Oeffnungsabtheilungen mit Entlastungsfugen zu

Fig. 928.



$\frac{1}{30}$ n. Gr.

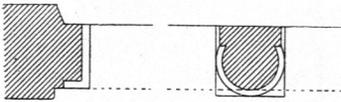
⁸⁸⁰) Facf.-Repr. nach: *Moniteur des arch.* 1874, Taf. 53.

verfehen, um sie vor dem Zerbrechen zu schützen (Fig. 928). Bei den nach gothischer Weise hergestellten Fenstern ist dies nicht nothwendig, da gewöhnlich die Sohlbänke unter den Oeffnungen Stofsfugen haben (vergl. Fig. 911, S. 495).

Auch für die Mittelgewände oder Theilungspfoften müssen an den Sohlbankstücken wagrechte Standfugen angearbeitet werden.

Die Mittelgewände unterscheiden sich von den Seitengewänden nur dadurch, daß sie ringsum gut bearbeitet fein und den Anschlag für den Verschluss der beiden benachbarten Oeffnungen bieten müssen. Wo Säulen zur Theilung der Oeffnungen benutzt werden, finden wir sie deshalb auch gewöhnlich nicht vollrund bearbeitet, sondern nach innen mit einem im Grundrisse rechteckigen Theile verbunden (Fig. 929).

Fig. 929.



Bei nach antiker Weise gestalteten Fensteröffnungen sind die Mittelgewände gewöhnlich verhältnißmäfsig breit und haben in Folge dessen einen sicheren Stand. Bei den gothischen Fenstern, namentlich denen der mittleren und späteren Zeit, sind die Mittelpfoften dagegen schmal und sehr schlank und werden gegen seitliche Ausbiegung nur durch die für die Verglasung angebrachten Eisenstäbe gesichert. In der Tiefenrichtung fällt diese Verspannung weg; nur die Belastung durch das Maßwerk trägt zur Erhöhung der Standfestigkeit bei, so daß eine beträchtliche Stärke der Pfoften in dieser Richtung nothwendig ist. Die Querschnittsverhältnisse bewegen sich daher zwischen 1 : 2 und 1 : 4.

Die Mittelgewände und Mittelpfoften werden gewöhnlich aus langen, auf das Haupt gestellten Werkstücken hergestellt, deren lothrechter Stand bei den überflanken Kirchenfenstern der Spätgothik mit durchgehenden Eisenschienen gesichert werden mußte, bzw. durch Vermehrung der Maßwerksfläche und damit der Belastung der Pfoften oder durch Anordnung von steinernen Querverbindungen.

Solche steinerne Querverbindungen, Kämpfer oder Zwischenstürze kommen auch bei Fenstern von Profanbauten vor und geben bei Anordnung von Mittelgewänden die Fenster mit steinernen Kreuzstöcken. Ein einschlägiges Beispiel liefert Fig. 930⁸⁸¹⁾.

Der Zwischensturz hat nicht nur die Ueberdeckung der unteren Fensterabtheilung zu bieten, sondern muß zugleich als Sohlbank für die obere dienen und ist daher dieser letzteren Bestimmung entsprechend zu bilden. Er ist auch über dem Mittelgewände zu stoßen, um ihn gegen Zerbrechen zu schützen. Das Gleiche gilt übrigens auch für jeden wagrechten Sturz von gekuppelten Fenstern.

Bei letzteren erfolgt die Entlastung in der Regel durch einen über die ganze Oeffnung gespannten Bogen. Bei den gothischen Bogenfenstern erfüllt diesen Dienst der die Nischenlaibungen verbindende Bogen, der deshalb auch das Maßwerk nicht belasten darf. Um eine Bewegung des letzteren senkrecht zu seiner Ebene zu verhindern, läßt man dasselbe unter Wahrung der Entlastungsfuge mit einem vorspringenden, gewöhnlich abgerundeten Rücken in eine entsprechende Rinne des Bogens oder mit einer Feder in eine Nuth desselben eingreifen⁸⁸²⁾.

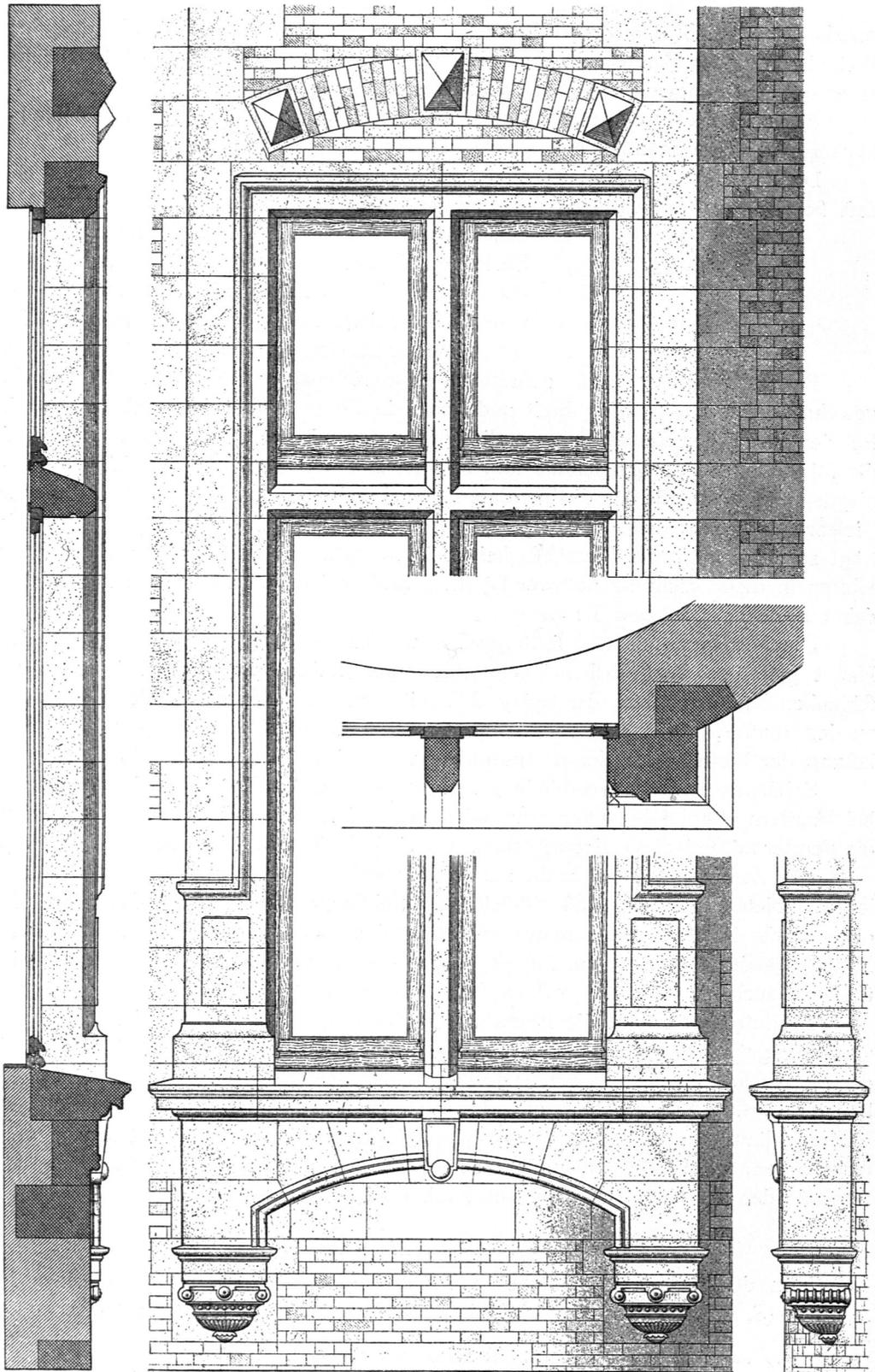
5) Fensternisse.

Von der Anlage der Nischen von Oeffnungen ist schon im Allgemeinen in Art. 421 (S. 490) die Rede gewesen, besonders von der Anordnung auf einer oder

⁸⁸¹⁾ Facf.-Repr. nach: BEYAERT, H. *Travaux d'architecture etc.* Brüssel. Taf. 29.

⁸⁸²⁾ Vergl. den vorhergehenden Band dieses »Handbuches«, Fig. 232, S. 80 (2. Aufl.: Fig. 232, S. 82).

Fig. 930.



Von der Nationalbank zu Antwerpen ⁸⁸¹).

$\frac{1}{30}$ n. Gr.

auf beiden Seiten der Oeffnung und von der rechtwinkeligen, bezw. schiefwinkeligen Stellung der lothrechten Theile der Nischenlaibung zur Mauerflucht.

Der Vortheil, den die schiefwinkelige Stellung der Laibung für den Lichteinfall den Fenstern gewährt, ist nur auf Kosten der einfachen und bequemen Ausführung, namentlich in Backstein, zu erkaufen⁸⁸³⁾. Bei Verwendung von Haufstein oder Bruchstein sind diese Schwierigkeiten zwar geringer; sie bleiben jedoch auch bei diesen für die Ueberwölbung der Nische bestehen, worauf noch zurückzukommen sein wird. Wo daher die Schrägstellung der Laibungen nicht im Wesen des Bauwerks begründet ist, wird man für gewöhnlich gut thun, von derselben abzusehen, zumal meistens die Vergrößerung des Lichteinfalles bis zu dem durch die Schrägstellung zu erreichenden Mafse leicht durch Verbreiterung der Oeffnung oder der rechtwinkelig gestalteten Nische zu erreichen ist.

Die Weite der Nische bestimmt sich durch die Lichtweite des Fensters und den Anschlag (vergl. Art. 423, S. 492) zu beiden Seiten des letzteren.

Für die Ueberdeckung der Fensternischen kommen die verschiedenen im vorigen Kapitel unter b besprochenen Constructionen in Frage. Für zu Wohnzwecken bestimmte Gebäude ist die wagrechte Ueberdeckung immer die angenehmste, auch bei Bogenfenstern. Darf kein Holz hierzu verwendet werden, so muß man zum schieftrechten Bogen, zu Eisentragern oder zu künstlichen Steinbalken greifen.

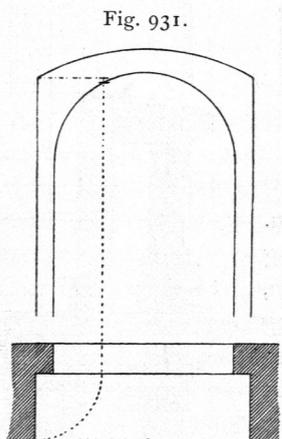
Die Entfernung der Sturz-Unterkante von der wagrechten Nischenüberdeckung ist mindestens der Anschlagsbreite am Gewände gleich zu machen. Dieses Maf ist, wie schon erwähnt wurde, bei Anwendung von Rouleaux bis zu 20 cm zu vergrößern, bei Rollläden um die Höhe des zur Aufnahme des Ladenballens bestimmten Rollkastens.

Der Durchmesser des Ladenballens von Holzrollläden⁸⁸⁴⁾ ist von der Höhe des Ladens und der Construction desselben abhängig. Bei 1,6 bis 3,0 m Höhe liegt er zwischen 0,21 bis 0,29 m. Der lichten Höhe des Kastens sind 4 cm etwa als Spielraum hinzuzufügen und für die Holzstärke 2,0 bis 2,5 cm zu rechnen.

Ist die Fensternische überwölbt, so muß die Rouleauxstange, bezw. der Rollladenballen unter dem Kämpfer des Bogens Platz finden, woraus sich eine sehr beträchtliche Constructionshöhe über dem Fenstersturz ergibt. Bei überwölbten Fensteröffnungen muß selbstredend der Scheitel des Fensterbogens um ein ausreichendes Stück unter dem Kämpfer des Nischenbogens liegen, wenn die erwähnten Verchlüffe sollen angebracht werden können. Hat man hierauf keine Rücksicht zu nehmen, so ist dieser Höhenunterschied so zu bemessen, daß die oberen Fensterflügel ganz geöffnet werden können.

Will man nicht herunterzuklappende, sondern seitwärts drehbare Fensterflügel haben, so bestimmt man die tiefstmögliche Lage des Kämpfers des Nischenbogens nach der in Fig. 931 angegebenen Weise. Man klappt im Grundrifs die Nischentiefe in die Ebene des Anschlages, lothet den gefundenen Punkt an den Aufrifs des Fensterbogens und legt den Nischenkämpfer um mindestens so viel höher, als der Flügelrahmen den Anschlag deckt (etwa 2 bis 3 cm).

Wegen der verschiedenen Bedingungen für die Lage von Fenster und Nischenbogen werden diese häufig, auch wenn sie concentrisch sein sollten, nicht zusammen in



⁸⁸³⁾ Bezügliche Verbandanordnungen finden sich ebendaf. in Art. 58, S. 53 (2. Aufl.: Art. 58, S. 54) mitgetheilt.

⁸⁸⁴⁾ Von C. Leins & Co. in Stuttgart.

Verband gewölbt werden können. Unzweckmäsig würde jedoch auch bei dazu geeigneter Lage das Zusammenwölben eines schiefechten Fensterbogens mit einem im Stichbogen auszuführenden Nischenbogen sein. Möglich und wünschenswerth ist dagegen oft das Zusammenwölben des Nischenbogens mit einem Entlastungsbogen über wagrechtem Sturz.

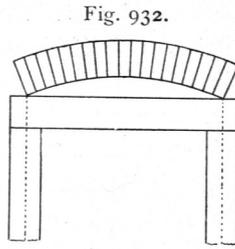


Fig. 932.

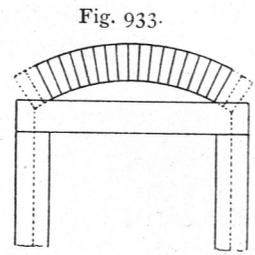
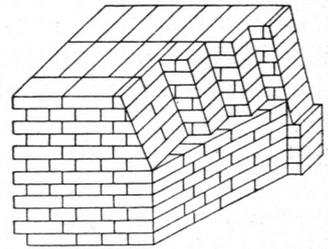


Fig. 933.

Am einfachsten ist dies zu erreichen, wenn man den Kämpfer beider Bogen in die Höhe der Sturzoberkante legen und beiden die gleiche Spannweite geben kann. Sie verschmelzen dann zu einem einzigen durch die ganze Mauerdicke hindurchgehenden Bogen (Fig. 932).

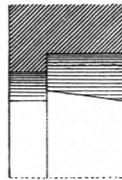
Soll der Kämpfer des Nischenbogens unter der Sturz-Oberkante liegen, so läßt sich mitunter das Zusammenwölben nach der in Fig. 933 angegebenen Weise ausführen, wobei darauf zu achten ist, den Stich des Bogens so zu wählen, daß die Spannweite des Entlastungsbogens nicht kleiner, als die Lichtweite des Fensters wird.

Die wagrechte Ueberdeckung von Nischen mit schräg zur Mauerflucht stehenden Laibungen verursacht keine Schwierigkeiten; diese sind jedoch für die Ueberwölbung vorhanden. Geringer sind dieselben bei Verwendung von Haufsteinen und Bruchsteinen, weil durch Bearbeitung derselben nach den Regeln des Steinschnittes sich die der Erweiterung der Nische entsprechenden kegelförmigen Wölbungen herstellen lassen⁸⁸⁵). Dagegen sind die Schwierigkeiten erheblicher bei der Ausführung in Backstein durch die Vermehrung der Zahl der Schichten von außen nach innen. Man kann sie in etwas durch Bildung des Widerlagers in Abfätzen mildern (Fig. 934⁸⁸⁶); Schwierigkeiten ergeben sich dabei aber immer durch die ungleiche Neigung der einzelnen Widerlagertheile. Dabei muß auch die Scheitellinie wagrecht angenommen werden, um zu großen Verhau zu vermeiden.

Fig. 934⁸⁸⁶.

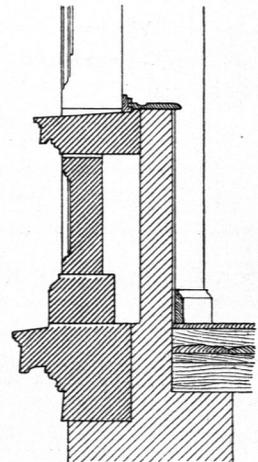
Will man im Bogen sich senkende Kämpferlinien zulassen, so kann man bei nicht zu starker Divergenz der Laibungen Bogen mit wagrechtem Scheitel anwenden, deren Spannweite gleich der größten Weite der Nische ist (Fig. 935).

Fig. 935.



Zur Begrenzung der Nischen gehören die Brüstungsmauern unter den Sohlbänken. Sie werden schwächer als die Fensterpfeiler gemacht, um das Hinauslegen zum geöffneten Fenster zu ermöglichen. Als geringste Dicke ist jedoch, wegen genügender Sicherung gegen die Witterungseinflüsse, das Maß von 25 cm anzusehen, wobei aber ein weiterer Schutz gegen zu rasche Abkühlung durch Anwendung einer Luftschicht oder eines gestemmten Brüstungs-Lambris (vergl. Art. 425, S. 493) zu bieten ist. Ist die Brüstungswand außen aus bearbeitetem Haufstein oder überhaupt aus natürlichen Steinen hergestellt, so verfährt man

Fig. 936.

 $\frac{1}{30}$ n. Gr.

435-
Brüstungs-
mauer.

⁸⁸⁵) Ueber dieselben, so wie die sog. Kernbogen siehe: RINGLEB, A. Lehrbuch des Steinschnitts u. f. w. Berlin 1844. — WEHRLE, J. Projektive Abhandlung über Steinschnitt u. f. w. Zürich 1871—74.

⁸⁸⁶) Nach: BREYMAN, G. A. Allgemeine Bau-Constructions-Lehre u. f. w. Theil I. 5. Aufl. Stuttgart 1881. S. 81.

oft so, daß man unter Wahrung einer Luftschicht vor die Sohlbank eine $\frac{1}{2}$ Stein starke Isolir-Wand setzt und diese zur Auflagerung des Fensterbrettes benutzt (Fig. 936).

b) Thüröffnungen.

Die Ein- und Durchgangsöffnungen der Gebäude nennt man Thüren; dagegen spricht man von Thoren, wenn diese Oeffnungen aufer zum Durchgehen auch zum Durchfahren bestimmt sind. Thüren und Thore unterscheiden sich daher durch die Größe und häufig durch das Verhältniß der Höhe zur Breite. Während die Thüren im Allgemeinen schlank sind und oft mehr als die doppelte Breite zur Höhe haben, zeigen die Thore oft ein gedrücktes Verhältniß, das durch ihre große Weite und die Geschoßhöhe bedingt ist.

436.
Allgemeines.

In der Construction unterscheiden sich die Thüren und Thore nur in wenigen Dingen von den Fensteröffnungen. Namentlich gilt dies von den Gewänden und Ueberdeckungen, welche aber wegen der größeren Abmessungen der ersteren und wegen der Erschütterungen, die sie durch die Bewegung der schweren Thürflügel erleiden, stärker, als bei letzteren gemacht werden müssen.

Auch bei den Thüren und Thoren muß auf die Anordnung eines Anschlages Rücksicht genommen werden, welcher meist mit 12 bis 15 cm ausreichend breit ist, wenn Futterahmen in Anwendung kommen, der aber auch anderenfalls in einem Falze bestehen kann. Thüren mit steinernen Einfassungen werden häufig in eine um die doppelte Anschlagbreite weitere Nische gestellt.

Gekuppelte Thüröffnungen kommen nur selten, eigentlich nur bei Thüren von Kirchen in mittelalterlichem Baustil vor; dagegen sind die Thüren oft der Höhe nach durch einen steinernen Zwischensturz getheilt, um ein Oberlicht zu gewinnen.

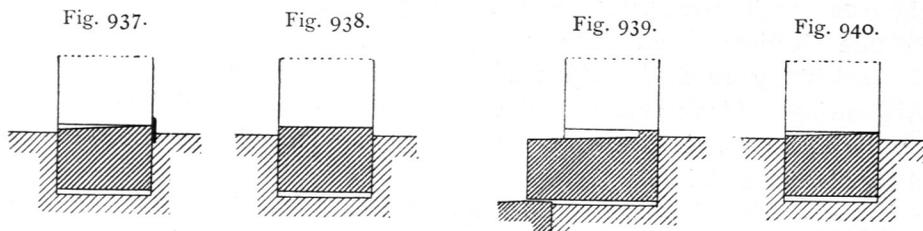
Constructions-Bedingungen für die Thürschwelle sind: feste und gegen Beanspruchung auf Biegung gesicherte Lage, Dauerhaftigkeit gegen Abnutzung und bei Thüren, die in das Freie führen, Sicherung des Wasserabflusses nach außen. Dazu tritt noch gewöhnlich die Forderung nach einem Anschlage für die untere Kante der Thürflügel.

437.
Schwelle.

Die feste Lage wird, wie bei den Fenstersohlbänken, dadurch erzielt, daß die Schwelle an ihren Enden durch die dort aufgestellten Gewände belastet wird; die Sicherung gegen Biegung erreicht man durch Anordnung einer Entlastungsfuge, den Wasserabfluß durch eine nach außen geneigte Oberfläche, welche das Anarbeiten von wagrechten Standfugen für die Gewände, wie bei den Fenstern, bedingt. Den Anschlag für die Unterkante der Thürflügel bietet eine Erhöhung der Schwelle um 1 bis 3 cm über den Fußboden des zu betretenden Raumes, oder bei Thüren in Umfassungswänden mit nach außen schlagenden Flügeln über den vor ihnen angebrachten Treppenflötzen. Nur um dieses Stück kommen die Seitenflächen der Thürschwelle zur Ansicht. Sie haben daher auch vor der äußeren Wandflucht keinen das unschädliche Wasserabtropfen befördernden Vorsprung mit Wassernase. Dieser kommt nur ausnahmsweise bei äußeren Thüren vor, welche keine zu ihnen führenden Treppen besitzen und z. B. zum Einbringen von Waaren in Niederlagsgebäuden dienen. Solche Thüren unterscheiden sich von den Fenstern nur dadurch, daß sie keine Brüstung unter sich haben und an der Bank keinen Falz für einen Futterahmen brauchen. Doch kann auch in diesem Falle eine nach oben vorspringende Leiste gegen das Einpeitschen des Regenwassers nützlich sein.

Ein Vorsprung der Schwelle mit äußerer Anichtsfläche derselben kann auch noch dann sich ergeben, wenn dieselbe zugleich als oberste Stufe der zu ihr emporführenden Treppe dient (Fig. 939).

Nach dem Gefagten würde die Schwelle einer nach außen führenden Thür den in Fig. 940 dargestellten Querschnitt zu erhalten haben; doch wird die Erhöhung zur Bildung des Thüranschlages mitunter nur durch eine Leiste, wie in Fig. 939, er-



zeugt, oder durch eine an der Innenseite angebrachte Eisenschiene (Fig. 937). Diese Erhöhung vermindert auch den Luftzug durch den unter dem Thürflügel unvermeidlichen Spalt und ist daher bei inneren Thüren ebenfalls erwünscht; doch ist alsdann deren Oberfläche wagrecht zu gestalten (Fig. 938).

Erhalten die Thürgewände zur Aufnahme der Thürflügel einen Falz, so ist derselbe auch an der Schwelle anzuordnen; doch giebt man ihm dann wohl nur die halbe Tiefe und legt ihn etwas über den Fußboden (Fig. 941).

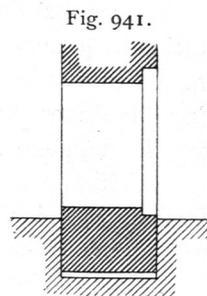
Die Thürschwelle sind der Abnutzung sehr stark unterworfen, weshalb man für sie nur harte und zähe Steine verwenden sollte. Bei stark begangenen Hausthüren macht man sie oft von Granit oder entsprechend dauerhaften Steinen, und in Ermangelung von solchen belegt man sie wohl mit Schwellbrettern von hartem Holze (Eichenholz) oder mit geriffelten Eisenplatten oder an den Kanten mit Eisenschienen oder Winkeleisen.

Da das Eisen aber glatt wird, sind diese Mittel weniger zu empfehlen, als das Belegen mit Holz, welches auch un schwer eine Erneuerung gestattet. Um das Auswechseln der Steinschwelle selbst zu ermöglichen, construirt man sie oft als Streifenbänke, welche aber keine ganz feste Lage erhalten (vergl. Art. 419, S. 489), jedoch bei guter Untermauerung gegen Bruch gesichert sind.

Müssen die Schwelle aus Backstein-Rollschichten hergestellt werden, so ist ein Belegen mit Schwellbrettern oder Eisen unbedingt erforderlich.

Erwähnung mag hier noch finden, daß bei Thüren mit tiefen Gewändelaubungen und mit in den letzteren untergebrachten Treppenstufen die Schwelle wohl ganz wegfällt (Fig. 942⁸⁸⁷) oder durch die oberste Treppenstufe ersetzt wird, dann also nicht so breit wird, wie das Gewände. Auch bei Thoren fallen oft die Schwelle ganz weg.

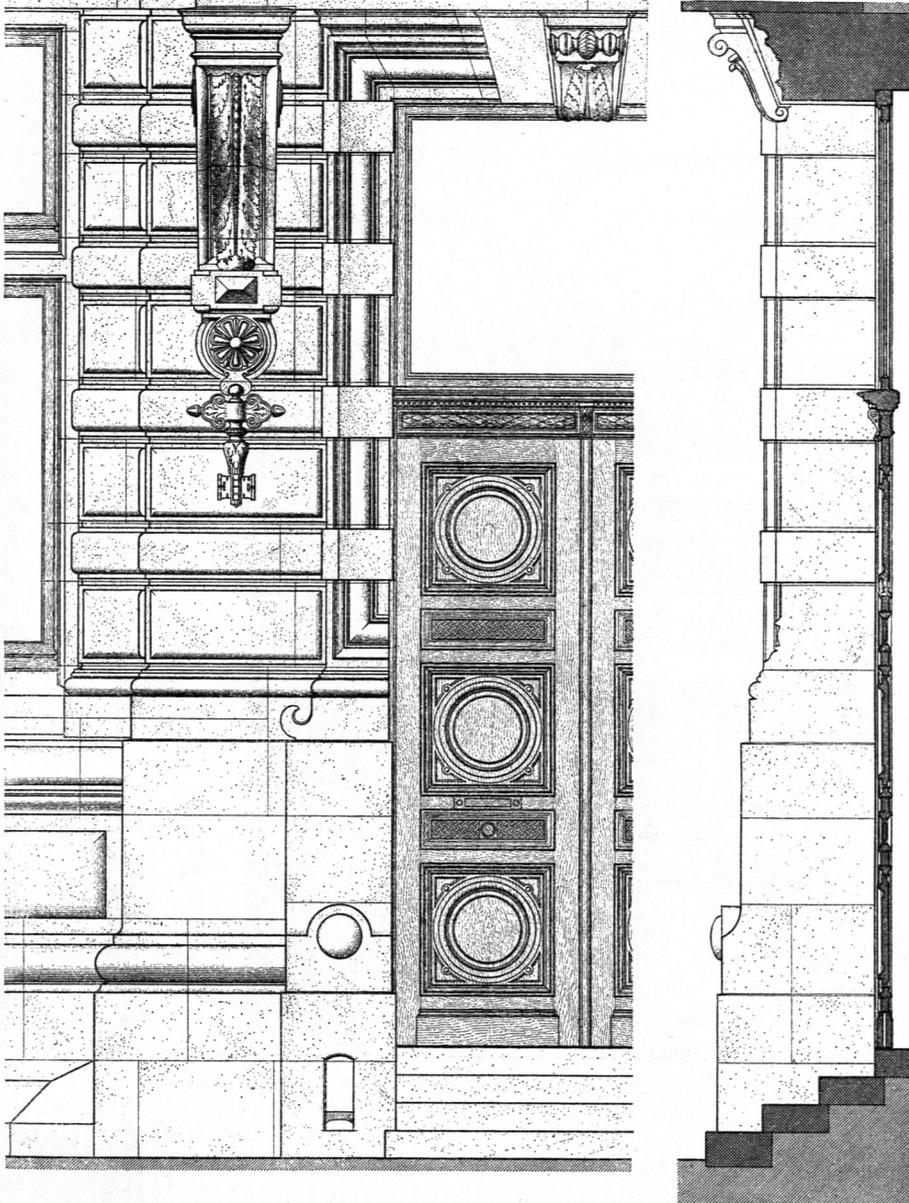
Bezüglich der Gewände ist hier anzuführen, daß sie entweder ohne oder mit angearbeitetem Falz für die Thürflügel hergestellt werden. Da im letzteren Falle, wo das Holz der Flügel unmittelbar auf Stein schlägt, kein dichter Schluß zu er-



⁸⁸⁷) Facf.-Repr. nach: BEYAERT, a. a. O., Taf. 18.

zielen ist, so ist die Anordnung ohne Falz vorzuziehen, bei welcher am Gewände ein Futterrahmen mit Steinschrauben befestigt wird und zur Bildung des Falzes dient.

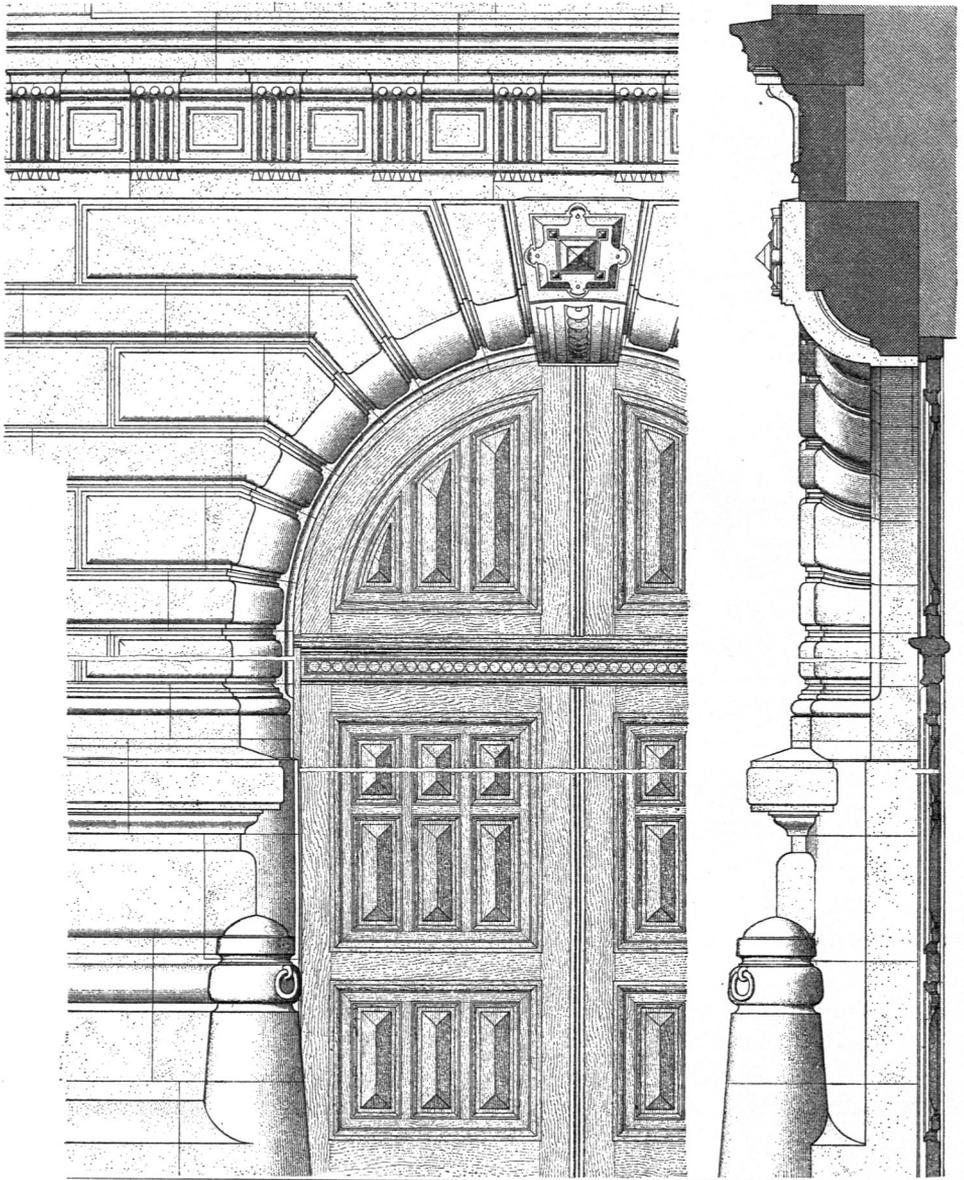
Fig. 942.

Thür der Nationalbank zu Antwerpen⁸⁸⁷).

1/40 n. Gr.

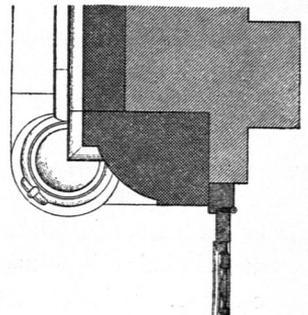
Bei Hausthüren tritt sehr häufig der Fall ein, daß deren Schwelle tiefer, als der Erdgeschofs-Fußboden liegt; zur Bildung der Gewände wird dann oft der Gebäudeockel mit hinzugezogen (vergl. Fig. 942). Das Gleiche gilt für die Thorgewände. Bei den letzteren ist eine Sicherung gegen Beschädigungen durch die

Fig. 943.

Thor der Nationalbank zu Antwerpen⁸⁸⁸⁾. $\frac{1}{40}$ n. Gr.

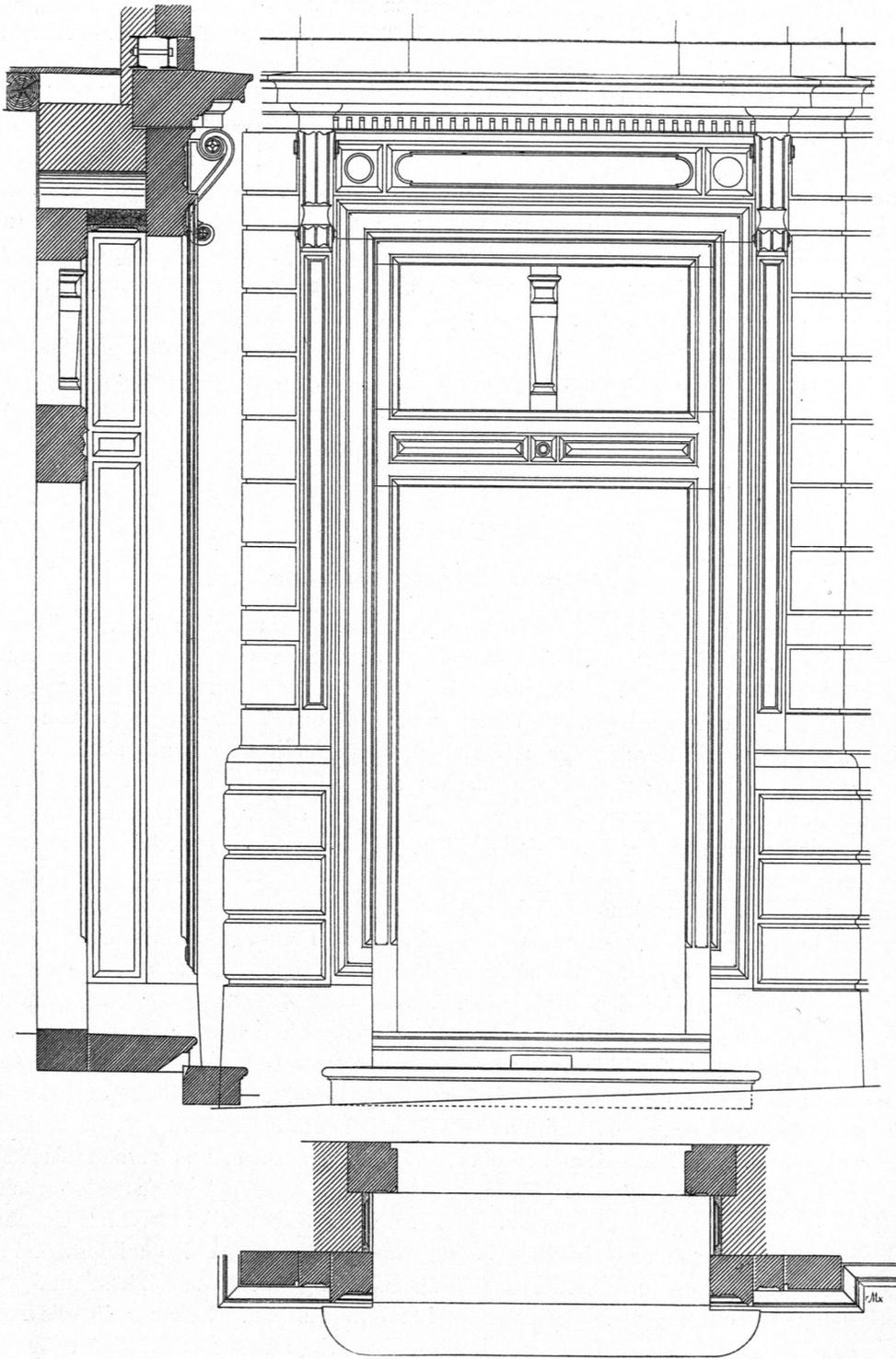
einfahrenden Wagen erforderlich, welche durch Abfaffung oder Abrundung der Ecken und durch Radabweifer von Stein (Fig. 943 u. 944⁸⁸⁸⁾ oder Eifen herbeigeführt wird.

Es ist schliesslich noch zu erwähnen, dass bei Hausthüren mitunter die Gestelle derselben in nach aussen sich öffnende Nischen gesetzt werden, um beim Oeffnen

Fig. 944⁸⁸⁸⁾.

⁸⁸⁸⁾ Nach ebendaf., Taf. 27.

Fig. 945.



$\frac{1}{40}$ n. Gr.

der Thürflügel etwas Schutz gegen Regen zu haben. Diese Nischen erhalten dann besondere Einfassungen (Fig. 945), und sie werden oft zur Unterbringung von Treppentritten benutzt. Erwünscht sind sie namentlich dann, wenn die Thürflügel nach außen schlagen sollen.

439.
Thüren
mit Oberlicht.

Die große Höhe, welche die Hausthüren nicht selten durch Einschneiden in den Gebäudeockel erhalten, macht häufig eine Höhentheilung erwünscht, wobei dann die obere Abtheilung eine sehr zweckmäßige Verwerthung als Oberlicht findet. Die Theilung kann zwar durch einen Holzkämpfer bewirkt werden, erfolgt aber wirksamer durch einen steinernen Kämpfer oder Zwischensturz (Fig. 945), welcher als Sturz der eigentlichen Thür und zugleich als Sohlbank für das Oberlichtfenster dient und daher in dem Wetter ausgesetzter Lage als solche, wie bei den der Höhe nach getheilten Fenstern (vergl. Art. 432, S. 501), ausgebildet werden muß.

Bei Bogenthüren hat die Anordnung eines Kämpfers noch den Vortheil, daß die Thürflügel selbst oben nicht bogenförmig begrenzt zu werden brauchen und daher auch keine Schwierigkeiten für die Ueberdeckung der Nische bereiten.

15. Kapitel.

Sonstige Wandöffnungen.

440.
Vor-
bemerkungen.

Während in Kap. 13 die Oeffnungen im Allgemeinen und in Kap. 14 die Besonderheiten von Fenster- und Thüröffnungen besprochen wurden, wäre hier kurz auf diejenigen Anordnungen einzugehen, bei welchen die Wandflächen in größerem Umfange von Oeffnungen durchbrochen werden und sich oft in ein System von Stützen auflösen, die durch wagrechte Balken oder durch Bogen mit einander verbunden sind. Es würden demnach hierher alle auf die eine oder andere Weise überdeckten, ein- und mehrgeschossigen Säulen- und Pfeilerreihen gehören. Da diese Stützen sich jedoch in der Construction nicht von denen der Gewölbe und anderen Decken unterscheiden und deren verbindende Ueberdeckungen in Kap. 13 besprochen worden sind, so können wir uns auf die Behandlung derjenigen Oeffnungen beschränken, die den besonderen Zweck haben, als Schaufenster zum Auslegen von Waaren, bezw. zur Erhellung von Verkaufs- und anderen städtischen Geschäftsräumen zu dienen.

441.
Anordnungen.

Die Oeffnungen für den angegebenen Zweck müssen zumeist sehr breit gemacht und daher gewöhnlich mit Eifen oder mit Hilfe von Eifen überspannt werden, wie auch zur Stützung dieser Träger in der Regel der Raumerparnis halber Eifen verwendet wird. Die unteren Stockwerke städtischer Geschäftshäuser bestehen daher in den Außenwänden häufig fast ganz aus Eifen und in Holz gefaßten Spiegelscheiben, während die zum Wohnen benutzten oberen Geschosse massive, von verhältnismäßig kleinen Fenstern durchbrochene Wände zeigen. Ganz wird sich diese widerspruchsvolle Erscheinung wegen der verschiedenartigen Benutzungszwecke der über einander folgenden Geschosse kaum vermeiden lassen. Immerhin läßt sie sich mildern, indem man die Verwendung des Steines zur Stützenbildung nicht ausschließt und die Wohngeschosse mit möglichst zahlreichen Fenstern versieht. Leichter ist die Aufgabe der Façadenbildung, wenn auch die oberen Stockwerke zu Geschäftsräumen mit großen Oeffnungen ausgenutzt werden. Doch ist auch in diesem Falle die theilweise Verwendung von Stein für das Aussehen unbedingt vortheilhaft. Man findet

deshalb bei derartigen Gebäuden die Façaden mitunter wenigstens in eine Reihe von steinernen Pfeilern zerlegt, deren Zwischenräume auf die ganze oder einen großen Theil der Höhe mit Eisen-Construction ausgefüllt sind.

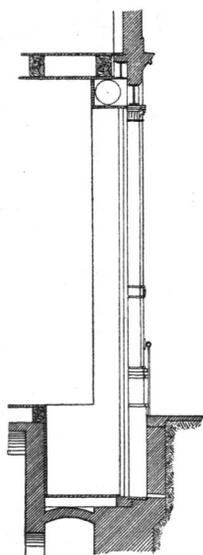
Ein Beispiel hierfür bieten die *Grands Magasins du Printemps* in Paris⁸⁸⁹). Dafs aber auch die Lösung der Aufgabe in sehr befriedigender Weise bei überwiegender Anwendung von Stein möglich ist, zeigen die Bauten der Gesellschaft »Werder'scher Markt« in Berlin⁸⁹⁰) und andere neue Geschäftshäuser.

Ganz besonders wird sich die vorzugsweise Verwendung von Stein an Stelle des Eisens empfehlen, wenn über Geschäftsräumen Wohnungen folgen.

Auf die Construction der Schaufensteröffnungen sind aufer den Abmessungen und Belastungen die Befestigung der Fensterrahmen und die Anordnung des Ladenverchlusses und der Sonnenblenden von Einflufs.

442.
Construction.

Fig. 946.



1/100 n. Gr.

Für den Fensterrahmen muß ein unterer Aufstand und ein seitlicher und oberer Anschlag geschaffen werden. Für den ersteren dient eine Sohlbank oder Schwelle, die aus Stein, Holz oder Eisen hergestellt werden kann. In der Regel wird Stein verwendet, und zwar zumeist dann, wenn die untere Begrenzung über dem Fußgängerweg liegt. Die Schwelle liegt dann entweder in einer Höhe mit derjenigen der Thür und erhebt sich nur sehr wenig über den Fußweg, in dessen Höhe Vorkehrungen für die Erhellung und Lüftung der Kellerräume getroffen werden müssen, oder sie wird durch den niedrig gehaltenen Gebäudefockel gebildet, in dem dann Kellerfenster angebracht werden können (Fig. 949⁸⁹¹). Eine Steinbank dürfte auch in der Regel angewendet werden, wenn das Schaufenster unter den Fußweg hinabreicht, und zwar entweder nur ein Stück (Fig. 946) oder um die ganze Kellergeschofshöhe. Der vor dem Fenster befindliche, nach außen durch eine Futtermauer abgeschlossene, oben offene Schacht muß entwässert werden; auch muß über demselben ein Schutzgeländer oder eine Abdeckung mit einem eisernen Rost vorhanden sein.

Holz oder Eisen ist zur Unterstützung des Fensterrahmens zu verwenden, wenn es sich um möglichste Raumerparnis handelt, wie in denjenigen Fällen, wo der Ladenverchluss in einer in den Keller hinabzufenkenden Eisentafel besteht (Fig. 947 u. 948⁸⁹²).

Die Beleuchtung des Kellers wird dabei durch eine in Fußweghöhe angebrachte wagrechte Glasplatte vermittelt und ist auch bei herabgelassenem Laden durch im oberen Theile des letzteren angebrachtes Gitterwerk gesichert. Bei dem gegebenen Beispiel ist die Unterbringung der als Sonnenblenden benutzten Marquisen berücksichtigt worden. In anderen Fällen wird die Rolle für dieselben wohl auch unter dem Sturz angeordnet oder an dieser Stelle innerhalb oder auferhalb des Fensters ein Brettchenvorhang angebracht.

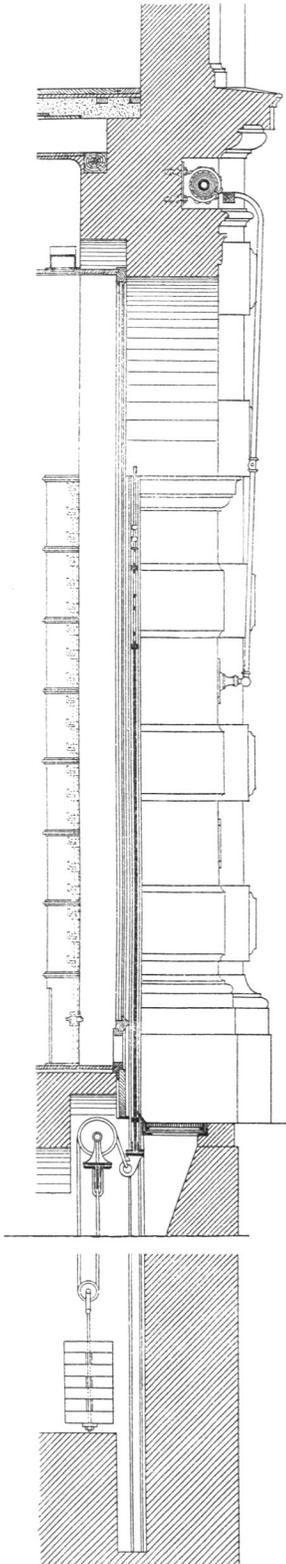
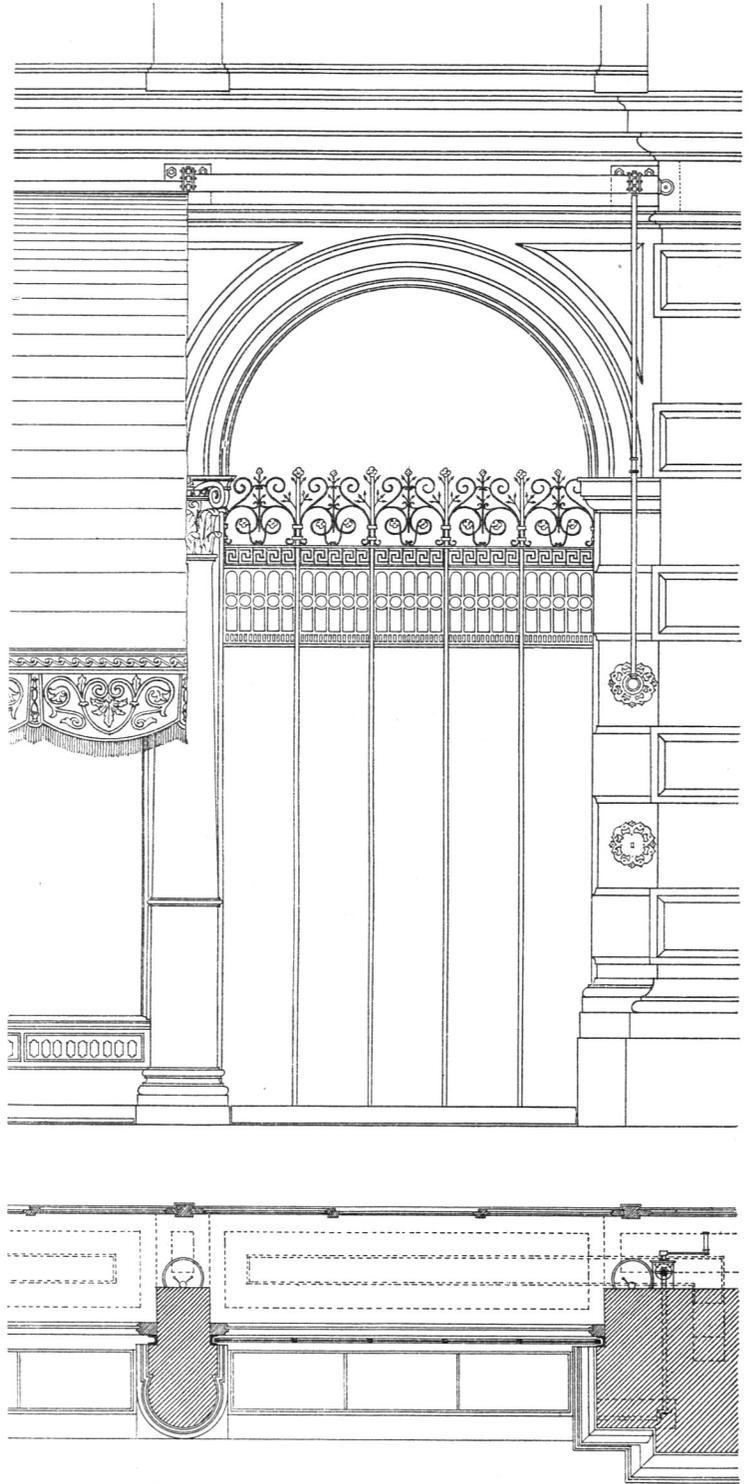
Der Anschlag für die Fensterrahmen an den seitlichen Begrenzungen der Oeffnungen wird möglichst knapp gehalten, um den Pfeilern und Zwischenstützen das für ihre Belastung geringste zulässige Maß geben und dadurch die Fensterfläche selbst möglichst ausdehnen zu können. Namentlich gilt dies für steinerne Stützen (vergl.

889) Veröffentlicht in: *Encyclopédie d'arch.* 1884 u. 1885.

890) Siehe: *Centralbl. d. Bauverw.* 1889, S. 81. — *Builder*, Bd.*60, S. 292.

891) Nach: SCHAROWSKY, C. *Musterbuch für Eisen-Constructionen.* Leipzig und Berlin. Theil I, 1888. S. 35 u. Fig. 4.

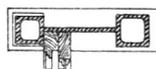
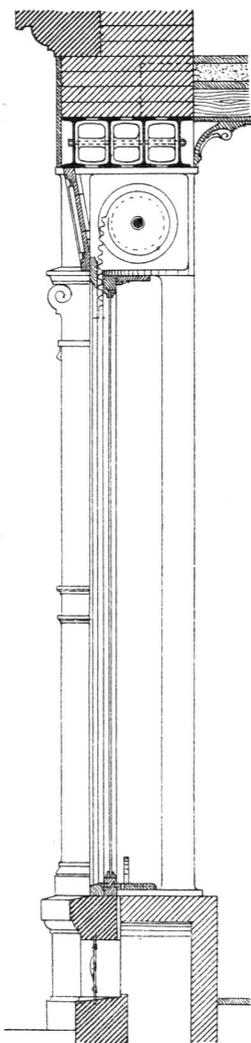
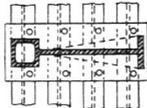
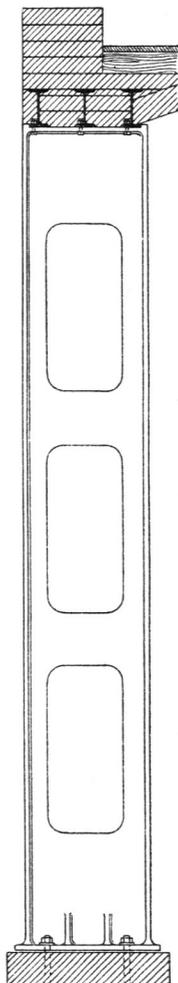
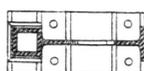
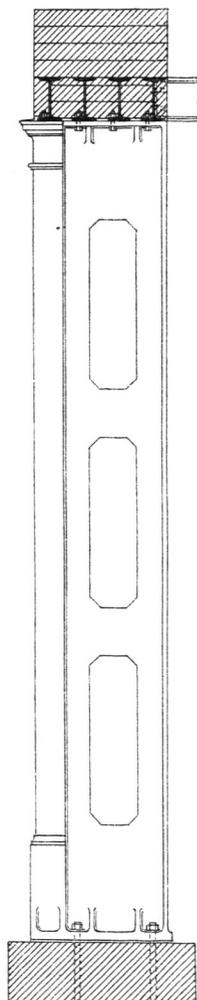
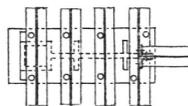
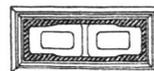
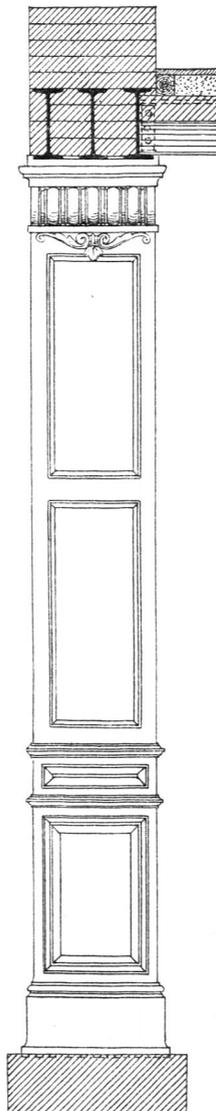
892) Nach: GUGITZ, G. *Neue und neueste Wiener Bauconstructionen etc.* Wien. Taf. 7.

Fig. 947⁸⁹²).Fig. 948⁸⁹²).

1/50 n. Gr.

Fig. 948), die an sich schon mehr Raum, als eiserne beanspruchen, obgleich man sie bei großer Belastung aus dem festesten Material, wie Granit, herzustellen pflegt.

Während für die äußersten seitlichen Begrenzungen meist Stein und nur ausnahmsweise zur Verstärkung derselben Eisen benutzt wird, kommt das letztere, als Guss- oder Schmiede-

Fig. 949⁸⁹¹).Fig. 950⁸⁹⁴).Fig. 951⁸⁹⁴).Fig. 952⁸⁹⁴).

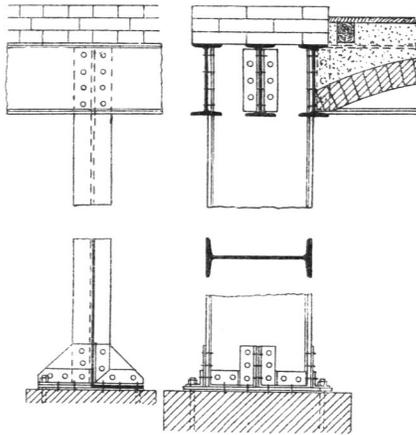
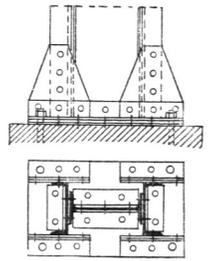
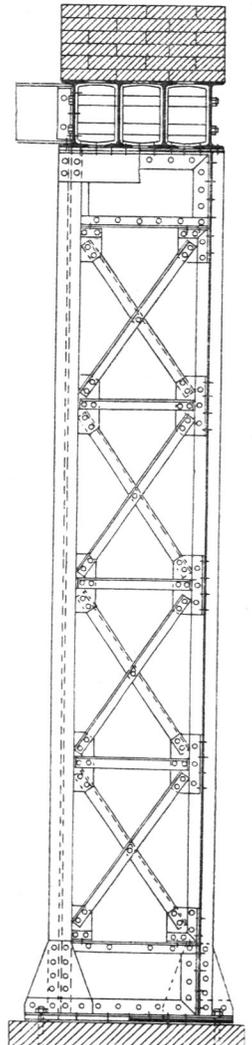
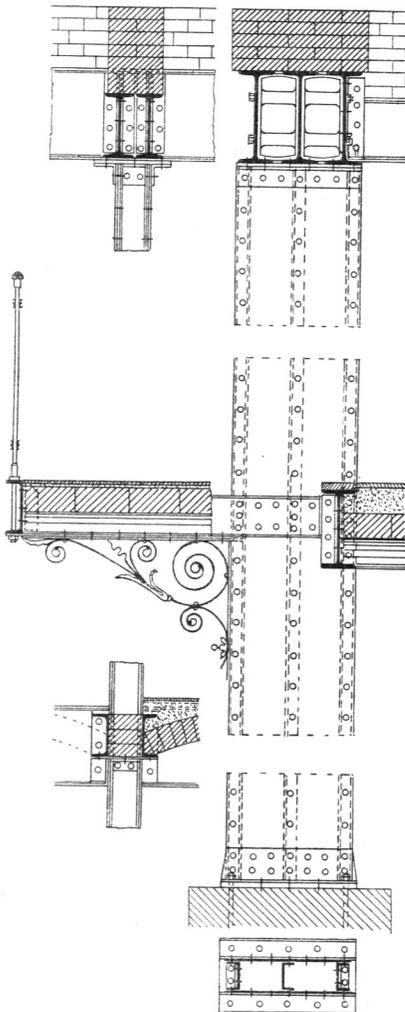
eisen, sehr häufig für die Herstellung der Zwischenstützen in Anwendung, weil es die Bildung von schmalen, den Lichtraum der Öffnungen wenig beengenden Stützen

begünstigt. Der Grundriß der selben liegt daher im Allgemeinen in einem Rechteck, dessen Länge durch die Mauerdicke bestimmt ist.

Die Frage, ob besser Guß- oder Schmiedeeisen zu wählen ist, die constructiven Bedingungen für die Formgebung, so wie die Berechnung der eiserne Freistützen wurden schon im vorhergehenden Bande (Abth. I, Abchn. 3, Kap. 6⁸⁹³) dieses »Handbuches« behandelt, so daß hier nur die üblichen Constructionsformen vorgeführt zu werden brauchen.

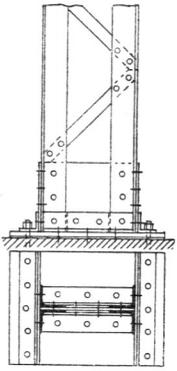
Das Gußeisen ist für die Zwischenstützen der bequemen Formgebung wegen immer noch sehr beliebt; doch zeigt man es unverhüllt in der Regel nur an den Außenseiten; die Laibungen und die Innenseiten werden gewöhnlich mit Holz verkleidet. Das Gleiche findet zumeist bei den schmiedeeisernen Stützen statt.

Einige für Gußeisen gebräuchliche Stützenformen sind in Fig. 949 bis 952⁸⁹⁴) dargestellt. Bei den zusammengesetzteren Formen (Fig. 949, 950 u. 951) wird die Zwischenwand gewöhnlich mit Durchbrechungen versehen.

Fig. 953⁸⁹⁴).Fig. 954⁸⁹⁴).Fig. 956⁸⁹⁴).Fig. 955⁸⁹⁴).

⁸⁹³) S. 184 u. ff.

⁸⁹⁴) Nach: SCHAROWSKY, C. Musterbuch für Eisen-Constructions. Leipzig und Berlin 1888.

Fig. 957⁸⁹⁴).

Die schmiedeeisernen Stützen bildet man entweder bei geringeren Mauerstärken aus einfachen I-Eisen (Fig. 953⁸⁹⁴), oder aus I-Eisen und C-Eisen (Fig. 954⁸⁹⁴), oder aus C-Eisen und Flacheisen (Fig. 955⁸⁹⁴), oder aus 2 I-Eisen, bzw. 2 Paar L-Eisen, die durch eine Gitterwand verbunden sind (Fig. 956 u. 957⁸⁹⁴). Recht beliebt scheinen die aus C-Eisen und Flacheisen zusammengesetzten Stützen zu sein.

Die Ueberdeckung der Oeffnungen hat die darüber folgenden Wände und oft die Decken zu tragen; außerdem dient sie zur Befestigung des oberen Theiles des Fensterrahmens und wird oft in der Gefammtanordnung durch die Einrichtung der Rollladenverchlüsse beeinflusst.

Wegen der Ueberdeckung mit Steinbalken und Bogen kann

hier auf das in den beiden vorhergehenden Kapiteln Gefagte verwiesen werden. Vorzugsweise werden aber in neuerer Zeit I-Eisenträger für diesen Zweck verwendet, worüber in Kap. 13 unter b, 4 (S. 487) auch schon Mittheilungen gemacht wurden.

Die für die Ausführung bequemste und daher bevorzugte Anordnung ist die, bei welcher alle bei der gegebenen Mauerdicke nöthigen I-Eisen in einer Höhe neben einander liegen. Der Kasten für den Ladenballen (siehe Art. 434, S. 503) muß dann unter ihnen angebracht und hinter einer äußeren, architektonisch durchzubildenden Verkleidung versteckt werden (vergl. Fig. 949, S. 513). Soll sich der Rollladenkasten ganz oder theilweise hinter dem Sturz befinden, so

sind die Träger in verschiedener Höhe zu legen (vergl. Fig. 946, S. 511). Es erfordert dies besondere Vorkehrungen an den Stützen. Manchmal ist auch nur ein Anschlag erwünscht.

Fig. 958⁸⁹⁵), 959 u. 960 zeigen Beispiele verschiedener Höhenlagerung der Träger und die dazu erforderlichen Einrichtungen an gußeisernen und schmiedeeisernen Stützen.

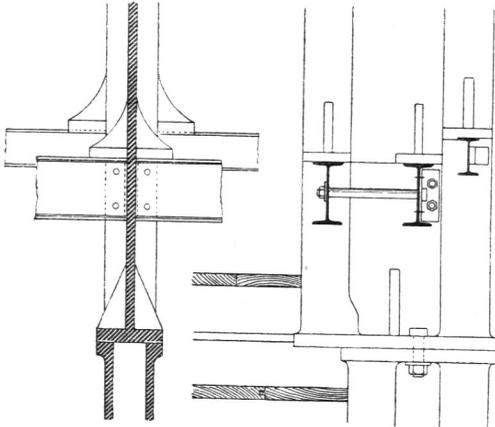
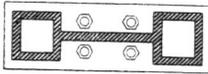
Fig. 958⁸⁹⁵).

Fig. 959.

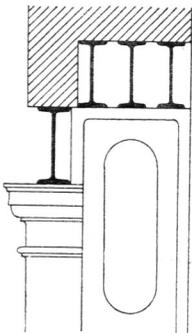
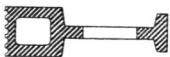
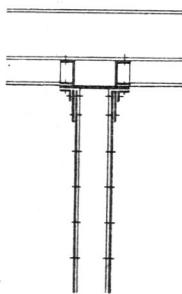
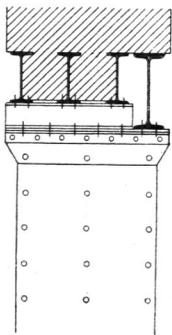


Fig. 960.



$\frac{1}{30}$ n. Gr.

⁸⁹⁵) Nach: BREYMANN, G. A. Allgemeine Bau-Constructions-Lehre u. f. w. Theil III. 5. Aufl. Leipzig 1890. Taf. 13.