



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente**

**Marx, Erwin**

**Stuttgart, 1901**

a) Steinverbände für Mauerwerke aus Backsteinen

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78727](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78727)

## 2. Kapitel.

## Steinverband.

Aus den Erörterungen des 1. Kapitels ergab sich die kurze, parallelepipedische Gestalt der Steine als die zweckmächtigste zur Herstellung eines regelrechten Steinverbandes. Hält man dann weiter fest, daß es Aufgabe des letzteren ist, die Steine innerhalb einer Schicht sowohl, als auch in Beziehung zu den benachbarten Schichten zweckmäßig zu einander zu ordnen, so leuchtet ein, daß bei einer bloß theoretischen Besprechung der Steinverbände die wirkliche Größe der Stücke nicht in Betracht zu kommen hätte, während das Verhältnis der drei Abmessungen eines parallelepipedischen Stückes zu einander eine große Rolle spielen muß. In der Bauausführung kommt aber die wirkliche Größe der Stücke für den Verband insofern in Betracht, als man bei Herstellung eines Mauerwerkes aus den größeren natürlichen Steinen mit einfacheren Anordnungen in der Regel ausreicht, während bei Anfertigung desselben Mauerwerkes aus kleineren Steinen die Verbandregeln in voller Ausdehnung zur Anwendung gelangen müssen. Ferner ist zu berücksichtigen, daß die größeren Stücke bereits durch ihr Eigengewicht eine gesicherte Lage bekommen, daß bei ihnen schon aus diesem Grunde eine weniger strenge Behandlung des Verbandes zulässiger erscheint, als bei kleinen Steinen, die selbst durch geringe Stöße aus ihrer Lage verrückt werden können. Es folgt hieraus, daß eine Erörterung der Verbände namentlich mit Rücksicht auf die kleinen Steine zu erfolgen hat. Für die Durchführung solcher Erörterungen empfehlen sich namentlich die künstlichen Steine, da für diese die Abmessungen und die Verhältnisse derselben untereinander ein für allemal festgestellt werden können, und zwar mit Rücksicht auf Ermöglichung eines regelrechten Verbandes, während für die natürlichen Steine die Abmessungen bei jedem Bau innerhalb gewisser, durch die Verhältnisse der Steinbrüche gegebenen Grenzen an den meisten Orten beliebig bestimmt werden.

Aus den angeführten Gründen scheint es zweckmäßig, an dem Verfahren früherer Lehrbücher festzuhalten und die Steinverbände zunächst für die noch immer am häufigsten verwendeten Backsteine zu besprechen.

## a) Steinverbände für Mauerwerke aus Backsteinen.

Um einen regelrechten Mauerverband herstellen zu können, ist es notwendig, daß man die Backsteine nach allen drei zu einander senkrechten Richtungen aneinander schieben kann, ohne daß sich irgend welche störende Vorsprünge ergeben. Dies ist möglich, wenn im allgemeinen die Länge  $l$  des Steines gleich ist der doppelten Breite  $b$  und die Breite gleich der doppelten Dicke  $h$ , wenn also zwischen den Abmessungen die Proportion

$$h : b : l = 1 : 2 : 4$$

besteht. Auch bei sorgfältiger Herstellung sind aber kleine Maßunterschiede zwischen den Steinen eines und desselben Brandes, ebenso wie kleine Unebenheiten gewöhnlich nicht zu vermeiden; ferner müssen die Backsteine mit einem Mörtel vermauert werden, so daß also zwischen den einzelnen Steinen ein Zwischenraum, die Fugendicke (6 bis 15 mm), die wir mit  $f$  bezeichnen wollen, sich ergibt, was bei der Bemessung der Steine zu berücksichtigen ist. Aus Fig. 5 u. 6, worin die Lagen,

20.  
Allgemeines21.  
Abmessungen  
der  
Backsteine.



in welchen die Mauersteine zu einander gelegt werden können, dargestellt sind, ergeben sich dann folgende Beziehungen:

$$l = 2b + f = 4h + 3f;$$

$$b = 2h + f = \frac{l - f}{2};$$

$$h = \frac{b - f}{2} = \frac{l - 3f}{4}.$$

Das Format der Backsteine ist durch diese Beziehungen genau bestimmt, wenn man eine immer einzuhaltende Fugendicke und eine der drei Abmessungen feststellt. Zu letzterer eignet sich am besten die Dicke  $h$  der Steine, weil diese ein gewisses Maß nicht überschreiten darf, sobald die Steine beim Brennen eine durchweg gute Beschaffenheit erhalten sollen. Der »Deutsche Verein für Fabrikation von Ziegeln, Thonwaren, Kalk und Zement« hat <sup>14)</sup> als größtes Maß in dieser Beziehung 65 mm bezeichnet. Nimmt man eine Fugendicke von 10 mm an, so ergeben sich dann nach obigen Formeln für diese Dicke die Maße

$$h = 65 \text{ mm}, \quad b = 140 \text{ mm} \quad \text{und} \quad l = 290 \text{ mm}.$$

Es sind dies die Maße des neuen österreichischen Normal-Ziegelformates <sup>15)</sup>.

Dieses österreichische Format ist also in Rücksicht auf den Verband ein theoretisch ganz richtiges, erscheint aber aus hier nicht weiter zu erörternden Gründen als ziemlich groß. Im Gebiete des ehemaligen Norddeutschen Bundes hielt man ein kleineres Format für zweckmäßiger und bestimmte daselbe zu

$$h = 65 \text{ mm}, \quad b = 120 \text{ mm} \quad \text{und} \quad l = 250 \text{ mm},$$

unter Zugrundelegung einer Stosfugendicke von 10 mm. Die Mehrzahl der deutschen Regierungen hat dieses deutsche Normal-Ziegelformat <sup>16)</sup> für die Staatsbauten vorgeschrieben; auch hat es sich im Privatbau sehr viel Eingang verschafft, obgleich immer noch andere Formate (ein kleineres teilweise in Norddeutschland, ein größeres in Bayern) angewendet werden.

Bei diesem deutschen Normal-Ziegelformat ist die Länge gleich der Summe von doppelter Breite und einer Fugenstärke, während die zu diesem Format nach obigen Formeln zugehörige Steindicke anstatt 65 mm nur 55 mm betragen dürfte.

Diese Unrichtigkeit des Formates macht sich geltend, wenn die sog. Rollschichten mit Flachschichten in Verband treten sollen. Unter einer Rollschicht versteht man eine solche Schicht, deren Höhe gleich der Ziegelbreite ist und bei welcher die Steine mit ihrer Länge senkrecht zur Mauerflucht liegen (Fig. 7). Flachschichten sind dagegen solche Schichten, in denen die Steine auf einer Breitseite, und zwar als Läufer oder Binder, liegen. Der Formatfehler zeigt sich darin, daß zwei flach übereinander gelegte Steine mit einer Lagerfuge zwischen sich die Rollschicht um 20 mm überragen müssen, was namentlich im Backsteinrohbau unangenehm werden kann, in welchem bei der Bildung von Sockelmauern und Gefimfen häufig der Fall eintritt, daß Rollschichten mit Flachschichten in Verband zu treten haben.

<sup>14)</sup> In der Generalversammlung zu Berlin am 8. u. 9. Februar 1869.

<sup>15)</sup> Beschluß des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1874.

<sup>16)</sup> Zuerst vorgeschlagen vom erwähnten »Deutschen Verein für Fabrikation von Ziegeln, Thonwaren etc.«.

Fig. 5.

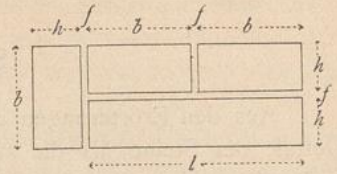


Fig. 6.

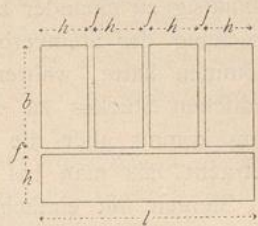
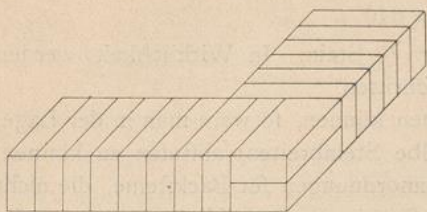




Fig. 7.



Man hat aber die sich so ergebenden Uebelstände anderen Gründen gegenüber nicht erheblich genug erachtet, um das Format anders festzusetzen<sup>17)</sup>.

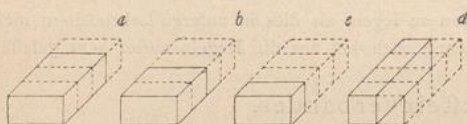
Bei Mauerwerk aus Flachschichten ist keine Notwendigkeit vorhanden, die Dicke der Lagerfugen gleich jener der Stosfugen zu halten. Für die gewöhnlichen Mauersteine (ordinäre Backsteine) ist eine Lagerfuge von

10 mm Dicke etwas wenig; nimmt man dieselbe zu ca. 12 mm an, so erreicht man den Vorteil, daß auf 1 m Höhe eine bestimmte Anzahl von Schichten, nämlich 13 solcher kommen<sup>18)</sup>.

Um regelrechte Verbände bilden zu können, genügen die ganzen Steine nicht allein; sondern es sind noch Stücke derselben notwendig, die durch Halbteilung und Viertelung gebildet werden. Die Bezeichnung für diese Steinteile ist in den einzelnen Gegenden Deutschlands etwas verschieden. Es soll hier die folgende Bezeichnungsweise, welche als die am wenigsten zu Verwechslungen Anlaß gebende erscheint, festgehalten werden:

1) ein Stück von der vollen Steinbreite und drei Viertel der Länge = Drei-  
quartier (Dreiviertelstein, Fig. 8 a);

Fig. 8.



2) ein Stück von der vollen Stein-  
breite und zwei Viertel der Länge =  
Zwei-  
quartier (halber Stein, Fig. 8 b);

3) ein Stück von der vollen Stein-  
breite und ein Viertel der Länge = Quar-  
tier (Einquartier, Fig. 8 c<sup>19)</sup>;

4) ein Stück von der ganzen Seitenlänge und halber Breite = Längs-  
quartier (langes Quartier, Riemchen, Riemstück, Riemenstein, Fig. 8 d<sup>20)</sup>.

Diese Stücke müssen leider gewöhnlich durch Behauen und Spalten der ganzen Steine hergestellt werden, wodurch sich viel Bruch ergibt; außerdem leidet hierbei durch die starken Erschütterungen die Festigkeit des Materiales. Die Maschinensteine lassen sich häufig gar nicht in regelmässige Stücke zerfchlagen. Deswegen wäre es zweckmässig, wenn die Ziegeleien solche Teilstücke, wenigstens Drei-  
quartiere, geformt auf Lager halten würden.

Um nicht unnützen Verhau zu bekommen, macht man die Mauerstärken immer als ein Vielfaches der Steinbreiten und benennt sie dem entsprechend. Man spricht von  $\frac{1}{2}$  Stein, 1 Stein,  $1\frac{1}{2}$  Stein, 2 Stein etc. starken Mauern.

Unter Zugrundelegung des deutschen Normal-Ziegelformates und einer Dicke der Zwischenfugen von 10 mm ergeben sich dann folgende Mauerstärken:

$\frac{1}{2}$ Stein starke Mauer	=	120 mm	dick,
1 » » »	=	250 »	»
$1\frac{1}{2}$ » » »	=	380 »	»

<sup>17)</sup> Genaueres über Feststellung eines guten Backsteinformates und über die Bestimmung des deutschen Normalformates siehe in: Deutsche Bauz. 1869, S. 146, 257, 269, 281.

<sup>18)</sup> Ueber die daraus sich ergebende einfache Massenberechnung siehe: Deutsche Bauz. 1869, S. 630.

<sup>19)</sup> Die Bezeichnung Quartier wird auch für kleinere Stücke verwendet.

<sup>20)</sup> Ein Längsquartier wird häufig auch Kopfstück benannt; doch dürfte es zweckmässig sein, diese Bezeichnung zu vermeiden, da dieselbe auch für die Zwei-  
quartiere zur Verwendung kommt.



$$2 \text{ Stein starke Mauer} = 510 \text{ mm dick,}$$

$$2\frac{1}{2} \text{ » » » } = 640 \text{ » » »}$$

etc., also stets eine Zunahme von 130 mm für  $\frac{1}{2}$  Stein. In Wirklichkeit werden diese Mauerstärken allerdings gewöhnlich überschritten.

Würde man geformte Dreiquartiere beziehen können, so wäre man in der Lage, die Mauerstärken auch um  $\frac{1}{4}$  Steinlängen (halbe Steinbreiten) abstufen zu können.

23.  
Regeln für den  
Verband.

Es gibt eine ziemliche Zahl von Verbandanordnungen für Backsteine, die nicht alle gleichen Wert besitzen. Als Hauptregeln für einen guten Verband mögen die folgenden angeführt werden; sie entsprechen teils den theoretischen Erörterungen des 1. Kapitels; teils sind sie fachlichen Rücksichten entsprungen:

1) Stosfugen dürfen in aufeinander folgenden Schichten sich nur kreuzen, aber nie aufeinander treffen; es muß immer eine Ueberbindung der Steine von mindestens  $\frac{1}{4}$  Steinlänge ( $\frac{1}{2}$  Steinbreite) stattfinden. Ein Verband wird im allgemeinen um so besser sein, je weniger Stosfugen einer Mauer in eine lotrechte Ebene fallen.

2) Im Inneren der Mauer sind wo möglich nur Binder zu verwenden, damit der Tiefe nach eine Ueberbindung der Steine um  $\frac{1}{2}$  Steinlänge (1 Steinbreite) sich ergibt.

3) Eine Mauer muß möglichst viele ganze Steine enthalten; Steinteile dürfen nur zur Einrichtung der Verbandordnung Verwendung finden.

Die Lehre von den Steinverbänden ist am meisten in Deutschland ausgebildet worden; in England und Frankreich finden sich zwar dieselben Verbände; man scheint aber in diesen Ländern nicht denselben Wert auf eine theoretisch richtige Durchbildung derselben zu legen, als dies in unseren Lehrbüchern meist geschieht. In der Anwendung werden aber häufig genug auch bei uns die Regeln außer acht gelassen.

#### 1) Arten des Backsteinverbandes.

24.  
Äußere  
Erscheinung.

Wenn auch die Anwendung der verschiedenen Verbände zum Teile von der Mauerstärke abhängig ist und bei Verwendung eines und desselben Verbandes für verschiedene Mauerstärken sich besondere Regeln aufstellen lassen, so bieten dieselben doch schon in der äußeren Ansicht der mit ihnen hergestellten Mauern kennzeichnende Eigentümlichkeiten, die in der verschiedenen Anordnung der Binder und Läufer in den Schichten und in der Anordnung der Schichten zu einander zum Ausdruck kommen. Hiernach sollen die verschiedenen Verbände zunächst übersichtlich zusammenge stellt werden.

Eine massive Mauer zeigt äußerlich:

α) Nur Läufer in allen Schichten (Fig. 9<sup>21</sup>) — Schornsteinverband; derselbe wird nur bei  $\frac{1}{2}$  Stein starken Mauern verwendet; man könnte ihn auch Läuferverband nennen.

β) Nur Binderköpfe in allen Schichten (Fig. 10). Es wird dieser Verband mitunter Kopfverband oder Streckerverband genannt; da aber die Bezeichnungen Kopf und Strecker (siehe Art. 19 u. 22) in verschiedenem Sinne verwendet werden, so ist es vielleicht besser, den Namen Binderverband zu gebrauchen.

γ) Wechsel von Läufer- und Binderschichten:

ℵ) regelmäßiger Wechsel in allen Schichten:

a) die Läufer immer lotrecht übereinander (Fig. 11) — Blockverband;

<sup>21</sup>) Sämtliche Backsteinverbände sind im Maßstabe 1 m = 3 cm dargestellt.





b) die Läufer in einer Schicht um die andere um  $\frac{1}{2}$  Steinlänge verschoben (Fig. 12) — Kreuzverband;

β) auf 1 Binderfchicht 2, 3 oder mehr Läuferfchichten folgend (Fig. 13) —

englischer Verband. Nach *Rankine* wird der in Fig. 13 dargestellte Verband, bei dem auf 1 Binderfchicht 2 Läuferfchichten folgen, in England für gewöhnliche Fälle als der beste gehalten.

δ) Läufer und Binder in allen Schichten (Fig. 14) — polnifcher oder gotifcher Verband (in England flämifcher Verband genannt).

ε) Binderfchichten wechfeln mit Schichten, in welchen Läufer und Binder vorkommen (Fig. 15) — holländifcher Verband.

Bei allen diesen Verbänden liegen die Steine fenkrecht zur Mauerflucht. Für fehr starke Mauern würde noch ein Verband hier anzuführen fein, der äußerlich das Block- oder Kreuzverbandmuster zeigt, im Innern aber fich kreuzende Schräglagen von Steinen aufweist. Es ift dies der fog. Strom- oder Festungsverband. Außerdem ift der figurirte Verband zu erwähnen, deffen Anordnung fehr verfchieden fein kann und mehr mit Rückficht auf Zierwirkung, als richtige Konftruktion getroffen wird.

Wir gehen nun zur Befprechung der einzelnen Verbände für verfchiedene Mauerftärken und der lotrechten Endigungen der Mauern über.

Beim Läufer- oder Schornfteinverband ergibt die Steinbreite die Mauerdicke, und der regelrechte Verband ift einfach durch Verfchiebung der Steine in einer Schicht um die andere um  $\frac{1}{2}$  Steinlänge zu erzielen. In jeder Schicht find nur Läufer vorhanden, die einander um das größtmögliche Stück, nämlich um  $\frac{1}{2}$  Steinlänge überbinden. Die lotrechte Endigung der Mauer befchafft man in einfachfter Weife durch Anordnung von Zweiquartieren an einem Ende derfelben, und wenn die Länge der Mauer einer Anzahl von ganzen Steinlängen entfpricht, an den beiden Enden in der zweiten, vierten, fechften etc. Schicht

Fig. 16.



25.  
Läuferverband.



(Fig. 16). Durch die Zweiquartiere wird der Verband eingerichtet. Ist die Länge der Mauer gleich einer Anzahl ganzer Steine zuzüglich  $\frac{1}{2}$  Stein, so kommen die Zweiquartiere an den Enden in verschiedene Schichten zu liegen, während bei Mauerlängen, die eine Anzahl ganzer Steine zuzüglich  $\frac{1}{4}$  oder  $\frac{3}{4}$  Steinlänge messen, zur Endigung derselben auf einer Seite abwechselnd Quartiere und Dreiquartiere erforderlich werden.

Die unvollendete Endigung der Mauer auf der rechten Seite in Fig. 16 nennt man eine Verzahnung, die auf der linken Seite eine Abtreppung.

26.  
Binderverband.

Fig. 18 zeigt die Anwendung des Binderverbandes auf eine 1 Stein starke Mauer, die üblichste Anwendung desselben. Alle Stosfugen laufen durch die Mauer hindurch, die nur aus ganzen Steinen gebildet wird, die aber alle nur um  $\frac{1}{4}$  Steinlänge sich überbinden, worin die Schwäche dieses Verbandes liegt. Auf der linken Seite der Figur sind Abtreppung und Verzahnung ersichtlich, während die rechte Seite den lotrechten Abchluss der Mauer zeigt, und zwar mit Zuhilfenahme von 2 als Läufer angeordneten Dreiquartieren in einer Schicht um die andere. Es ist diese Anordnung von Dreiquartieren jedenfalls besser, als die Verwendung der zerbrech-

Fig. 17.

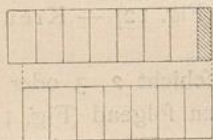


Fig. 18.

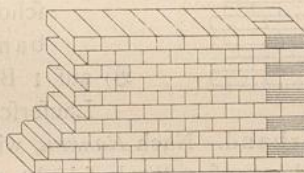
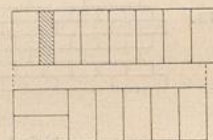


Fig. 19.



lichen Längsquartiere zu demselben Zwecke, die auf zweierlei Weise erfolgen kann, wie Fig. 17 u. 19 ausweisen. Die Längsquartiere werden entweder an das Ende jeder Schicht gelegt, wo aber diese langen und schmalen Stücke leicht aus der Mauer herausgestoßen werden können, oder sie werden besser hinter die ersten Binder gelegt, wobei dann in der folgenden Schicht zwei ganze Steine als Läufer erforderlich werden. Die Längsquartiere werden von den Maurern gern durch kleine Bruchstücke ersetzt, was zu Ungunsten derselben hier noch anzuführen ist. Da nun außerdem die Anwendung der Dreiquartiere, als der größeren Stücke, der Benutzung der Längsquartiere auf Grund der allgemeinen Gefetze für die Verbände vorzuziehen ist, so soll künftighin von der letzteren nur noch ausnahmsweise die Rede sein.

Für Zwecke des Festungsbaues kommt vorschrittmäßig der Binderverband auch bei stärkeren Mauern hie und da zur Anwendung (Fig. 20), jedenfalls in dem Gedanken, daß eine Mauer dem feindlichen Feuer größeren und längeren Widerstand entgegenzusetzen werde, wenn die Front aus möglichst viel großen Stücken zusammengesetzt ist, daß die einzelnen

Fig. 20.



Steine dem auftreffenden Geschoß besser die kurze Seite, als die lange bieten und daß bei einer solchen Anordnung, infolge der kurzen Ueberbindung der Steine nach der Seite hin, die Wirkung des Schusses auf möglichst kurze Strecken eingeschränkt werde. Will man diese Vorteile ganz erreichen, so dürfen in der Front zur Herstellung des Verbandes mit dem Inneren

Fig. 21.



Fig. 22.

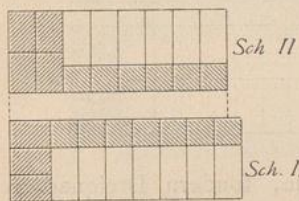


<sup>23)</sup> Siehe: HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw. 1872, S. 131.



Auf die Verwendung dieses Verbandes zur Verblendung von Mauern kommen wir im nächst folgenden Hefte (Abt. III, Abfchn. 1, A) dieses »Handbuches« zu sprechen. Er ist für den Backsteinrohbau von besonderer Wichtigkeit. Doch verdient dieser Verband wegen seiner Einfachheit und Bequemlichkeit auch sonst in geeigneten Fällen, namentlich bei im Ziegelbau ungeübten Maurern, öftere Verwendung.

Fig. 23.



Stärkere als 1 Stein dicke Mauern (für den gewöhnlichen Hochbau) können allerdings nur mit Hilfe von Zweiquartieren (als Beispiel ist der Verband für eine  $1\frac{1}{2}$  Stein starke Mauer in Fig. 23 beigefügt) hergestellt werden, die entweder durch Halbeilung der ganzen Steine oder durch besondere Bestellung in den Ziegeleien zu beschaffen sind. In dieser Notwendigkeit, halbe Steine verwenden zu müssen, liegt der Grund dafür, warum dieser Verband für stärkere

Mauern nicht oft zur Verwendung gelangt. Es liegt sehr nahe, zwei nebeneinander liegende halbe Steine durch einen ganzen zu ersetzen, und man wird so ganz von selbst auf den Block- und den Kreuzverband geführt, die sich nur äußerlich vom Binderverband unterscheiden.

Der Blockverband kann für die verschiedensten Mauerstärken verwendet werden. Es folgt bei ihm auf eine Binderschicht immer eine Läuferföschicht, deren Stofsfugen gegen die der ersteren um  $\frac{1}{4}$  Steinlänge verschoben sind. Die Stofsfugen der

27.  
Blockverband.

Fig. 24.

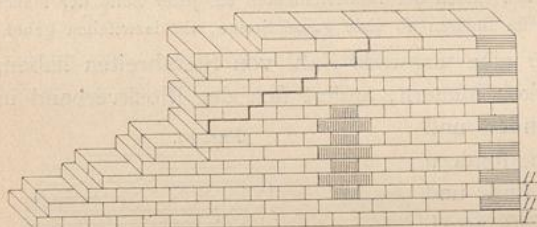
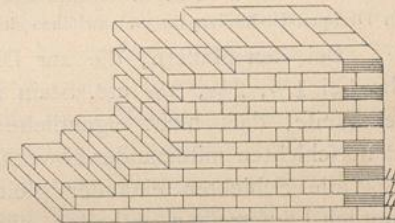


Fig. 25.



Läuferföschichten liegen lotrecht übereinander. In Fig. 24 ist eine 1 Stein starke Mauer im Blockverband dargestellt, links mit Abtreppung und Verzahnung, rechts mit der lotrechten Endigung.

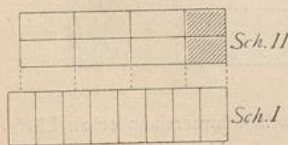
Die Abtreppung zeigt ungleich breite Stufen, wechselnd in den Breiten von  $\frac{1}{4}$  Stein und  $\frac{3}{4}$  Stein. Die Verzahnung weist gleichmäösig  $\frac{1}{4}$  Stein tiefe Lücken auf.

Die lotrechte Endigung ist durch Einlegen von 2 Dreiquartieren an den Enden der Läuferföschichten erzielt (Fig. 27). Das Ansichtsmuster ist schraffiert angegeben (Fig. 24). Die lotrechte Endigung kann auch durch Einlegen von Längsquartieren hinter den ersten Bindern der Binderschichten hergestellt werden (Fig. 26); indessen ist die Verwendung von Dreiquartieren aus den früher angegebenen Gründen vorzuziehen.

Fig. 26.



Fig. 27.



Bei der 2 Stein starken Mauer (Fig. 25 u. 28) sind beide Aufsenseiten gleich denen der 1 Stein starken Mauer gebildet. In den Binderschichten liegen zwei Reihen Binder hintereinander und bilden so die Mauerdicke; die Stofsfugen der Binder treffen aufeinander; sie gehen in einer Linie durch die Mauer hindurch: sie schneiden sich. In den Läuferföschichten liegen nur Läufer an den Aufsenseiten der Mauer; der Zwischenraum zwischen denselben wird durch eine Reihe Binder ausgefüllt, die so gelegt



find, daß die im Mauerhaupt sichtbar werden- den Stosfugen auch in dieser Schicht durch die Mauer hindurchgehen und die Binder dieser Schicht gegen die der vorhergehenden um  $\frac{1}{4}$  Steinlänge verschoben sind.

Die lotrechte Endigung der Mauer wird so hergestellt, daß in den Läufer-schichten vier Dreiquartiere hintereinander liegen, in dieser Weise die Mauerdicke ergeben und den Verband einrichten. In den Binderschichten sind die beiden ersten Binder jeder Seite nicht ganze Steine, sondern Dreiquartiere, zwischen denen dann ein ganzer Stein den Rest der Mauerdicke ausfüllt, so daß auch an dieser Stelle keine Stosfuge lotrecht durch mehrere Schichten durchgeht.

In ganz ähnlicher Weise gestaltet sich der Blockverband für die 3 Stein, 4 Stein etc. starken Mauern oder für alle diejenigen, deren Dicke einer Anzahl von ganzen Steinen oder einer geraden Anzahl von Steinbreiten entspricht. Alle in den Außen-seiten sichtbaren Stosfugen gehen durch die Mauer hindurch; in den Binderschichten liegen so viele Binder hintereinander, als die Mauerdicke verlangt, und im Inneren der Läufer-schichten ebenso viele Binder weniger einem. Die lotrechte Mauerendigung wird dadurch erzielt, daß am Ende der Läufer-schichten so viele Dreiquartiere, als die Mauerdicke Steinbreiten enthält, hinter-einander als Läufer zu liegen kommen und an den Enden der Binderschichten auf jeder Seite der Mauer ein Dreiquartier-Binderpaar und zwischen diesen im Inneren so viele ganze Steine, als dazwischen gehen.

Bei den Mauern, die zur Dicke eine ungerade Zahl von Steinbreiten haben, also bei  $1\frac{1}{2}$ ,  $2\frac{1}{2}$ ,  $3\frac{1}{2}$  etc. Stein starken Mauern, ändert sich der Blockverband in der Weise, daß nicht eigentliche Binder- und Läufer-schichten miteinander abwechseln, sondern daß alle Schichten einander gleich sind und sämtlich Läuferreihen enthalten, nur diese regel-mäßig abwechselnd auf entgegengesetzten Seiten der Mauer. Bloß die in den Läuferreihen sichtbar werdenden Stosfugen gehen durch die ganze Mauerdicke hindurch. Es schneiden sich also nicht alle Fugen. Fig. 29 gibt als Beispiel eine  $1\frac{1}{2}$  Stein starke Mauer.

Ganz ebenso werden die stärkeren Mauern gebildet, nur daß einer Läuferbreite genügend viele hintereinander liegende Binderreihen hinzuzufügen sind.

Die lotrechte Endigung der  $1\frac{1}{2}$  Stein starken Mauer ist in Fig. 31 dargestellt. In der Schicht I geben zwei hintereinander liegende Dreiquartier-Binderpaare die Mauerstärke, in der Schicht II drei als Läufer hintereinander liegende Dreiquartiere.

Fig. 28.

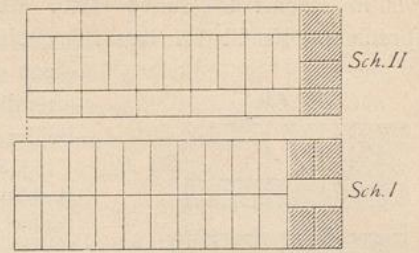


Fig. 29.

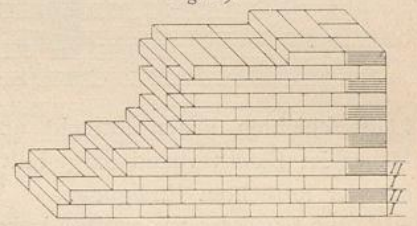
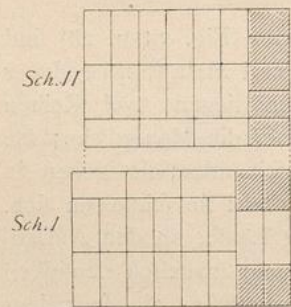
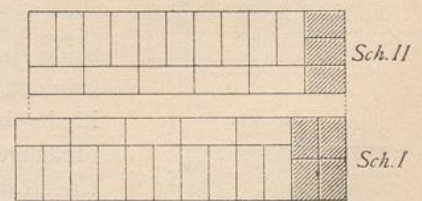


Fig. 30.



Ganz ähnlich ist es bei den stärkeren Mauern, wie das Beispiel einer  $2\frac{1}{2}$  Stein starken Mauer (Fig. 30) zeigt. In den Schichten I treten zwischen die Dreiquartier-Binderpaare genügend viele Binderpaare von ganzen Steinen; die Schichten II zeigen dagegen so viele Dreiquartiere, als die Mauer Steinbreiten zur Dicke hat, hintereinander als Läufer. Es gelten also für die lotrechte Endigung der Mauern von einer Dicke,

Fig. 31.





die einer ungeraden Zahl von Steinbreiten entspricht, genau dieselben Regeln wie für Mauern, die eine gerade Zahl von Steinbreiten zur Dicke haben.

Hat man geformte Dreiquartiere zur Verfügung, so lassen sich mit deren Hilfe, wie schon früher angeführt worden, auch  $1\frac{1}{4}$ ,  $1\frac{3}{4}$  Stein starke Mauern herstellen.

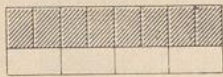


Fig. 32.

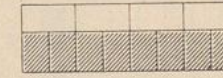
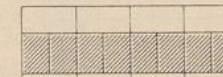


Fig. 33.



Neben stehend werden in Fig. 32 und 33<sup>23)</sup> zwei dergleichen Beispiele gegeben; die Mauerenden lassen sich für diese Mauerstärken nicht ganz regelrecht herstellen.

Beim Kreuzverband wechseln, wie beim Blockverband, regelmäßig Läuferfichten und Binderfichten miteinander ab, deren Stosfugen gegenseitig um  $\frac{1}{4}$  Steinlängen verschoben sind; außerdem sind aber die Läuferreihen abwechselnd um  $\frac{1}{2}$  Steinlänge gegeneinander verschoben, so daß die Stosfugen einer Läuferreihe auf die Mitten der Läufer der nächst darauf folgenden und nächst darunter liegenden Läuferficht treffen (siehe die 1 Stein starke Mauer in Fig. 34 u. 35). Es wird dies erreicht durch Einschaltung eines Binders bei der 1 Stein

28.  
Kreuzverband.

starken Mauer vor dem Ende der vierten Schicht (natürlich einer Läuferficht). Zur Anlage des Kreuzverbandes einer 1 Stein starken Mauer sind also immer drei verschiedene Schichten notwendig; die Binderfichten I und III sind immer einander

gleich; die Läuferfichten II und IV wechseln regelmäßig miteinander ab. Sonst ist die Anlage der Schichten und der Endabschluss, wie beim Blockverband.

Fig. 34.

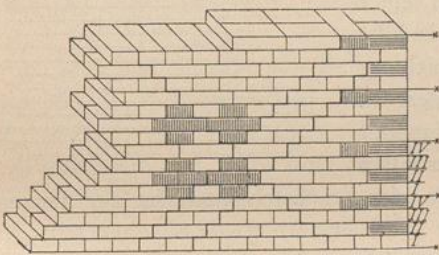
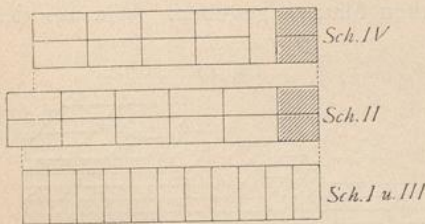


Fig. 35.



Als äußere Merkmale des Kreuzverbandes ergeben sich die abgeforderten Kreuze des Verbandmusters (durch Schraffierung in Fig. 34 angedeutet), ferner die gleichmäßige Abtreppung (beim Blockverband in ungleichen Stufen) und doppelt abgestufte Lücken in der Verzahnung (beim Blockverband einfach abgestufte Lücken). Die Abtreppung läßt sich so viele Male nach beiden Richtungen in der Maueransicht zeichnen, als ganze Läufer in einer Schicht liegen.

Auch bei den stärkeren Mauern, deren Dicke einer geraden Anzahl von Steinbreiten entspricht, ist die Verbandanlage der ersten drei Schichten genau wie beim Blockverband; nur jede vierte Schicht zeigt die Einschaltung von Zweiquartieren in den Läuferreihen vor den am Ende liegenden Dreiquartieren, um das Kreuzverbandmuster herzustellen. Als Beispiel sind in Fig. 36 die zur Herstellung einer 2 Stein starken Mauer notwendigen Schichten gegeben.

Etwas anders ist es bei den Mauern, die in ihrer Dicke eine ungerade Anzahl von Steinbreiten enthalten. Bei diesen sind nur die ersten beiden Schichten gleich denen des Blockverbandes; die beiden folgenden enthalten in den Läuferreihen ein Zweiquartier vor den Dreiquartieren am Ende der Mauer. Dann beginnt die Schichten-

<sup>23)</sup> Nach: GOTTGETREU, R. Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen. I. Teil. Berlin 1880. S. 48.



Fig. 36.

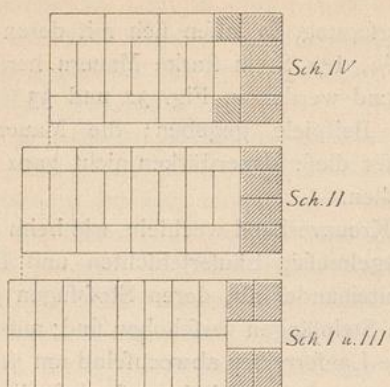
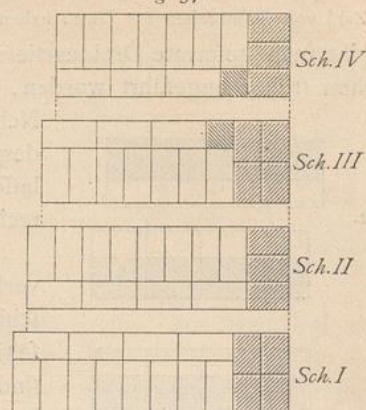


Fig. 37.

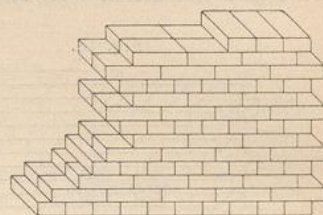


folge von neuem. Es sind also in diesen Fällen (als Beispiel ist in Fig. 37 eine  $1\frac{1}{2}$  Stein starke Mauer gegeben) vier verschiedene Schichten notwendig, und zwar damit das Kreuzverbandmuster auf beiden Seiten der Mauer sich ergibt.

29.  
Englischer  
Verband.

Nach *Rankine* besteht der englische Verband darin, daß man wiederkehrend ganz aus Läufern oder Bindern zusammengesetzte Schichten legt. Er begreift also den Block- und Kreuzverband von 1 Stein starken Mauern in sich, bei welchen der Wechsel regelmäßig in allen Schichten erfolgt. Manchmal kommt er aber auch so vor, daß auf eine Binder-schicht mehrere Läufer-schichten folgen. Fig. 38 zeigt eine 1 Stein starke Mauer, bei welcher nach einer Binderschicht zwei Läufer-schichten kommen. Es läßt dieses Beispiel, wie alle ähnlichen, eine Abweichung von der bei allen regelrechten Ziegelverbänden zu befolgenden Regel erkennen, daß in übereinander liegenden Schichten keine Stoszfugen aufeinander fallen dürfen. Hier treffen die gedeckten Stoszfugen der Läufer-schichten in der ganzen Länge der Mauer aufeinander.

Fig. 38.



30.  
Polnischer  
Verband.

Der polnische oder gotische Verband kennzeichnet sich dadurch, daß in allen Schichten Läufer und Binder im Mauerhaupt sichtbar werden. In Fig. 39 u. 40 sind Beispiele von 1 Stein und  $1\frac{1}{2}$  Stein starken Mauern gegeben. Wie aus den-

Fig. 39.

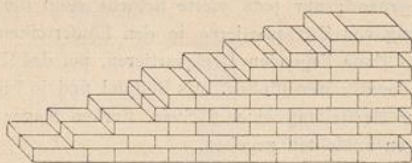
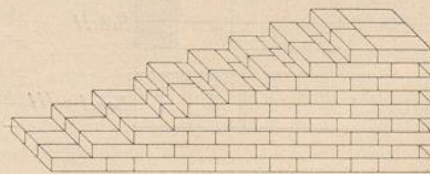


Fig. 40.



selben hervorgeht, leidet dieser Verband an demselben Fehler, wie der eben vorher beschriebene englische. Es treffen nämlich die gedeckten Stoszfugen in den übereinander liegenden Schichten, hier allerdings nur teilweise, dafür aber in der ganzen Höhe der Mauer durchgehend, aufeinander. Bei der  $1\frac{1}{2}$  Stein starken Mauer kommt noch hinzu, daß die Binder aus zwei hintereinander liegenden Dreiquartieren



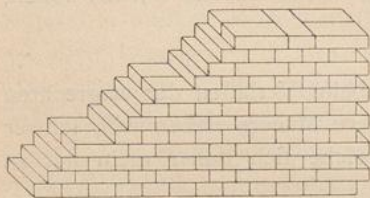
bestehen, die also die unter ihnen liegenden Läufer nur um  $\frac{1}{4}$  Steinlänge überbinden, während beim Block- und Kreuzverband der Tiefe der Mauer nach immer um  $\frac{1}{2}$  Steinlänge überbunden wird. Die Verwendung von so vielen Dreiquartieren widerspricht zudem dem Grundsatz, das möglichst viele ganze Steine zum Mauerverband benutzt werden sollen. Hat man nicht geformte Dreiquartiere, so wird durch den starken Verhau die Ausführung auch kostspielig. Man sieht hiernach, das dieser Verband für massive Backsteinmauern nicht empfohlen werden kann; dagegen wird sich später ergeben, das er bei Verblendungen und hohlen Mauern recht wohl verwendbar ist. Er wird dann aber häufig dahin verändert, das zwischen die Binder mehrere Läufer gelegt werden.

In England, wo dieser Verband, wie angedeutet, den Namen flämischer Verband führt, wird er des hübschen Musters wegen häufig zur Anwendung gebracht.

Die Verzahnung ist bei diesem Verband dieselbe, wie beim Kreuzverband, nämlich gleichmäßig mit  $\frac{1}{4}$  Stein tiefen Lücken; die Abtreppung ist ebenfalls gleichmäßig, aber mit  $\frac{3}{4}$  Stein breiten Stufen.

Beim holländischen Verband wechseln Binderschichten mit Schichten ab, in welchen Läufer und Binder zur Ansicht kommen. Dadurch wird der Fehler des polnischen Verbandes (Aufeinandertreffen von Stoßfugen) vermieden, wie dies die in Fig. 41 dargestellte 1 Stein starke Mauer zeigt. Bei der  $1\frac{1}{2}$  Stein starken Mauer wird aber hier der Verbrauch an Dreiquartieren noch bedeutender, als beim polnischen Verband.

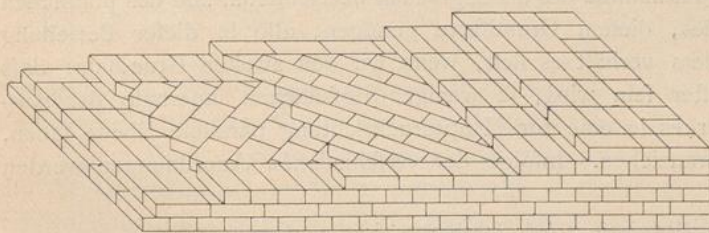
Fig. 41.



Die Verzahnung ist gleichmäßig mit einfachen,  $\frac{1}{4}$  Stein tiefen Lücken; die Abtreppung zeigt den regelmäßigen wiederkehrenden Wechsel von drei aufeinander folgenden,  $\frac{1}{4}$  Stein breiten Stufen mit einer  $\frac{3}{4}$  Stein breiten.

Der fog. Strom- oder Festungsverband ist nur für sehr starke Mauern anwendbar, wie deren im eigentlichen Hochbau, außer bei Gründungen, selten vorkommen. Er gelangt besonders beim Wasser- und Festungsbau zur Verwendung, auch für Stützmauern, und ist in dem Bestreben erfunden worden, eine möglichst große Verwechslung oder verschiedenartige Lage der Stoßfugen innerhalb des Mauerkörpers zu erhalten. Zu diesem Zwecke hat man auf zwei gewöhnliche Schichten des Kreuz- oder Blockverbandes mehrere Schichten von sich kreuzenden Schräglagen (Stromlagen, Schmieglagen, Kreuzlagen, Diagonalschichten) folgen lassen,

Fig. 42.



Schichten stattfindet (Fig. 42). Die Schräglagen bilden mit den Mauerfluchten Winkel von 45 Grad oder besser 60 Grad; äußerlich sind sie mit dem Block- oder Kreuzverband zugehörigen Steinreihen verkleidet. Der Anschluß an die letzteren erfolgt mit spitzwinkligen Stücken, die wohl zweckmäßigerweise als Formsteine (nach Heusinger v. Waldegg Klampziegel oder Spitzsteine genannt) bezogen werden.

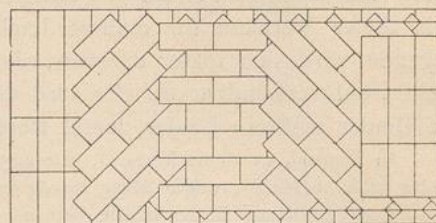
31.  
Holländischer  
Verband.

32.  
Stromverband.



Für abgetreppte Grundmauern in diesem Verbande kann man der Verkleidungsschichten und der Vollendung der Schrägschichten mit Formsteinen entbehren. Es folgt auf eine gerade Schicht nur eine Schrägschicht (Fig. 43), dann wieder eine gerade Schicht und auf diese eine Schrägschicht in einer der ersten entgegengesetzten Richtung. Die geraden Schichten werden immer um eine halbe Steinlänge schmaler<sup>24)</sup>. Sie können abwechselnd aus lauter Bindern oder aus lauter Läufern zusammengesetzt werden.

Fig. 43.



33-  
Figurierter  
Verband.

Die figurierten Verbände werden gewählt, um mit ihnen Wandflächen zu verzieren. Es kann dies entweder so geschehen, dafs man:

α) die beschriebenen oder annähernd nach den Regeln derselben gebildeten Verbände nach ihrem Muster oder sich aus denselben ergebenden Motiven in verschiedenfarbigen Steinen ausführt, oder dafs man

β) beliebige neue Muster erfindet, deren Fugenlinien zierend wirken sollen, oder dafs man

γ) beide Verfahren verbindet.

Die Ausführungsweisen unter β geben häufig beim Verlassen der wagrechten Schichtung Anordnungen, die sich, sobald man stärkere Mauern haben will, schwer mit einer Hintermauerung verbinden lassen, und welche sich daher mehr nur zu schwachen Ausmauerungen von Fachwerken eignen.

Zu den in figurierten Verbänden ausgeführten Mauern gehören auch die durchbrochenen.

Da die figurierten Verbände sich in außerordentlicher Mannigfaltigkeit bilden lassen und dieselben mehr dem Gebiete der Formenlehre angehören, so würde hier das Vorführen von Beispielen nicht angebracht sein. Es dürfte genügen, unten<sup>25)</sup> auf einige hauptsächlich in Betracht kommende Werke zu verweisen.

34-  
Vergleich der  
verschiedenen  
Verbände.

Vergleichen wir die Verbände mit Rücksicht auf den im 1. Kapitel aufgestellten ersten Hauptgrundsatz für alle Steinverbände: dafs nämlich in zwei aufeinander folgenden Schichten keine Stofsflächen aufeinander treffen dürfen, so ergibt sich, dafs alle Verbände, mit Ausnahme des als englischen bezeichneten und des polnischen oder gotischen Verbandes, diesem Grundsatze genügen, also in dieser Beziehung gleichwertig sind. Anders verhält es sich, wenn wir den zweiten Grundsatz: dafs ein Verband um so fester sein wird, je weniger Stofsflächen innerhalb der Ausdehnung eines Mauerwerkes in eine zur Hauptdruckrichtung parallele Ebene fallen, mit zum Vergleiche heranziehen. Infolge der verschiedenen Anordnungen werden

24) Siehe: MÜLLER, H. Die Maurerkunst. 3. Aufl. Leipzig 1879. S. 87.

25) FLEISCHINGER, A. F. & W. A. BECKER. Systematische Darstellung der im Gebiete der Landbaukunst vorkommenden Constructions etc. Abt. I: Die Mauerwerks- oder Stein-Constructions. Berlin 1859.

ADLER, F. Mittelalterliche Backsteinbauwerke des preussischen Staates. Berlin 1859.

GRÜNER, L. *Terracotta architecture of North Italy (12.-16. cent.)*. London 1867.

DEGEN, L. Der Ziegelrohbau. München 1859-65.

BETHKE, H. Decorativer Ziegelbau ohne Mörtelputz. Stuttgart 1877.

CHABAT, P. *La brique et la terre cuite*. Paris 1881.

LACROUX, J. *La brique ordinaire*. Paris 1883-84.

GOTTLÖB, F. Formenlehre der norddeutschen Backsteingothik. Leipzig 1900.



sich die Verbände für die verschiedenen möglichen Druckrichtungen verschieden schätzen lassen. Die Hauptdruckrichtungen können entweder in eine zur Mauerflucht parallele oder in eine zu derselben rechtwinkelige, auf den Lagerfugenflächen senkrecht stehende Ebene fallen. Fälle, bei denen die Drücke in schräg zur Mauerichtung stehenden Ebenen liegen, lassen sich durch Kräftezerlegung auf jene beiden anderen Fälle zurückführen. Da wir hier nur die gewöhnliche wagrechte Lagerung der Schichten in Betracht ziehen wollen, so sind jene Druckrichtungsebenen lotrechte. Die lotrechte Richtung des Druckes gehört beiden Druckrichtungsebenen gemeinschaftlich an; sie hat uns daher zunächst zu beschäftigen.

Aus der Betrachtung der Verbände ergibt sich, daß für die lotrechte Druckrichtung der vorteilhafteste Verband der Strom- oder Festungsverband und nach diesem der Kreuzverband sein muß, weil bei diesen die Lage der Stosfugen am meisten wechselt. Der erstere kann bei Hochbauten zu selten angewendet werden, so daß also für diesen Fall der Kreuzverband obenan steht. Ihm würde der englische Verband gleich kommen, wenn er nicht den schon besprochenen, hier gerade sehr wesentlichen Fehler hätte.

Drücke, die in der Längen- oder Querrichtung auf ein Mauerwerk wirken, werden die Zugfestigkeit der Schichten in Anspruch nehmen. Diese ist um so größer, je weniger Stosfugen die Druckrichtung durchschneidet, d. h. je mehr Steine mit ihrer Länge in der Druckrichtung liegen. Für Drücke in der Längenrichtung wird demnach als der ungünstigste Verband der Binderverband zu bezeichnen sein. Blockverband und Kreuzverband haben gleich viele Läufer in der Längenrichtung, werden also als gleich fest angesehen werden müssen. Betrachten wir indes diese beiden Verbände etwas näher, und zwar in Beziehung auf die Gestaltung der möglichen Trennungsfächen, so erweist sich für diesen Fall der Druckrichtung der Blockverband etwas günstiger, weil infolge der ihm eigentümlichen ungleichförmigen Ab-

treppung die Trennungsfäche verhältnismäßig mehr Ausdehnung erhält, als beim Kreuzverband mit seiner gleichförmigen Abtreppung (siehe Fig. 44 u. 45). Vorausgesetzt wird hierbei natürlich immer, daß der Ziegel fester, als die Mörtelfuge ist, wie ja

überhaupt bei der Feststellung einer vergleichsweise besten Verbandanordnung die Verbindung durch den Mörtel nicht zu berücksichtigen ist.

Einem Drucke, dessen Richtungsebene senkrecht zur Mauerrichtung steht, der also die Querfestigkeit der Mauer beansprucht, wird dagegen der Binderverband den meisten Widerstand entgegenzusetzen. Blockverband und Kreuzverband sind für diesen Fall ganz gleichwertig, weil der Mauerquerschnitt bei beiden ganz gleich gestaltet ist (siehe Fig. 46, Querschnitt einer 2 Stein starken Mauer in Block- oder Kreuzverband). Beide stehen auch dem Binderverband nicht viel nach, und bei stärkeren Mauern wird dieser Unterschied verschwindend klein, weil bei ihnen das Innere der Mauer ja auch, wie beim Binderverband, aus lauter Bindern besteht.

Fig. 44.

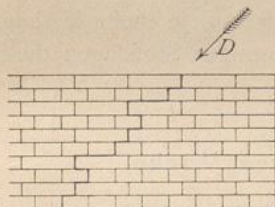


Fig. 45.

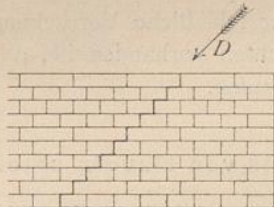


Fig. 46.





Nach Rankine<sup>26)</sup> sollte die Anzahl von Läufer- und Binderfchichten von der bezüglichen Wichtigkeit der Längen- oder Querfestigkeit abhängen. Nach ihm ist das Verhältnis von einer Binderfchicht auf je zwei Läuferfchichten dasjenige, welches der Mauer gleiche Zugfestigkeit in der Längen-, wie in der Querrichtung verleiht und welches sonach in gewöhnlichen Fällen als das beste angesehen werden kann. Er sagt weiter: »Bei einer Fabrikese ist Festigkeit in der Längenrichtung, welche einer Kraft, die den Schornstein zu spalten strebt, widersteht, von größerer Wichtigkeit, als wie die Festigkeit in der Querrichtung; deshalb ist es bei solchen Bauten rätlich, verhältnismäßig mehr Läufer, also drei bis vier Läuferfchichten auf eine Binderfchicht anzuwenden.«

Jedenfalls wird bei einem derartigen Verband die Abweichung vom ersten Hauptgrundfatz für alle Verbände sehr groß. Weiter ist zu berücksichtigen, daß die lotrechte Druckrichtung schon durch das Eigengewicht des Materials, außerdem aber durch Gebälke und deren Belastungen, die bei weitem häufigste ist und diese nicht bloß einen Verband in der Längenrichtung, sondern auch in der Querrichtung verlangt. Es wird daher für die gewöhnlichen Fälle dem Kreuzverband ein Vorzug gewahrt bleiben müssen. Der Vorzug des Kreuzverbandes vor dem Blockverband wird übrigens nur bei schwächeren Mauern entschieden zum Ausdruck gelangen, da bei stärkeren Mauern der Unterschied zwischen beiden Verbänden nur in den  $\frac{1}{2}$  Stein breiten Läuferreihen vorhanden ist, also nicht stark in das Gewicht fallen kann.

Lotrechten Drücken auf eine Mauer gleich zu achten sind Beanspruchungen derselben, die infolge von ungleichen Senkungen des Fundamentes zu stande kommen.

Drücke in der Längenrichtung der Mauer ergeben sich im Hochbau meist durch Ueberwölben von Oeffnungen in derselben, Drücke in der Querrichtung durch gegen dieselbe gespannte Gewölbe und Bogen, für welche besonderen Fälle sich der Blockverband, bezw. der Binderverband als die günstigsten Verbände herausstellten; der Kreuzverband steht ihnen aber auch hier nicht viel nach. Da aber diese Beanspruchungen in der Regel zusammen mit der in lotrechter Richtung auftreten und für diesen häufigsten Fall der Kreuzverband der günstigste ist, so erscheint der Vorzug, der demselben in der Regel vor den übrigen eingeräumt wird, als begründet.

Auf die Mauern können unter Umständen auch Drücke in wagrechter Richtung oder parallel den Lagerfugenflächen einwirken. Da diese immer durchgehen, so sind für diesen Fall alle Verbände gleichwertig. Treten solche Drücke vereinzelt auf, so werden um so weniger schädliche Verrückungen eintreten, je mehr Verband innerhalb der einzelnen Schichten vorhanden ist, d. h. je weniger Stofsfugen durch die ganze Schicht hindurch laufen.

## 2) Zusammenstofs von Mauern unter rechtem Winkel.

35.  
Arten  
des  
Zusammen-  
stosses.

Geschlossene Räume ergeben sich durch den Zusammenstofs von Mauern. Dieser erfolgt meist unter rechtem Winkel und kann in der Weise stattfinden, daß zwei Mauern entweder eine Ecke bilden oder daß eine Mauer auf die Flucht einer andern trifft oder daß sie sich durchkreuzen. Alle diese Fälle lassen sich auf die schon besprochene Herstellung der lotrechten Endigung einer Mauer zurückführen<sup>27)</sup>, nur daß hier der Abschluß der einzelnen Schichten abwechselnd in der einen und der anderen Mauer aufzufuchen ist. Es sollen die einzelnen Fälle für die verschiedenen Mauerstärken für sich behandelt werden, aber nur für den Block- und den Kreuzverband und nur für Verwendung von Dreiquartieren zur Herstellung des Schichtenabschlusses.

<sup>26)</sup> In: Handbuch der Bauingenieurkunst. Deutsch von F. KREUTER. Wien 1880. S. 431.

<sup>27)</sup> Siehe Art. 25—28 (S. 23—27).



Befolgt man bei der Anlage von ganzen Mauerystemen die Regel, eine in derselben Höhe durchlaufende Schicht in den parallel laufenden Mauern nur als Binderschicht oder nur als Läuferfchicht auszuführen, so ergibt sich daraus, dafs an einer Ecke eine Binderschicht mit einer Läuferfchicht zusammentreffen mufs. Es gilt dies auch für Mauerstärken, die einer ungeraden Zahl von Steinbreiten entsprechen, wenn man nur durchgängig die Bezeichnung Läufer- oder Binderschicht von derselben Seite der Mauer ableitet. Die Herstellung des Eckverbandes erfolgt dann in der Weise, dafs man immer die Läuferfchicht bis zur anderen Mauerflucht

36.  
Mauerecke.

Fig. 47.



Fig. 48.

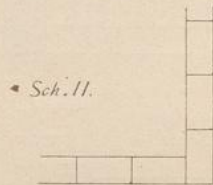


Fig. 49.

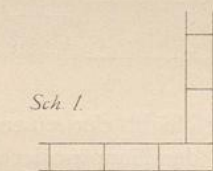
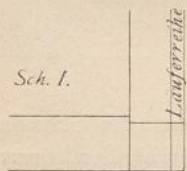


Fig. 50.

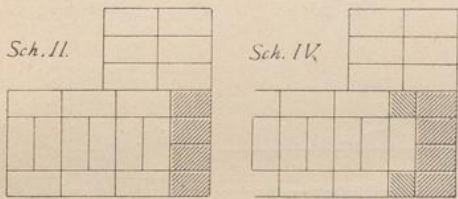
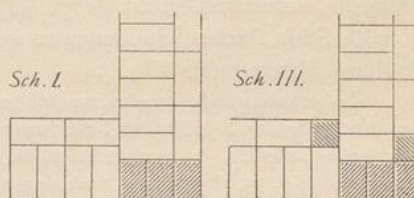
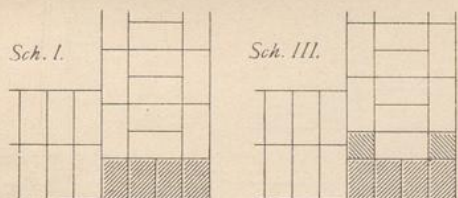
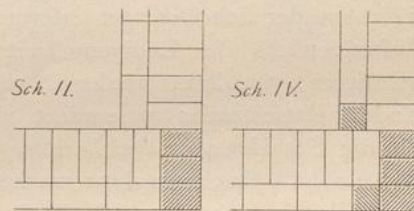


Fig. 51.



durchlaufen läfst (siehe das Schema in Fig. 47) und dort nach den Regeln abschliesst, wie sie für die lotrechte Endigung der Mauern gegeben worden sind, d. h. dort so viele Dreiquartiere als Läufer nebeneinander legt, als die betreffende Mauer Steinbreiten zur Dicke hat; diese erscheinen dann als Binder in der anderen Mauerflucht. Eine Ausnahme macht nur die Ecke von  $1\frac{1}{2}$  Stein starken Mauern, bei welcher die Schichten durch ganze Steine geschlossen werden, der fog. Schornsteinverband (siehe Fig. 48). Als Beispiele mögen obenstehend dienen: die rechtwinkelige Ecke von zwei 1 Stein starken (Fig. 49), 2 Stein starken (Fig. 50),  $1\frac{1}{2}$  Stein



starken (Fig. 51) Mauern, sowie die Ecke, gebildet von einer  $1\frac{1}{2}$  Stein starken und einer 2 Stein starken Mauer (Fig. 52). In diesen Beispielen sind die Schichten *I* und *II* zur Herstellung des Blockverbandes, die Schichten *I* bis *IV* zur Herstellung des Kreuzverbandes auf allen Seiten erforderlich. Aus diesen Abbildungen ist ersichtlich, daß immer die innere Flucht der Läuferfchicht der einen Mauer als Stosfuge durch die andere Mauer hindurchgeht, und daß die der inneren Ecke (dem Winkel) zunächst liegende durchgehende Stosfuge der Läuferfchicht um  $\frac{1}{4}$  Stein vom Winkel entfernt liegt (siehe das Schema in Fig. 47).

37.  
Anschluß einer  
Mauer an eine  
andere.

Der zweite Fall, daß eine Mauer rechtwinkelig auf die Flucht einer anderen trifft, kommt gewöhnlich beim Anstoß von Scheidewauern an eine Umfassungs- oder Mittelmauer vor. Wir wollen die erstere daher kurzweg Scheidewauer nennen. Es gelten hier ähnliche Regeln, wie bei der rechtwinkelligen Ecke. Man läßt die Läuferfchicht der einen Mauer (der Scheidewauer) bis zur äußeren Flucht der anderen (der Hauptmauer) hindurchlaufen, bezw. diese mit der inneren Flucht am Ende der Scheidewauern vorübergehen (siehe das Schema in Fig. 53). Nur die Läuferfchichten der Scheidewauer erfordern am Zusammenstoß die Endigung mit Drei-  
quartieren, von denen wieder so viele am Ende nebeneinander angeordnet werden, als die Scheidewauer Steinbreiten in der Dicke zählt. Eine Ausnahme machen hier die Fälle, in denen zwei  $\frac{1}{2}$  Stein starke Mauern zusammenstoßen (Fig. 54) oder eine  $\frac{1}{2}$  Stein starke Scheidewauer auf eine stärkere Mauer trifft (Fig. 55).

Im ersteren Falle werden zu beiden Seiten der durchgehenden Schicht der Scheidewauer Drei-  
quartiere erforderlich. Im zweiten Falle (die stärkere Mauer in Fig. 55 ist 1 Stein stark angenommen) müssen in der durchgehenden Schicht der  $\frac{1}{2}$  Stein starken Scheidewauer zwei Drei-  
quartiere als Läufer hintereinander gelegt werden. In allen anderen Fällen gilt die angegebene Regel, zu der noch kommt, daß die den Winkeln zunächst liegenden durchgehenden Stosfugen der durchlaufenden Schichten gegen die Fluchten der stumpf anstoßenden Schicht um  $\frac{1}{4}$  Steinlänge verschoben sind. Die Beispiele in Fig. 56 bis 59 verdeutlichen dies. Die Schichten *I* und *II* genügen zur Herstellung des Blockverbandes, während die Schichten *I* bis *IV* zur Herstellung des Kreuzverbandes notwendig sind.

38.  
Durchkreuzung  
von Mauern.

Auch für den dritten Fall: der rechtwinkelligen Durchkreuzung von Mauern, sind ähnliche Regeln maßgebend. Man läßt die Läuferfchichten ungestört durch die andere Mauer hindurchgehen und hat nur darauf acht zu geben, daß die den Winkeln zunächst befindlichen durchgehenden Stosfugen derselben um  $\frac{1}{4}$  Stein-

Fig. 52.

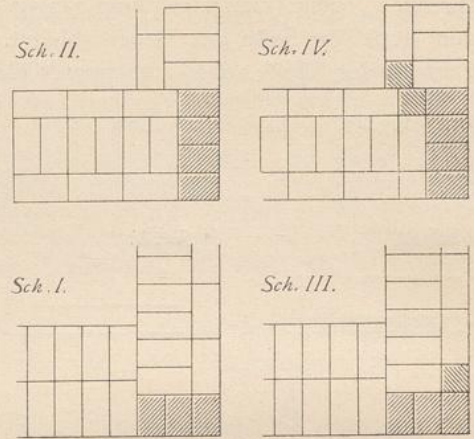


Fig. 53.



Fig. 54.

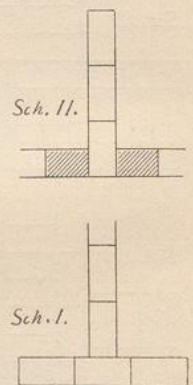
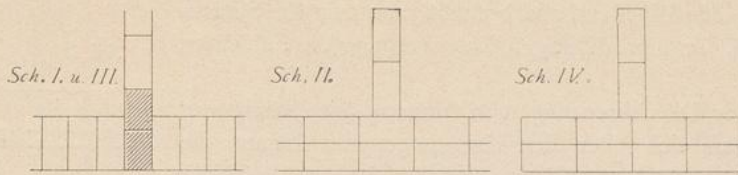




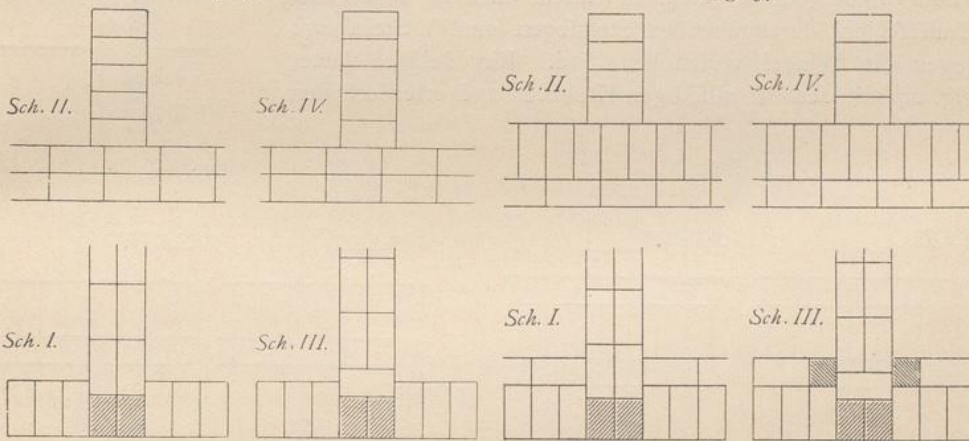
Fig. 55.



länge von den Winkeln entfernt liegen (siehe das Schema in Fig. 60). Fig. 61 bietet ein regelrechtes Beispiel hierfür. Nur in denjenigen Fällen, in denen eine

Fig. 56.

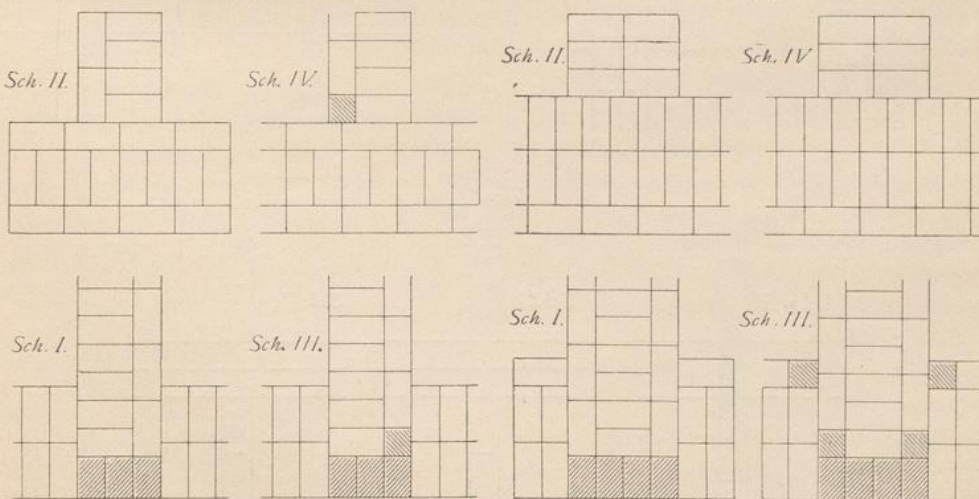
Fig. 57.



$\frac{1}{2}$  Stein starke Mauer eine gleich starke oder eine stärkere durchkreuzt, sind Abweichungen in der Verbandanlage der  $\frac{1}{2}$  Stein starken Mauern notwendig. Es müssen Dreiquartiere angeordnet werden, um den regelrechten Stofsugenwechsel der

Fig. 58.

Fig. 59.





übereinander folgenden Schichten herbeizuführen (Fig. 62 u. 63). Für den Blockverband braucht man nur die Schichten I und II, für den allseitigen Kreuzverband die Schichten I bis IV.

Bei der Durchkreuzung von Mauern tritt häufig der Fall ein, daß sich über den Kreuzungspunkt hinaus die Mauerstärken verändern. Hierbei sind die für den Anschluß von Scheidemauern und für die Durchkreuzung vorgeführten Regeln zusammen zu verwenden. Man läßt die Läuferfichten durchgehen und schließt sie da, wo sie nicht weiter laufen können, mit Dreiquartieren ab. Auch ist immer wieder darauf genau zu achten, daß die durch eine Läuferficht durchgehenden Stosfugen um  $\frac{1}{4}$  Steinlänge gegen die Winkel verschoben sind. Ein Beispiel bietet Fig. 64 mit den für allseitigen Kreuzverband erforderlichen

Fig. 60.

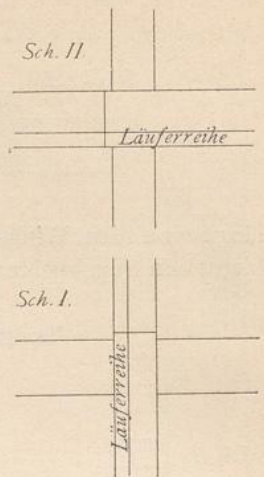


Fig. 61.

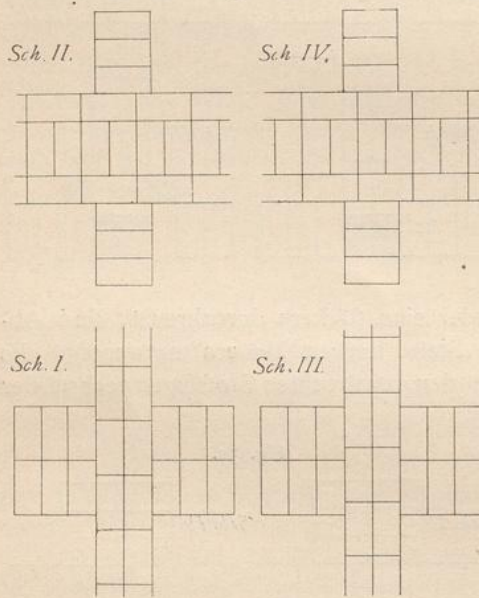


Fig. 62.

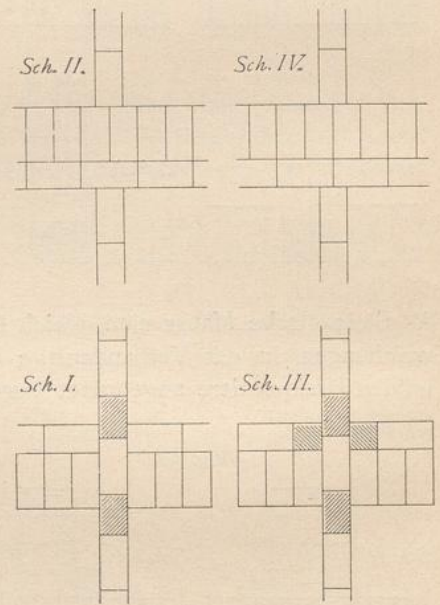


Fig. 63.

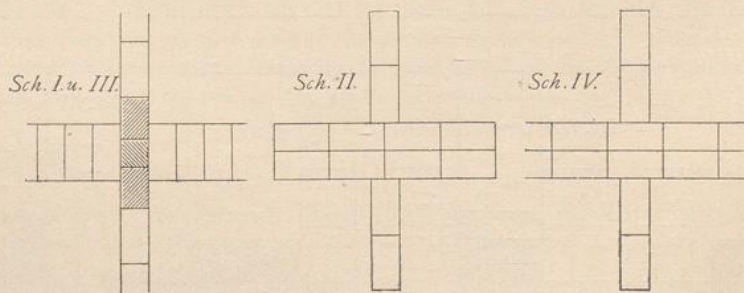
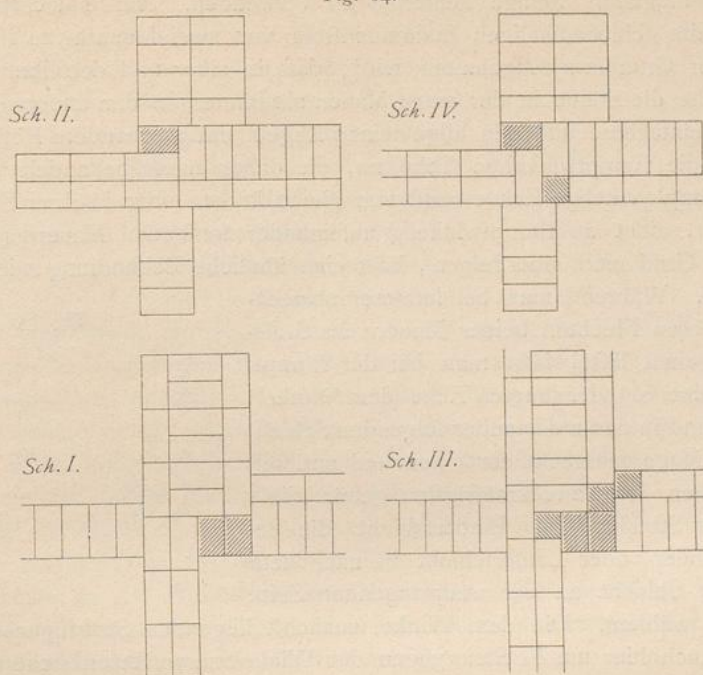




Fig. 64.



vier Schichten. Die richtige Anordnung der Dreiquartiere ist bei derartigen zusammengefügten Fällen die Hauptfache.

### 3) Zusammenstoß von Mauern unter schiefen Winkeln.

In den Gebäuden kommt häufig der Fall vor, daß zwei oder mehrere Mauern unter schiefen Winkeln zusammenstoßen. Handelt es sich dabei nur um zwei Mauern, so können diese wieder entweder eine Ecke bilden oder sich aneinander anschließen oder sich durchkreuzen. Für diese Fälle gelten natürlich auch die allgemeinen Regeln für alle Backsteinverbände, insbesondere aber, soweit möglich, die Regeln für den rechtwinkligen Zusammenstoß. Die Eckanlage erfordert hier jedoch ganz besondere Aufmerksamkeit. Die schiefwinkelige Ecke kann man der Natur der Sache nach nicht mit rechtwinkligen Steinen herstellen; sondern man muß die Steine nach dem zwischen den zusammenstoßenden Mauern vorhandenen Winkel verhauen, wenn man nicht besondere Formsteine verwenden kann. Die Beschaffung der letzteren wird sich empfehlen, wenn an einem Gebäude vielfach derselbe Winkel zwischen den Mauern vorkommt. In beiden Fällen dürfen aber diese Eckstücke nicht zu klein angenommen werden. Bei den zugehauenen Steinen müssen die in die äußeren Fluchten fallenden möglichst wenige verhauene Flächen nach außen hin erhalten, da durch das Verhauen die etwas angefeuerte und deshalb besonders witterungsbeständige Außenkruste der Mauersteine entfernt wird. Ebenso müssen dieselben möglichst genau zugehauen werden, was für die in das Innere der Mauer fallenden nicht in solchem Maße notwendig ist. Auf die Ecke darf nie eine Stoßfuge treffen; auch sind spitze Winkel der Steine an den Außenflächen möglichst zu vermeiden. Alle Stoßfugen müssen wo möglich senkrecht zu den Mauerfluchten stehen. Wie bei allen Ziegelverbänden ist auch hier der Stoßfugenverband immer einzuhalten,

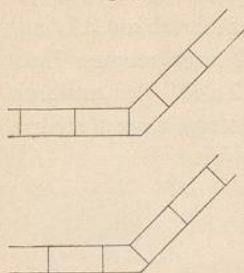
39.  
Mauerecke.







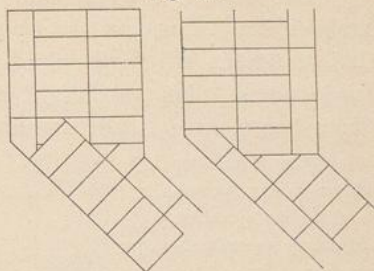
Fig. 70.



Beim Zusammenstoß von sehr verschiedenen starken Mauern oder von verschiedenen starken Mauern, die einen sehr stumpfen Winkel bilden, lassen sich die Eckverbände nicht in der angegebenen Weise herstellen, weil in diesen Fällen die eine vom Winkel senkrecht zur einen

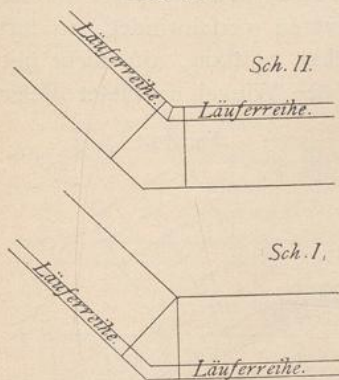
Mauerflucht ausgehende Stosfuge entweder sehr nahe an die Ecke oder erst auf die Verlängerung der bezüglichen Mauerflucht trifft, also die andere unter spitzem Winkel schneiden muß, was unzulässig ist. Man ordnet dann eine vom Winkel aus durchgehende Stosfuge in der Binderschicht der schwächeren Mauer an, während man die in der darauf folgenden Schicht vom Winkel ausgehende Stosfuge der stärkeren Mauer bis an die äußere Läuferreihe der schwächeren gehen läßt. Die um  $\frac{1}{4}$  Stein vom Winkel entfernten Stosfugen gehen so weit, als dies der Verband zuläßt. Es genüge ein Beispiel (Fig. 71) für diesen Fall.

Fig. 71.



Will man an der Außenseite der Mauerecke das regelmäßige Verbandmuster bis ganz an die Ecke heranzuführen, was bei Backsteinrohbauten in Frage kommen kann, so muß man auch mit der Bestimmung der Größe des Ecksteines den Anfang machen und diesen an der Läuferseite  $\frac{3}{4}$  Stein lang und an der

Fig. 72.



Binderseite  $\frac{1}{2}$  Stein lang bemessen, wenn dies die Größe des Winkels bei der gewöhnlichen Steinlänge gestattet. Anderenfalls ist man gezwungen, besondere Formsteine anzuwenden. Aber auch dann ergibt sich in der Regel am inneren Winkel ein schlechter Verband.

Sind auf beiden Seiten der stumpfwinkligen Ecke die Schichten gleichartig, d. h. laufen in denselben Höhen Läuferreihen oder Binderreihen um die Ecke herum, so ist die Verbandanlage dahin zu ändern, daß man vom Winkel

Fig. 73.

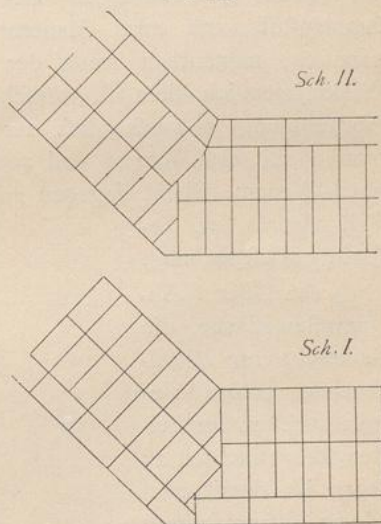
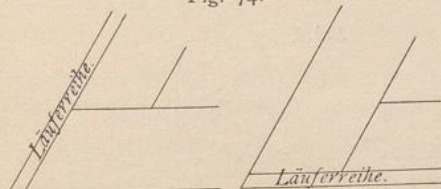


Fig. 74.



gehenden Schicht ebenfalls zwei solche, die aber vom Winkel um  $\frac{1}{4}$  Stein entfernt sind (siehe die Schichten I und II im Schema von Fig. 72). Für die Schicht I ist es zweckmäßig, daß an den inneren Fluchten der Mauern Binder liegen. In der Schicht II kann man, um Formsteine am Winkel zu vermeiden, daselbst die Läufer mit diagonaler Stosfuge zusammenschneiden lassen. Fig. 73 gibt als Beispiel die stumpfwinklige Ecke zweier  $2\frac{1}{2}$  Stein starken Mauern.



41.  
Spitzwinkelige  
Ecke.

Der Eckverband der unter spitzem Winkel zusammentreffenden Mauern ist in der Weise zu behandeln, daß man die äußere Läuferreihe der Läuferreihe bis zur Ecke fortlaufen läßt und mit dem nach dem gegebenen Winkel zugehauenen Eckstein schließt. Bis an diese Läuferreihe führt man die Binderschicht der anderen Mauer heran, so daß also die innere Flucht derselben bis dahin als Stoszfuge fortläuft.

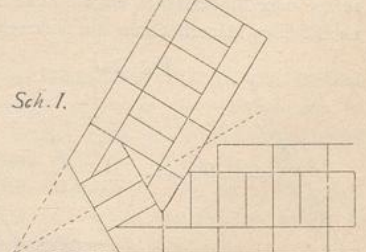
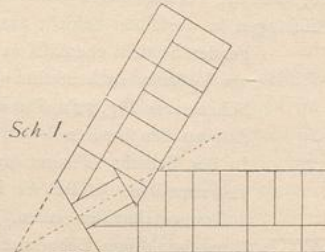
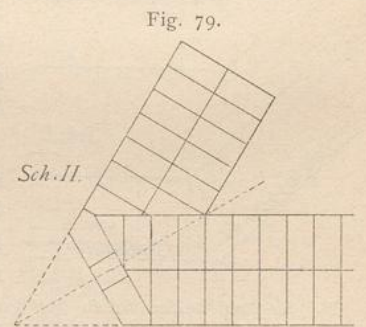
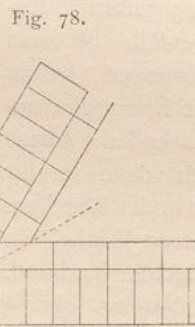
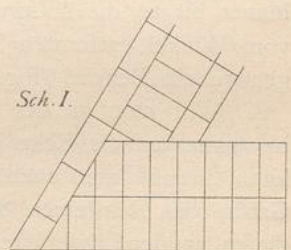
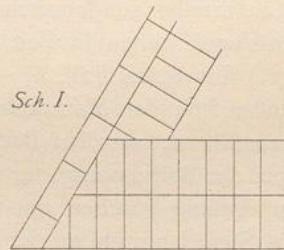
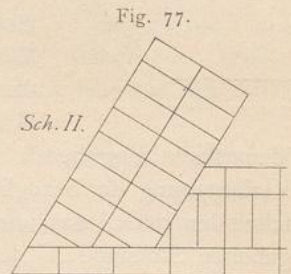
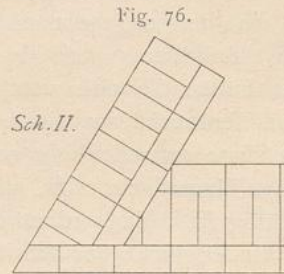
Man sehe das Schema in Fig. 74, worin die eben gedachte Anordnung veranschaulicht ist.

Die Einrichtung des regelrechten Stosfugenwechsels zwischen den Schichten erzielt man dadurch, daß man die Länge  $l_1$  des Ecksteines gleich macht der Länge  $b_1$  des schräg zugehauenen Hauptes zuzüglich  $\frac{1}{4}$  Stein ( $l_1 = b_1 + \frac{1}{4}$  in Fig. 75). Derselbe Eckstein läßt sich dann in allen Schichten verwenden, nur abwechselnd in umgekehrter Lage. Fig. 76 u. 77 geben Beispiele für den Eckverband von zwei ungleich starken und zwei gleich starken Mauern.

42.  
Abgestumpfte  
spitzwinkelige  
Ecke.

Beim spitzwinkligen Zusammenstoß von zwei Mauern kann es, namentlich wenn der Winkel ziemlich klein ist, wünschenswert erscheinen, die Ecke abzustumpfen. Ist die Abstumpfung so groß, daß der spitze Winkel im Inneren verschwindet, so hat man es mit drei Mauern und zwei stumpfwinkligen Ecken zu thun, also nicht mit etwas Neuem. Bleibt dagegen auf der Innenseite der spitze Winkel, so bietet dieser Fall Anlaß zu besonderer Besprechung.

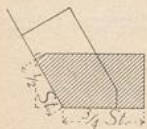
An der Abstumpfungsfäche, die senkrecht zur Mittellinie des spitzen Winkels zwischen den beiden Mauerfluchten zu legen ist, damit zwei gleiche äußere stumpfwinklige Ecken gebildet werden, müssen des regelrechten Verbandes wegen Läufer- und Binderschichten miteinander abwechseln. Des guten Aussehens, aber auch der einfacheren Konstruk-





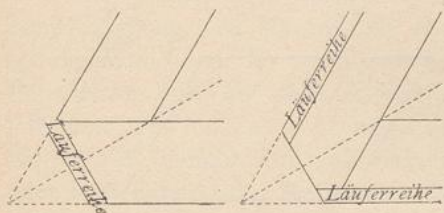
tion halber ist es dann zweckmäÙig, von der bisher allenthalben durchgeführten Regel, in einer und derselben Schicht in der einen der die Ecke bildenden Mauern aufsen eine Läuferreihe, in der anderen eine Binderreihe anzuordnen, abzuweichen und den Fall so aufzufassen, als gehörte die Abstumpfungsfäche einer dritten Mauer an. Es werden dann in derselben Schicht in den beiden Mauern gleichzeitig aufsen Läufer oder Binder sich befinden, an der Abstumpfungsfäche dagegen Binder oder Läufer (siehe das Schema in Fig. 81).

Fig. 80.



Die Breite der Abstumpfung bestimmt sich so, daß zwischen den beiden schräg zugehauenen Ecksteinen ein oder zwei Binderhäupter Platz haben. Die Größe und Form der Ecksteine sind in der Weise zu ermitteln, daß man den einen Schenkel des stumpfen Winkels  $\frac{3}{4}$  Stein, den anderen (den schräg zuzuhauenden)  $\frac{1}{2}$  Stein lang macht (Fig. 80). Sollte sich der Stein dann immer noch zu lang ergeben, so muß man beide Schenkel so verkürzen, daß dabei der Unterschied der Schenkellängen immer  $\frac{1}{4}$  Stein bleibt. Es sind dann in allen Schichten dieselben Ecksteine, nur abwechselnd in umgekehrter Lage, verwendbar. Die Eckanlage ist sonst ähnlich wie bei der spitzwinkligen Ecke, indem man abwechselnd die eine oder die andere der inneren Mauerfluchten als Stoszfuge so weit durchführt, als dies möglich oder zweckmäÙig erscheint. In Fig. 78 u. 79 sind Beispiele zur Erläuterung gegeben.

Fig. 81.



Der schiefwinklige Anschluß einer Mauer an eine andere wird in der Weise behandelt, daß man die anschließende Scheidemauer in einer Schicht um die andere nicht bis an die äußere Flucht der Hauptmauer durchlaufen läßt, sondern nur bis

Fig. 82.

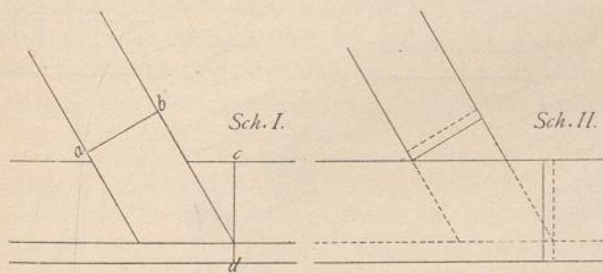
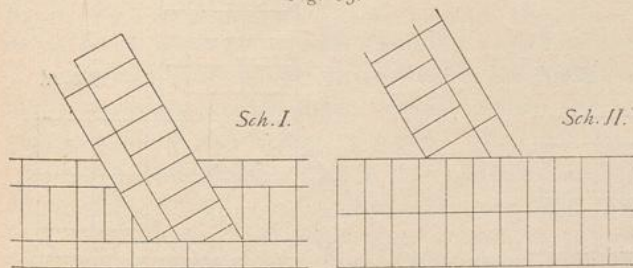


Fig. 83.



hinter die daselbst angeordnete Läuferreihe (siehe das Schema in Fig. 82), wodurch die zu verhauenden Steine in das Innere der Mauer kommen. Das Eingreifen oder Einbinden der Scheidemauer erfolgt also in den Läuferfichten der Hauptmauer. Auch hier ist wieder die Regel zu befolgen, daß die dem spitzen Winkel zunächst liegende durchlaufende Stoszfuge  $ab$  der Scheidemauer um  $\frac{1}{4}$  Stein vom Winkel entfernt liegen muß. Weiter erscheint es zweckmäÙig, in der Hauptmauer eine durchlaufende Stoszfuge  $cd$  in der in Fig. 82

angegebenen Weise anzuordnen. Es möge das Beispiel in Fig. 83: der Anschluß einer  $1\frac{1}{2}$  Stein starken Scheidemauer an eine 2 Stein starke Hauptmauer, genügen.

Die schiefwinklige Durchkreuzung ist nur die Verallgemeinerung des Falles der rechwinkeligen. Wie das Schema in Fig. 84 zeigt, gelten genau dieselben

43.  
Anschluß einer  
Mauer an eine  
andere.

44.  
Durchkreuzung  
zweier Mauern.



Regeln, wie sie früher für die rechtwinkelige Durchkreuzung ausführlich besprochen wurden. Auch hier ist, wegen der Einrichtung des Verbandes, in den aufeinander folgenden Schichten wohl darauf zu achten, daß in der durchlaufenden Schicht eine durchgehende Stosfuge um  $\frac{1}{4}$  Stein entfernt von einem der Winkel angeordnet werden muß. Ein besonderes Erläuterungsbeispiel erscheint hier nicht notwendig.

45.  
Zusammenstoß  
von mehreren  
Mauern.

Es kommt bei Bauwerken öfter der Fall vor, daß mehr als zwei Mauern unter

beliebigen Winkeln in einem Punkte zusammenstoßen. Je nach der Anzahl der zusammentreffenden Mauern, der Stärke derselben und den Winkeln, unter denen sie zusammentreffen, muß die Lösung dieser Aufgaben eine verschiedene werden. Es dürfte zu weit führen und auch überflüssig fein, eine große Zahl solcher Fälle zu erörtern. Es möge nur der eine Fall hier näher besprochen werden, wenn drei Mauern in einem Punkte zusammenstoßen. Die allgemeine Lösung dieser Aufgabe ist die, daß man zwei der Mauern als eine Ecke bildend ansieht und die dritte dann in einer Schicht um die andere in die Ecke

Fig. 84.

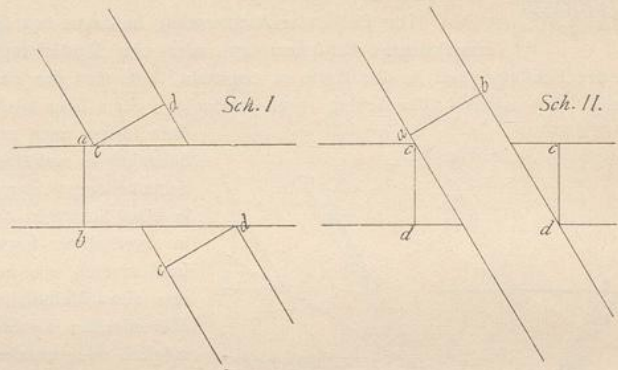


Fig. 85.

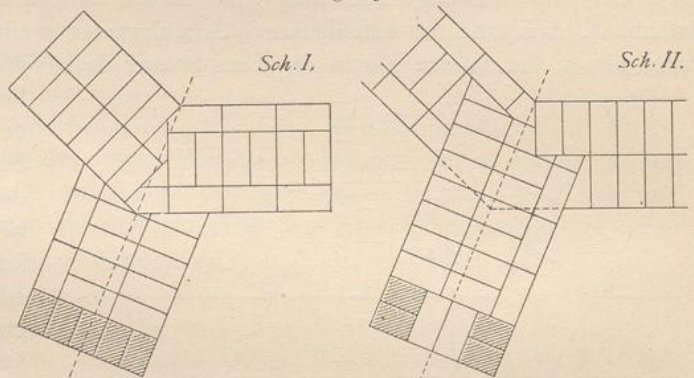
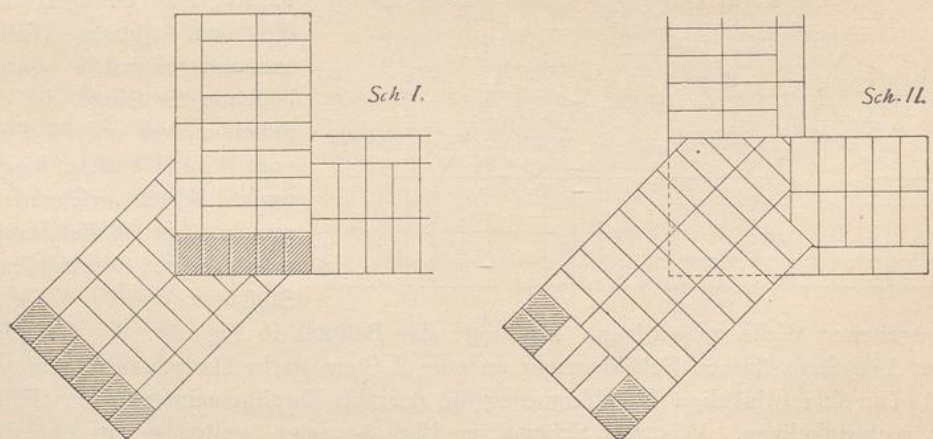


Fig. 86.





einbindet, während man sie in den übrigen Schichten nur stumpf anstoßen läßt. Jeder besondere Fall wird überdies noch unter Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse und Festhaltung der allgemeinen Regeln seine eigene Behandlung zulassen.

Das wichtigste Vorkommen des Zusammenstoßes von drei Mauern dürfte das sein, daß an eine Ecke, an eine rechtwinkelige oder stumpfwinkelige, sich ein Strebepfeiler in diagonalen, den Winkel der beiden die Ecke bildenden Mauern halbteilender Richtung anlegt. Die beigelegten Beispiele in Fig. 85 u. 86 werden das einzuschlagende Verfahren erläutern, obgleich dieses, wie schon gesagt, je nach den vorliegenden Verhältnissen Umänderungen erheischt. Gleichmäßiger Anschluß des Strebepfeilers an beide Seiten der Mauerecke läßt sich erzielen, wenn die beiden die Ecken bildenden Mauern nach außen hin gleichartige Schichtenbildung in gleicher Höhe zeigen. Es hat dies aber wenig wirklichen Wert, da der Anschluß beider Seiten nicht gut gleichzeitig gefehen werden kann.

#### 4) Beliebige Mauerkörper mit rechtwinkeligen Ecken und Winkeln.

Die gewöhnlichen Backsteine eignen sich infolge ihrer Gestalt eigentlich nur zur Herstellung von Mauern mit rechtwinkeligen Ecken und Winkeln, und es sind deswegen auch nur für den Verband solcher klare Regeln aufstellbar. Daher ist die Betrachtung hier auf diese zu beschränken. Die Behandlung wird eine etwas verschiedene sein müssen, je nachdem alle Abmessungen einem Vielfachen von halben Steinlängen (Steinbreiten) entsprechen oder je nachdem einzelne oder alle Maße nicht ohne Rest durch halbe Steinlängen teilbar sind, sondern einen Ueberschuß von einem Viertelstein haben. Es wird dabei angenommen, daß alle Längen von Backsteinmauerwerken als Vielfache von Viertelsteinlängen bemessen werden. In der Ausführung vorkommende Abweichungen lassen sich leicht ausgleichen.

Der erste Fall, daß alle Abmessungen eines Mauerkörpers durch halbe Steinlängen ohne Rest teilbar sind, ist der einfachere und mag daher zuerst zur Behandlung gelangen. Es werden hierbei die Regeln angewendet, welche für die lotrechte Endigung der Mauern (Fig. 87 bei *a*), die rechtwinkelige Ecke (Fig. 87 bei *b*) und den rechtwinkeligen Anschluß einer Mauer an eine andere (Fig. 87 bei *c*) unter Benutzung von Dreiquartieren schon aufgestellt worden sind.

Das Hauptfächlichste derselben mag hier kurz wiederholt werden. Die beiden zur Herstellung des Blockverbandes notwendigen Schichten enthalten hiernach für die lotrechte Endigung in der einen Schicht so viele Dreiquartiere, als die Mauer Steinbreiten dick ist, hintereinander als Läufer, in der anderen immer nur 2 Paar Dreiquartiere als Binder. Bei der rechtwinkeligen Ecke kommen auf jede Seite derselben abwechselnd so viele Dreiquartiere, als die beiden die Ecke bildenden Mauern Steinbreiten in der Dicke zählen, als Läufer, und beim rechtwinkeligen Anschluß einer Mauer an eine andere legt man in der einen Schicht in der Verlängerung der anschließenden Mauer und parallel der Richtung derselben so viele Dreiquartiere nebeneinander an die äußere Flucht der Hauptmauer, als die anschließende Steinbreiten dick ist, während in der darauf folgenden Schicht der Verband der Hauptmauer ununterbrochen durchgeht.

Bei der Anwendung dieser Regeln für zusammengesetzte Mauerkörper, wie sie hier besprochen werden sollen, kommt es nun vor allen Dingen darauf an, die Dreiquartiere zuerst und richtig zu legen. Dazu gehört:

α) Daß alle Dreiquartiere in einer und derselben Schicht parallel gerichtet sind, oder was daselbe ist, daß nur parallele Seiten der Ecken mit Dreiquartieren besetzt werden.

Diese Forderung wird zum Teile schon erfüllt, wenn an der früher aufgestellten Regel, daß an den Ecken und Maueranschlüssen in einer Höhe Läufer- und Binder-schichten zusammentreffen sollen, festgehalten wird.

β) Daß jedem Dreiquartier auf der einen Seite des Mauerkörpers ein anderes ebenso gerichtetes auf der anderen Seite entsprechen muß.

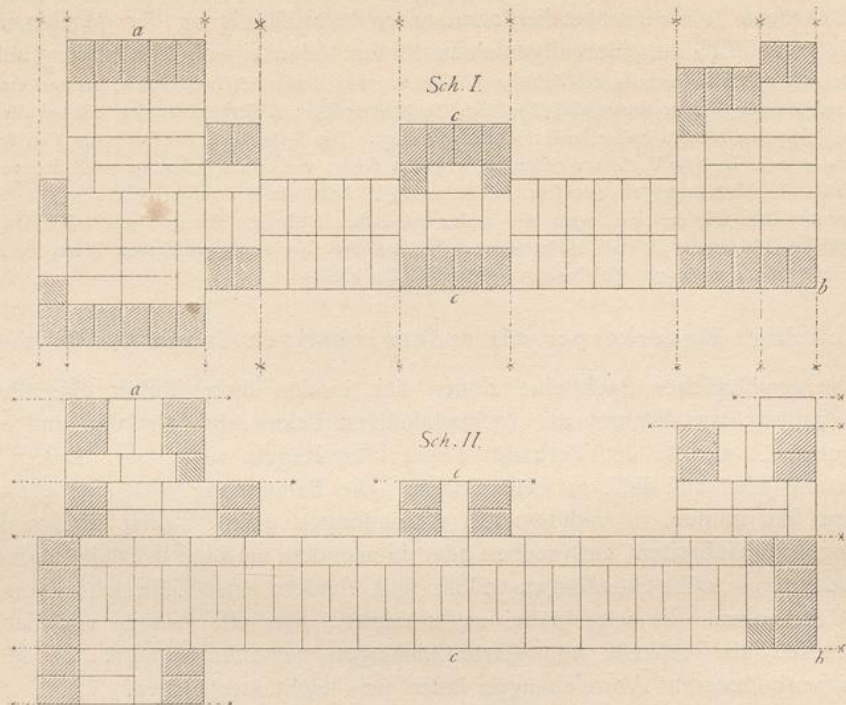
Der Ort für diese einander entsprechenden Dreiquartiere ist leicht dadurch zu finden, daß man die Schichten durch den Seiten parallele Linien aus allen Eckpunkten in rechteckige Streifen zerlegt und

46.  
Abmessungen.

47.  
Vielfache  
von  $\frac{1}{2}$  Stein-  
längen.



Fig. 87.

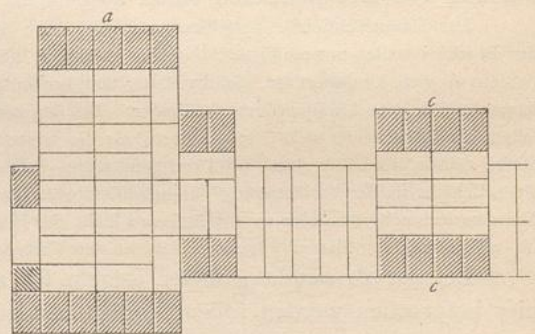


die Richtung derselben in den aufeinander folgenden Schichten regelmässig wechseln lässt. Die Enden der Streifen werden, den angeführten Regeln entsprechend, mit den Drei Quartiern besetzt (Fig. 87). Die Zwischenräume zwischen den Drei Quartiern werden dann noch regelrecht mit ganzen Steinen unter Zuziehen von Zwei Quartiern je nach Bedürfnis ausgefüllt.

In einzelnen Fällen sind durch kleine Abweichungen von den angeführten Regeln Vereinfachungen möglich. So lässt sich z. B. dadurch, dass man auf der linken Seite der Schicht I in Fig. 87, Abteilung a die Läuferreihe auf die rechte Seite der Mauer legt, eine einfachere Ausfüllung mit Ganzen erzielen; auch lassen sich die Zwei Quartiere bei c der Schicht I in Fig. 87 vermeiden. Diese Veränderungen sind in Fig. 88 dargestellt<sup>28)</sup>.

Bei Feststellung der Verbandanordnungen für beliebige Mauerkörper mit rechtwinkligen Ecken lassen sich anstatt der Drei Quartiere auch die Längs quartiere anwenden. Der Verband mit solchen ist aber sehr unselbständig und nicht immer ganz durchführbar. Aus diesen und den schon früher angeführten Gründen kommt er hier nicht zur Behandlung.

Fig. 88.



<sup>28)</sup> Die Anlage der Mauerverbände von Mauerkörpern mit rechtwinkligen Ecken wurde zuerst nach allgemeinen Grundsätzen von C. v. Brand behandelt, in dessen Arbeiten sich Ausführlicheres über diesen Gegenstand findet. Es sind dies: Praktische Darstellung des Ziegelverbandes nach einfachen, allgemeinen, bisher unbekanntem Gefetzen. Berlin 1864. — Etwas fälschlicher geschrieben, wenn auch nicht so vollständig und so durchgebildet: Ueber Mauerziegelverband. HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw. 1862, S. 64.



Die Verbandanlagen von Mauerkörpern, deren Abmessungen nicht reine Vielfache von halben Steinlängen sind, sondern zu denen noch Viertelsteinlängen treten, lassen sich nicht nach so scharf ausgeprägten Gesetzen bestimmen, wie dies bei denjenigen der Fall ist, deren Längen durch halbe Steinlängen ohne Rest teilbar sind. Es sollen diese Fälle nach den von *v. Brand* angegebenen Verfahren hier nur andeutungsweise behandelt werden.

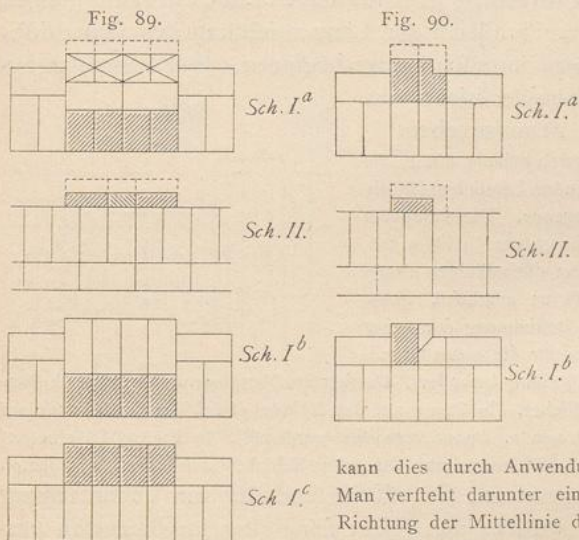
*a)* Verfahren des Abschneidens (Coupierens). Man ergänzt nach diesem Verfahren die Abmessungen so, daß alle zu Vielfachen von halben Steinlängen werden, legt für die so ergänzte Figur den Verband nach den früheren Regeln an und schneidet darauf das zur ursprünglichen Figur hinzugefügte

wieder ab. Die sich ergebenden kleineren Steinteile werden nach Möglichkeit zu größeren vereinigt.

Das zuerst Hinzugefügte, nachher wieder Abgeschnittene ist in den Beispielen (Fig. 89 u. 90) durch gestrichelte Linien, die Vereinigung von Steinteilen durch ein Kreuz angedeutet. Auch lassen sich sonst noch Verbesserungen mitunter anbringen, wie die Schichten *I, b* und *I, c* von Fig. 89 ausweisen.

Bei der Anwendung dieses Verfahrens ergeben sich oft Ausklinkungen von Steinen, die man aber gern zu vermeiden sucht. Es

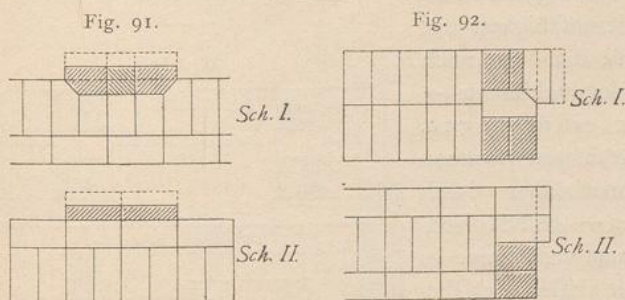
kann dies durch Anwendung der Viertelfchrägfuge geschehen. Man versteht darunter eine von einem Winkel des Grundrisses in der Richtung der Mittellinie des Winkels ausgehende Fuge von der Länge der Diagonale eines Achtelsteines (Fig. 90, Schicht *I, b*).



*β)* Verfahren des Zusammenschiebens. Dieses Verfahren findet nur da Anwendung, wo vor einem Hauptkörper von Abmessungen, die durch halbe Steinlängen ohne Rest teilbar sind, kleinere rechteckige Vorlagen sich befinden, deren Mafse (eine oder alle beide) in Viertelsteinlängen festgesetzt werden müssen.

Nach diesem Verfahren werden beide zum Verband notwendige Schichten für den Hauptmauerkörper wie gewöhnlich festgestellt. Dann wird in einer Schicht um die andere unter Anwendung der Viertelfchrägfuge ein Stück von der Länge der Vorlage und  $\frac{1}{4}$  Stein breit herausgeschnitten und ein entsprechendes Stück, vergrößert um die Vorlage, wieder angefohen. Je nach den Umständen kommen

hierbei ein oder zwei Schrägfugen zur Anwendung (Fig. 91 u. 92). Der Verband der Vorlage wird nach dem Verfahren des Abschneidens bestimmt. Kleinere Steinteile der Vorlage lassen sich mit solchen des Hauptkörpers oft zu größeren vereinigen, oder es können noch auf andere Weise Verbesserungen im Verband angebracht werden. So ließe sich an Stelle der Schichtanordnung *II* in Fig. 91 mit Vorteil diejenige der Schicht *I, c* in Fig. 89 verwenden.



*γ)* Verfahren der zulässigen Fugen. Bei diesem in allen Fällen anwendbaren Verfahren werden zuerst eine Anzahl Fugen in der Weise bestimmt, daß man

48.  
Vielfache  
von  $\frac{1}{2}$  Stein-  
längen  
+  $\frac{1}{4}$  Stein-  
länge.



von jedem einspringenden Winkel aus senkrecht zur Längenrichtung des Grundrisses je zwei Fugen, die Grenzungen genannt werden sollen, zieht. Die eine dieser Grenzungen bildet die Verlängerung eines Winkelschenkels; die andere läuft parallel der ersteren und beginnt am inneren Ende einer Viertelschrägfuge. In jeder der beiden zur Bildung des Verbandes notwendigen Schichten wird von den Grenzungen für jeden einspringenden Winkel eine genommen, diese aber so gewählt, daß zwischen den Grenzungen sich Abteilungen ergeben, deren Breite einem Vielfachen von halben Steinlängen entspricht. Die für die eine Schicht nicht benutzten Grenzungen kommen in der anderen zur Verwendung. Zur Bestimmung der übrigen Fugen legt man über den Grundriß ein Netz von parallelen, rechtwinkelig sich kreuzenden Linien in Entfernungen von je  $\frac{1}{2}$  Steinlänge. Die erste der Parallelen zur Längenrichtung des Grundrisses läßt man am inneren Endpunkte einer Viertelschrägfuge beginnen. Jede Viertelschrägfuge, die an ihrem inneren Endpunkte nicht von einer der Parallelen getroffen wird, ist aufzugeben.

In Fig. 93 sind die Grenzungen der ersten Schicht mit 1, die der zweiten mit 2 bezeichnet; die sich kreuzenden Parallelen für die erste Schicht sind durch dünne Linien angegeben. Die Parallelen der einen Schicht müssen von denen der anderen um  $\frac{1}{4}$  Stein entfernt liegen. Die Linien des Netzes geben dann alle zulässigen Fugen an, die nun in thunlichst geschickter Weise zu möglichst vielen ganzen Steinen zusammengefaßt werden. Die Bestimmung der außer den Grenzungen weiter zulässigen Fugen kann für die ganze Grundrißfigur gleichmäßig erfolgen oder für jede Abteilung besonders. Das letztere Verfahren liefert häufig bessere Lösungen, ist aber im allgemeinen umständlicher. In Bezug auf das Nähere dieses Verfahrens muß auf das in Fußnote 28 (S. 44) angeführte Werk von v. Brand verwiesen werden<sup>29)</sup>. In Fig. 93 ist eine auf Grundlage der erwähnten Vorarbeiten mögliche Steinverteilung der ersten Schicht durch Kreuze angedeutet.

Nach der Erörterung der allgemeinen Grundsätze und der zur Vereinfachung der Arbeit anwendbaren Verfahren wird es nun leicht sein, öfter im Bauwesen vorkommende Sonderfälle zu behandeln. Solche Fälle sind: Pfeilervorlagen von Mauern, Eckverstärkungen, Thür- und Fensterpfeiler, freistehende Pfeiler (Freistützen), Mauern und Pfeiler mit Hohlräumen etc.

49.  
Pfeilervorlagen;  
Eckver-  
stärkungen;  
Nischenecken.

Häufig werden Verstärkungen von Mauern notwendig, die entweder, in gewissen Abständen wiederkehrend, von einfach rechteckigem oder reicher gegliedertem Querschnitt den Mauerfluchten vorgelegt werden — die sog. Pfeilervorlagen, oder welche die Standfähigkeit der Mauerecken erhöhen sollen und die dann nach außen oder nach innen vorspringen können — die äußeren und inneren Eckverstärkungen. Im Gegensatz zu diesen Verstärkungen kommen auch Schwächungen der Mauerkörper durch Nischen vor, deren Eckbildungen — die Nischenecken — besondere Behandlung verlangen.

Diese Fälle können mit Hilfe der bekannten gewöhnlichen Regeln über die Bildung

Fig. 93.

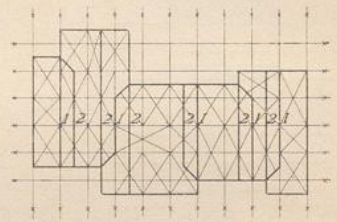


Fig. 94.

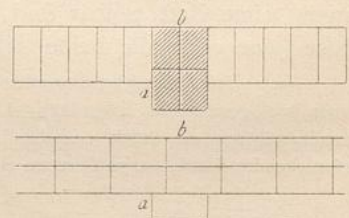
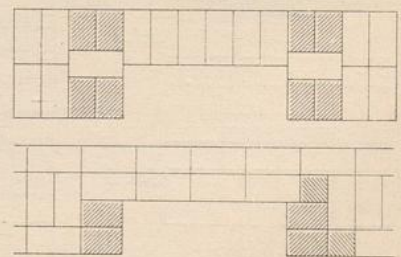


Fig. 95.



<sup>29)</sup> Eine praktische Vereinfachung des Verfahrens (er zulässigen Fugen durch Anwendung von Fugennetzpaaren gibt *Summerspach* in: Deutsche Bauz. 1897, S. 574.



Fig. 96.

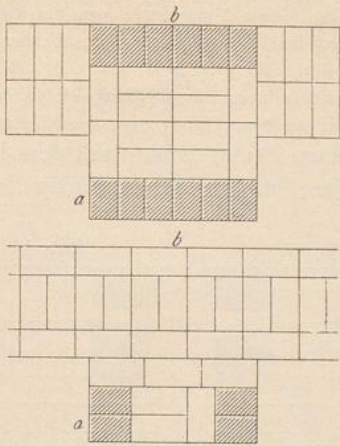


Fig. 97.

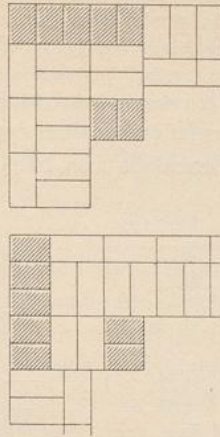


Fig. 98.

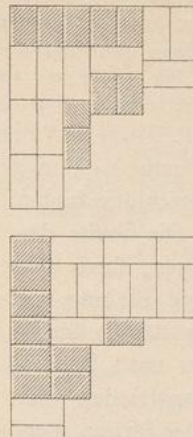


Fig. 99.

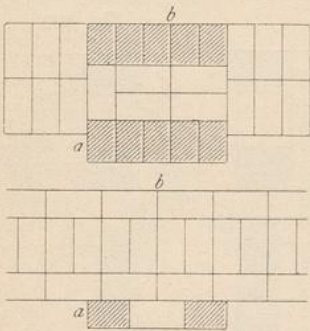


Fig. 100.

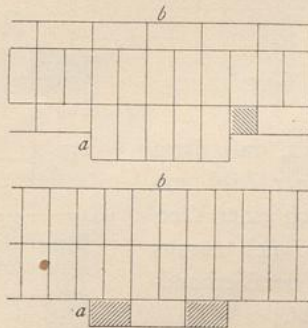


Fig. 101.

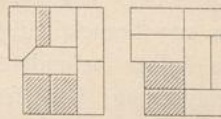


Fig. 102.

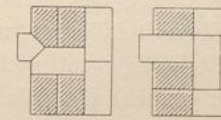


Fig. 103.

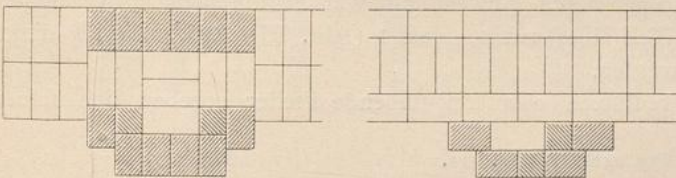
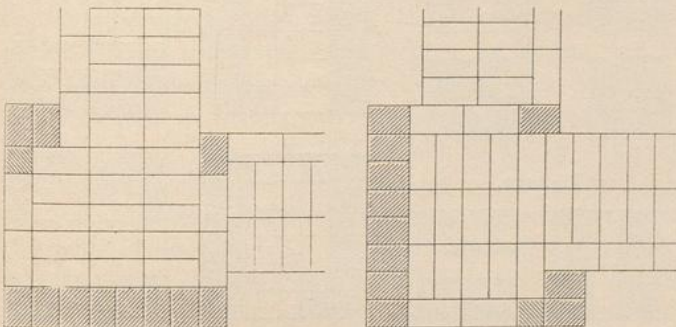


Fig. 104.



des lotrechten Mauer-  
abschlusses, des Mauer-  
anschlusses und der  
Mauerecke gelöst  
werden.

So zeigen sich z. B. in  
Fig. 94, 96 u. 99 in *a* der  
Mauerabschluss und in *b* der  
Maueranschluss zur Anwen-  
dung gebracht. Erleichtert  
wird jedoch auch in diesen  
oft einfachen Fällen die Ver-  
legung der Dreiquartiere  
durch das oben empfohlene  
Zerlegen der Schichten in  
rechteckige Streifen, was  
natürlich in den zusammen-  
gesetzteren Fällen noch mehr  
zur Geltung gelangt. Dafs  
aber dieses Verfahren, wie  
überhaupt jede Handhabung  
von Regeln, nicht blofs



mechanisch, sondern mit Ueberlegung angewendet werden sollte, zeigt das Beispiel in Fig. 100, im Vergleich zur Lösung derselben Aufgabe in Fig. 99. Durch eine kleine Abweichung von der Regel, die in Fig. 99 streng durchgeführt ist, wurden eine ganz wesentliche Herabminderung des Verbrauches an Drei Quartiern und vermehrte Verwendung von ganzen Steinen erzielt.

In Fig. 94, 96, 99, 100 u. 103 sind Beispiele von Pfeilervorlagen, in Fig. 104 ein solches einer äusseren und in Fig. 97 u. 98 solche von inneren Eckverstärkungen gegeben. Fig. 95 zeigt eine Nischenbildung.

50.  
Thür- und  
Fensterpfeiler.

Die Thür- und Fensterpfeiler erhalten im reinen Backsteinbau nach dem Lichten der Oeffnung zu Vorlagen, ebenfalls von Backsteinen, welche den Anschlag der Oeff-

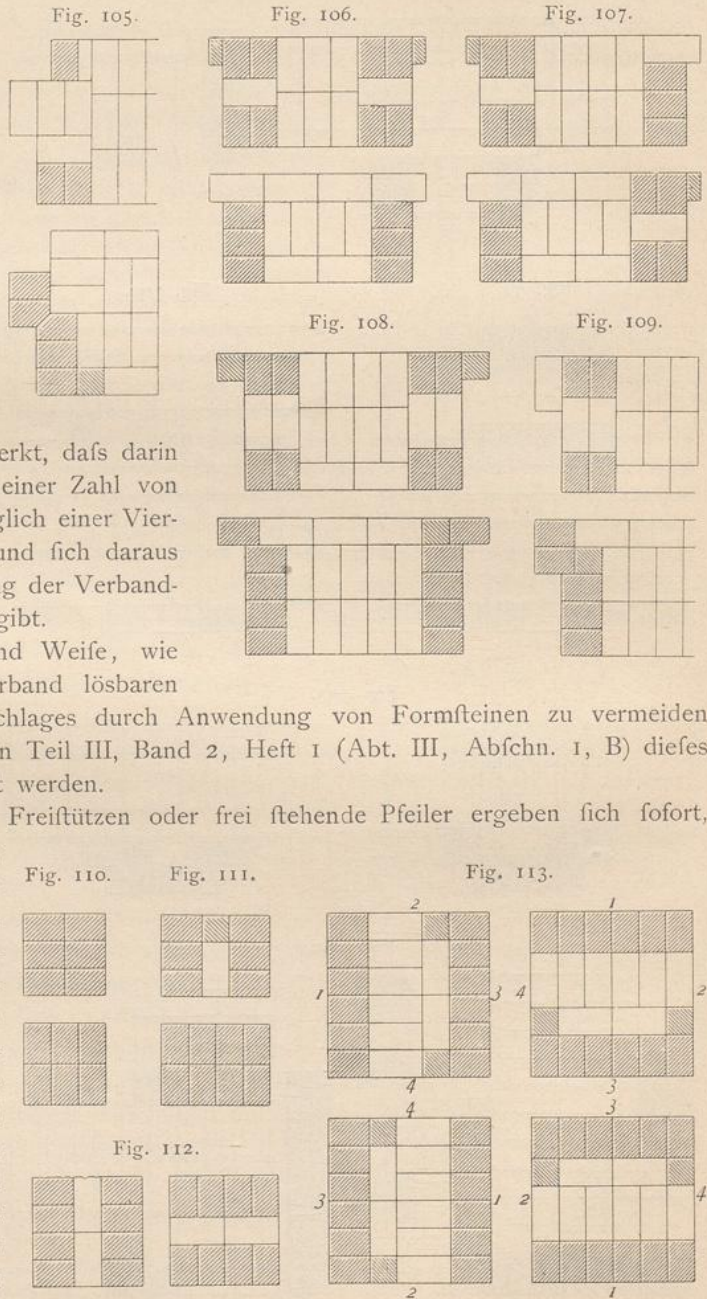
nungsverchlüsse bilden sollen. Die Breite des Anschlages, sowie die Tiefe und Bildung der Laibung der Oeffnung wechseln nach Bedürfnis, desgleichen die Länge der Pfeiler. Verschiedene Verhältnisse sind in den Beispielen Fig. 101, 102, 105 bis 109 berücksichtigt, die keiner besonderen Erläuterung bedürfen.

Nur zu Fig. 107 sei bemerkt, dass darin die Länge des Pfeilers einer Zahl von halben Steinlängen zuzüglich einer Viertelsteinlänge entspricht und sich daraus die einfache Umgestaltung der Verbandanlage von Fig. 106 ergibt.

Ueber die Art und Weise, wie die leicht aus dem Verband lösbaren Quartierstücke des Anschlages durch Anwendung von Formsteinen zu vermeiden sind, wird das Nötige in Teil III, Band 2, Heft 1 (Abt. III, Abchn. 1, B) dieses »Handbuches« mitgeteilt werden.

51.  
Freistützen  
ohne  
Vorlagen.

Die Verbände für Freistützen oder frei stehende Pfeiler ergeben sich sofort, wenn man dieselben als kurze Mauerstücke auffasst, durch Aneinanderschichten der betreffenden lotrechten Mauerendigungen. Da bei den Pfeilern die Belastung der Flächeneinheit in der Regel grösser ist, als bei Mauern, so ist namentlich bei ihnen der Verband möglichst richtig und aus möglichst vielen grossen Stücken herzustellen, und



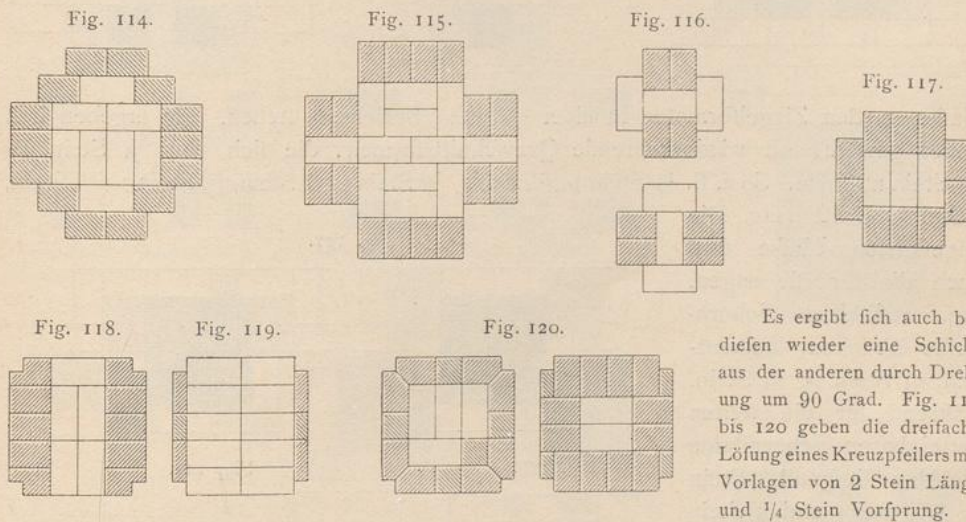


daher besonders bei Freistützen der schlechte Verband mit Quartierstücken und Längsquartieren zu vermeiden oder auf Fälle zu beschränken, wo er nicht zu umgehen ist. Deswegen sind auch hier keine derartige Beispiele gegeben worden.

Wie die beigegebenen, nur mit Hilfe von Drei- und Zwei-Quartieren konstruierten Beispiele (Fig. 110 bis 113) zeigen, ergibt sich bei Pfeilern mit quadratischem Grundriß der Verband der zweiten Schicht aus dem der ersten sofort durch Drehung um 90 Grad. Das Kreuzverbandmuster kann erst zur Anwendung gelangen, wenn eine Seite des Pfeilers mindestens 3 Steine lang ist. In Fig. 113 ist der Kreuzverband an einer quadratischen Freistütze von 3 Stein Seitenlänge in seinen vier Schichten durchgeführt. Es ergibt sich hierbei auch eine Schicht aus der anderen durch Drehung um 90 Grad. Es ist dies durch die Bezifferung der Seiten verdeutlicht.

Freistützen mit rechteckigem Kern und Vorlagen auf drei oder allen vier Seiten entsprechen dem rechtwinkligen Anstoß oder der Durchkreuzung von zwei Mauern mit nahe gerückten lotrechten Endigungen und bieten daher für die Betrachtung nichts Neues. Ebenso ist es mit Pfeilern von unregelmäßigem Grundriß, die nach den allgemein gültigen Regeln für beliebige Mauerkörper mit rechtwinkligen Ecken zu behandeln sind. Wir können uns daher hier auf Vorführung einiger oft vorkommender Beispiele (Fig. 114 bis 120) von Freistützen mit quadratischem Kern und allseitigen gleich großen Vorlagen, den sog. Kreuzpfeilern, beschränken.

52.  
Freistützen  
mit  
Vorlagen.



Es ergibt sich auch bei diesen wieder eine Schicht aus der anderen durch Drehung um 90 Grad. Fig. 118 bis 120 geben die dreifache Lösung eines Kreuzpfeilers mit Vorlagen von 2 Stein Länge und  $\frac{1}{4}$  Stein Vorsprung.

### 5) Mauerkörper mit rechtwinkligen Hohlräumen.

In den Mauerkörpern sind vielfach lotrecht aufsteigende Hohlräume anzubringen, und zwar einestheils zur Herstellung von Rauch-, Zuluft- und Abluftkanälen, sowie zur Unterbringung von Wasser-, Heiz- und anderen Rohren, anderenteils aber, um in den Mauern isolierende Luftschichten zur Warm- und Trockenhaltung der Gebäude und zur Verhinderung der Fortpflanzung des Schalles zu beschaffen, bzw. um Mauermaterial zu sparen. — Für die angegebenen Zwecke können die aufsteigenden Kanäle einzeln oder auch in Gruppen in Mauern oder Pfeilern angeordnet werden. Sie können rechtwinkligen, vieleckigen oder runden Querschnitt haben. Wir beschäftigen uns hier zunächst nur mit den rechteckigen, während bezüglich der anderen Querschnittsformen auf das bei den vieleckigen und runden Mauerkörpern mit Hohlräumen Folgende, sowie auf das in Teil III, Band 4 dieses »Handbuches« (Abt. IV, Abchn. 4, B, Kap. 4, unter c) Vorzuführende verwiesen werden kann.

53.  
Hohles  
Mauerwerk.



Die Querschnitte rechteckiger, lotrecht aufsteigender Kanäle sind zwar vom Zwecke abhängig und werden häufig durch Berechnung bestimmt; immerhin sollten dieselben aber zur Erleichterung der Konftruktion so bemessen werden, dafs die

Fig. 121.

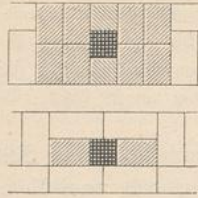


Fig. 122.

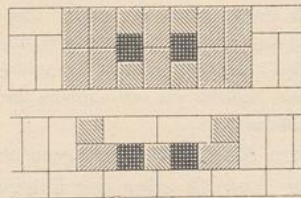


Fig. 123.

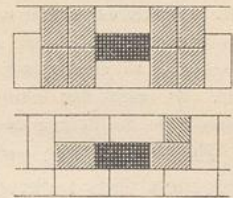


Fig. 124.

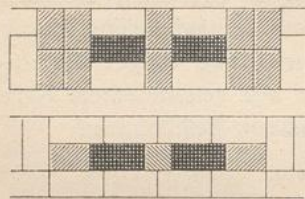


Fig. 125.

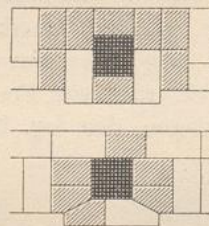
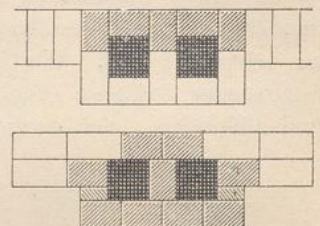


Fig. 126.



Masse zu den Ziegelformaten in einer gewissen Beziehung stehen. Es ergeben sich daher gewisse, oft wiederkehrende Querschnittsformen, die sich von  $\frac{1}{4}$  Stein zu  $\frac{1}{4}$  Stein abtufen. So z. B.  $\frac{1}{2}$  Stein  $\times$   $\frac{1}{2}$  Stein,  $\frac{1}{2}$  Stein  $\times$  1 Stein,  $\frac{3}{4}$  Stein  $\times$   $\frac{3}{4}$  Stein, 1 Stein  $\times$  1 Stein etc. Die angeführten Masse sind auch die für die engen, fog. russischen Schornsteine üblichen, namentlich  $\frac{3}{4}$  Stein  $\times$   $\frac{3}{4}$  Stein, während für die weiten bestiegbaren Schornsteine die Abmessungen  $1\frac{3}{4}$  Stein  $\times$   $1\frac{3}{4}$  Stein und 2 Stein  $\times$  2 Stein (deutsches Normal-Ziegelformat vorausgesetzt; wegen der Befeiigbarkeit ist man an gewisse bestimmte Masse gebunden) gebräuchlich sind. Die Wandungen, sowie die Scheidewände (Zungen) mehrerer nebeneinander liegender Kanäle werden in der Regel  $\frac{1}{2}$  Stein stark gemacht. Diese Kanäle müssen nicht nur im allgemeinen ununter-

Fig. 127.

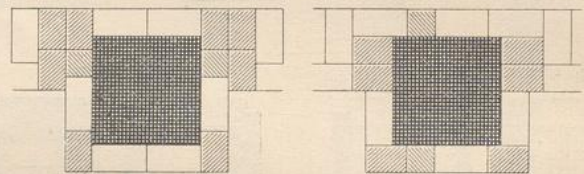


Fig. 128.

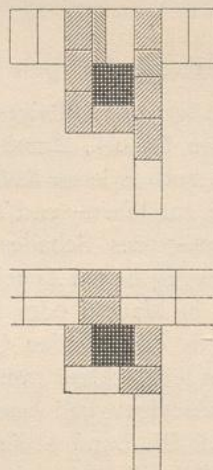
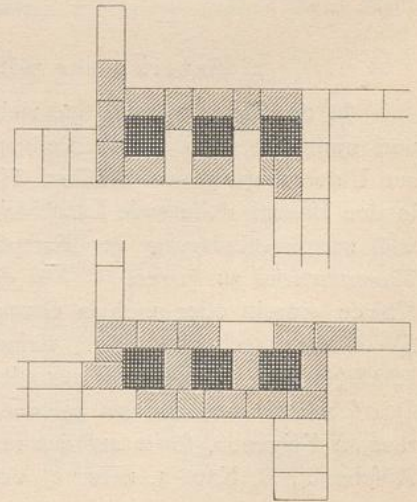


Fig. 129.





brochen lotrecht aufsteigen (wenn man nicht aus irgend welchen Gründen sie in der Richtung der Mauer zu ziehen genötigt wird); sie müssen auch mit dem anstoßenden Mauerwerk in regelrechtem Verband angelegt werden. Diesen regelrechten Verband erlangt man am besten, wenn man streng nach den für beliebige Mauerkörper angegebenen Regeln verfährt und zur Erleichterung des Verfahrens die Schichten durch den Seiten parallele Linien aus allen Ecken und Winkeln in Streifen zerlegt, deren Enden mit in der Richtung der Streifen liegenden Dreiquartieren in der dem Sonderfall entsprechenden Zahl besetzt werden. In den aufeinander folgenden Schichten muß natürlich die Richtung der Parallelen wechseln; auch ist auf richtigen Stosfugenwechsel bei Herstellung der  $\frac{1}{2}$  Stein starken Kanalwände zu achten. Im übrigen wird auf das früher Gesagte verwiesen. Bei den Kanälen, deren Mafse nur in Viertelsteinlängen ausdrückbar sind, ist die Anwendung von Quartierstücken nicht zu umgehen. Beispiele für Kanäle, einzeln oder zu zweien nebeneinander in der Mauerstärke untergebracht oder Vorsprünge vor derselben bildend, liefern Fig. 121 bis 127. Die Verbandweise bei mehr als zwei nebeneinander liegenden Kanälen ist sehr leicht aus der für zwei dergleichen gegebenen zu ermitteln. Beispiele für Verbände mit Anwendung von Längsquartieren und für quadratische

Fig. 130.

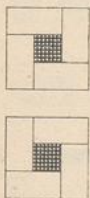


Fig. 131.

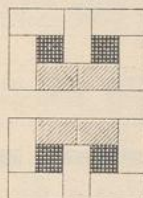


Fig. 132.

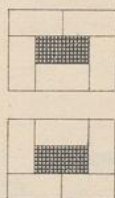


Fig. 133.

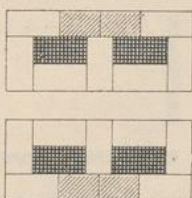


Fig. 134.

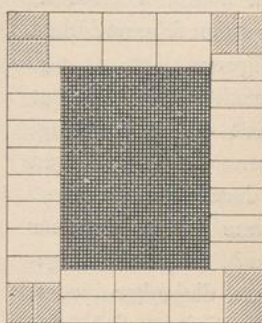


Fig. 135.

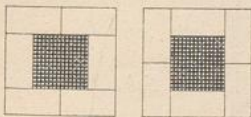


Fig. 136.

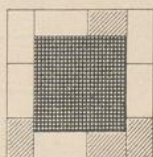


Fig. 137.

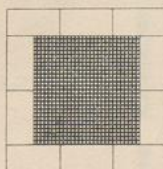


Fig. 138.



Fig. 139.

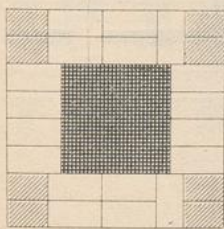


Fig. 140.

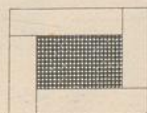


Fig. 141.

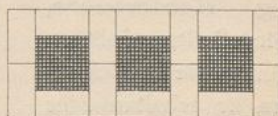


Fig. 142.

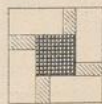
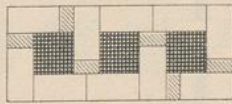


Fig. 143.



Kanäle von 1 Stein Weite finden sich in Teil III, Band 4 dieses »Handbuches« (S. 149<sup>30</sup>).

Fig. 128 u. 129 bieten Beispiele für die Anordnung von Kanälen in Mauerkreuzungen. Sie sind hierbei oft, wie Fig. 129 zeigt, bei

<sup>30)</sup> 2. Aufl.: S. 218.



geschickter Anordnung der Mauern, so anzubringen, daß sie keine Vorsprünge in den Räumen bilden.

55.  
Lotrechte  
Kanäle  
in Pfeilern

Mit Mauern nicht in Verbindung gebrachte Kanäle, einzeln oder in Gruppen nebeneinander, bilden Hohl Pfeiler, wie sie namentlich für Schornsteine von den Dachbalkenlagen an oder für ganz frei von unten an aufsteigende größere Schornsteine notwendig werden. Die Wandungen und Zungen der frei aufsteigenden Schornsteine werden bei den kleineren Querschnitten  $\frac{1}{2}$  Stein, bei den größeren Querschnittsflächen und Höhen 1 Stein und darüber stark gemacht. Bei den  $\frac{1}{2}$  Stein starken Wandungen wird der früher besprochene Läufer- oder Schornsteinverband angewendet. Beispiele für verschiedene Abmessungen der Kanäle, einzeln und zu mehreren nebeneinander, bieten Fig. 130 bis 133, 135 bis 138, 142 u. 143.

Fig. 134 u. 139 geben Beispiele von größeren Querschnittsflächen und 1 Stein starken Wandungen. In Fig. 139 ist der Hohlraum quadratisch von 2 Stein Seitenlänge, in Fig. 134 rechteckig von  $2\frac{3}{4} \times 3\frac{3}{4}$  Stein Seitenlänge. Die Eckanlagen mit Dreiquartieren

sind für beide Fälle verschieden. Die Anordnung der Eckfugen für ähnliche Fälle ist aus den schematischen Figuren 140 u. 141 ersichtlich. Fig. 141 gibt die Anordnung, wenn die Seitenlängen durch Steinbreiten ohne Rest meßbar sind, Fig. 140 dagegen diejenige, wenn die Seiten sich nur durch Viertelsteinlängen ausdrücken lassen.

56.  
Hohlmauern.

Wie schon angeführt, werden Mauern mit Hohlräumen, die sog. Hohlmauern, hergestellt, um in ihnen isolierende Luftschichten zu erhalten oder sie in ihrer Materialmasse zu verringern. Der erstere Grund wird namentlich bei

Umfassungsmauern häufig als vorliegend erachtet, der zweite besonders bei Scheidemauern aus konstruk-

Fig. 144.

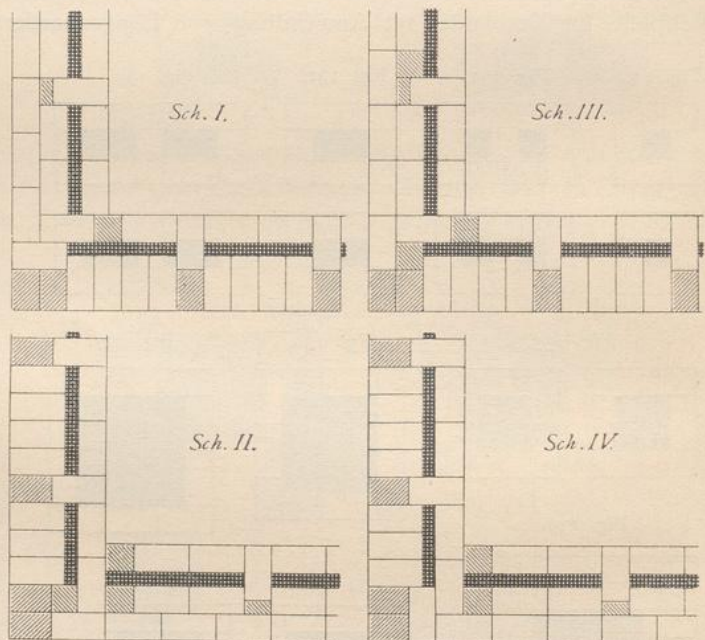


Fig. 145.

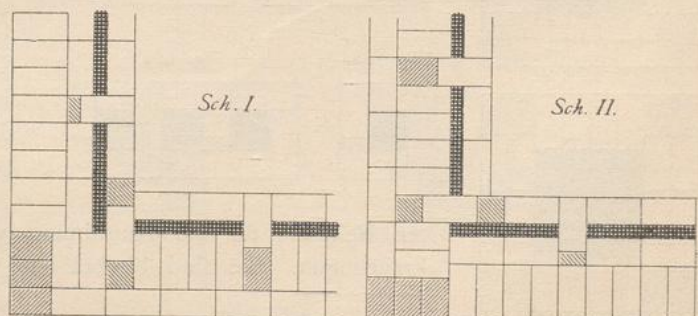
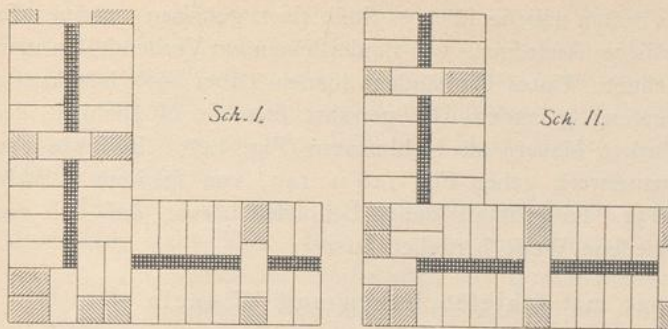




Fig. 146.



zu machen) Unterbrechungen durch Steine notwendig, welche die beiden Frontseiten zusammenbinden, um ihnen den durch die Hohlräume genommenen Teil ihrer Standfähigkeit wieder zu ersetzen. Bei den Umfassungsmauern mit isolierenden Luftschichten hält man in der Regel die äußere Hälfte mindestens 1 Stein stark, weil man die Stärke von  $\frac{1}{2}$  Stein gegen das Durchschlagen der Feuchtigkeit für nicht genügend erachtet. Der innere Teil ergibt sich dann bei Mauern von nur  $1\frac{1}{2}$  Stein Stärke  $\frac{1}{2}$  Stein dick, was für diesen Teil, wenn er Balken zu tragen hat, zu wenig ist. Dieser Gegenstand wird ausführlich im nächstfolgenden Hefte (Abt. III, Abschnitt 1, A, Kap. 2) dieses »Handbuches« besprochen werden. Der Luftschicht gibt man  $\frac{1}{4}$  Stein oder  $\frac{1}{2}$  Stein Breite.

Fig. 144 zeigt die zur Einrichtung des Kreuzverbandes an den Außenseiten notwendigen vier Schichten der mit Luftschicht  $1\frac{3}{4}$  Stein starken Mauern einer Gebäudeecke, Fig. 145 die zwei Schichten für die im Blockverband herzustellende Ecke zweier mit Luftschicht  $2\frac{1}{4}$  Stein starken Mauern. Die Durchbinder oder Ankersteine, welche die beiden Fronten der Mauern zusammenhalten, sind in Abständen von ca. 2 Steinlängen anzuordnen.

Fig. 148.

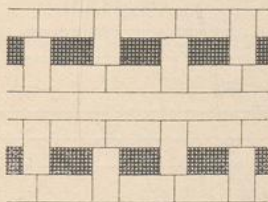


Fig. 150.

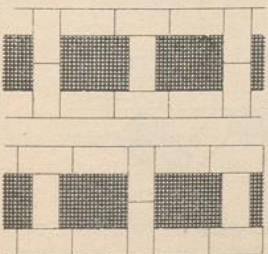


Fig. 149.

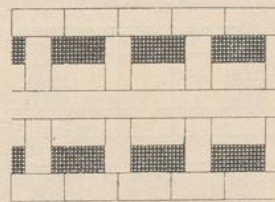
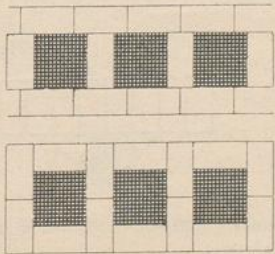


Fig. 151.



tiven oder wirtschaftlichen Rücksichten. In beiden Fällen kann es nicht, wie bei den Kanälen, darauf ankommen, daß die Hohlräume ununterbrochen lotrecht durchlaufen; im Gegenteil, es werden bei der großen Längenerstreckung derselben (sie sind so lang wie die Mauern

Bei den  $2\frac{1}{4}$  Stein starken Mauern läßt sich der Hohlraum auch in die Mitte legen und dann mit Vorteil der Binderverband verwenden (Fig. 146). Es hat diese Anordnung noch den Vorzug, daß für die Stockwerksgebälke in dem 1 Stein starken inneren Teile eine sichere Untermauerung geschaffen wird.

Bei denjenigen Hohlmauern, die nicht Schutz gegen von einer Seite zur Wirkung gelangende Feuchtigkeit bieten sollen, wie dies in der Regel



bei Scheidemauern der Fall ist, und die nicht als Trag- oder Stützwände zu dienen haben, können die beiden Fronten unbedenklich  $\frac{1}{2}$  Stein stark gehalten werden. Es ergibt sich dann bei regelmässiger Anordnung von Bindersteinen ein Verband, den man als Kästelverband bezeichnet. Unter Umständen können dabei auch hochkantig gestellte Steine zur Verwendung gelangen. Es gewährt dies die Möglichkeit der Herstellung von 1 Stein starken Mauern als Hohlmauern (Fig. 147). Beispiele von  $1\frac{1}{2}$  Stein starkem Kästelmauerwerk geben Fig. 148 u. 149, von folchem 2 Stein stark dagegen Fig. 150 u. 151. Es geht aus diesen Beispielen hervor, dass sich das Kästelmauerwerk auf verschiedene Weise herstellen lässt<sup>31)</sup>.

#### 6) Mauerkörper mit schiefen Ecken und Winkeln.

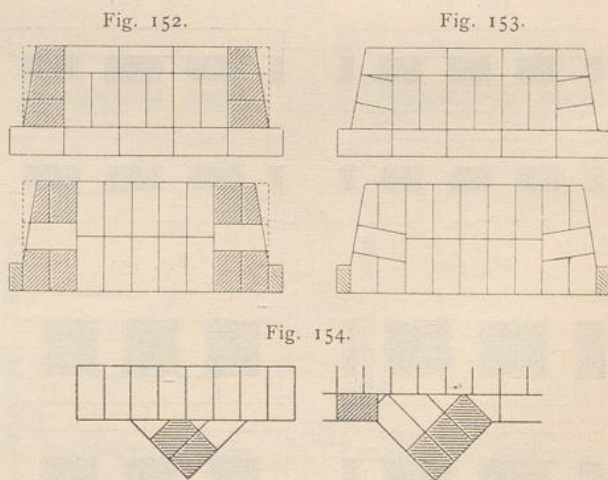
57.  
Grundsätze

Da die Gestalt der gewöhnlichen Backsteine ohne weiteres die Bildung von schiefwinkligen Mauerkörpern nicht zulässt, so müssen dieselben zu diesem Zwecke entsprechend zugehauen werden, oder man muss sich besonderer Formsteine bedienen. Wie schon bei Gelegenheit der Besprechung des schiefwinkligen Zusammenstosses von Mauern ausgeführt wurde, verlieren die Mauersteine beim Verhauen an gutem Aussehen, an Festigkeit und an Witterungsbeständigkeit. Es wird daher das Verhauen der Steine nur dann zulässig erscheinen, wenn der Bedarf an zugehauenen Steinen ein geringfügiger ist oder wenn die Mauerflächen geputzt werden. Aber auch in letzterem Falle wird man die Anwendung von sehr kleinen Stückchen, sowie den spitzwinkligen Auslauf der Fugen in den Aussenflächen zu vermeiden suchen müssen.

In allen Fällen, wo schiefe Winkel an einem Bauwerke in gleicher Grösse oft wiederkehren, namentlich bei Backsteinrohbauten, wird sich die Verwendung von Formsteinen für die Ecken empfehlen. Ausser der Beachtung der allgemein gültigen Verbandregeln werden hierbei für die Bildung dieser Formsteine gewisse Grundsätze festzuhalten sein, welche etwa die folgenden sind: die Formsteine sollen die Grösse der gewöhnlichen Backsteine nicht wesentlich übersteigen (die Dicke ist immer genau beizubehalten); der Verband ist mit möglichst wenigen Sorten von Formsteinen herzustellen; die Stoszfugen sollen senkrecht zu den Aussenflächen der Mauerkörper laufen.

58.  
Thür-  
und Fenster-  
laibungen.

Ein sehr häufig vorkommender Fall, bei dem man sich aber in der Regel der gewöhnlichen Backsteine bedienen wird, ist die Anordnung von abgeschrägten Laibungen der Thür- und Fensterpfeiler. Das gewöhnliche Verfahren hierbei ist das in Fig. 152 dargestellte, wonach man sich zunächst den Verband für rechtwinkelige Laibungen aufsucht und durch die gewünschte Schräge der Laibung die von den Mauerenden abzuhauenden Steinstücke bestimmt. Ein anderes Verfahren gibt Fig. 153; es sind dabei so gut, als es



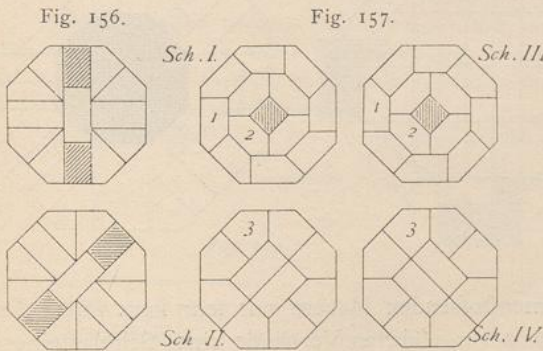
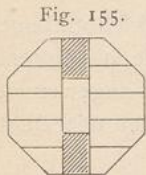
<sup>31)</sup> Ueber die Herstellung von Hohlmauern mit Hilfe von Hohlsteinen wird im nächstfolgenden Hefte (Abt. III, Abschnitt 1, B, Kap. 2) dieses »Handbuchs« die Rede sein.



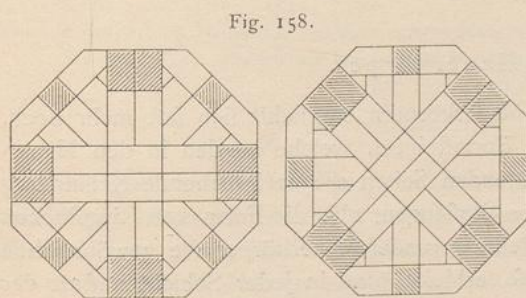
ging, die Regeln für stumpfwinkelige Mauerecken befolgt, die Stofsugen teilweise fenkrecht zu den äußeren Mauerfluchten, die spitzen Winkel der Steine möglichst in das Innere des Mauerkörpers verlegt worden. Trotzdem ist zuzugeben, daß durch dieses Verfahren ohne Verwendung von Formsteinen keine großen Vorteile zu erzielen sind.

Seltener ist der Fall, daß Mauerfluchten unter schiefen Winkeln einschneidende Pfeilervorlagen einzubinden sind. Das Einbinden erfolgt dann etwa in der in Fig. 154 mitgeteilten Weise.

Häufiger sind vieleckige Freistützen herzustellen, und unter diesen am häufigsten regelmäsig achteckige. Fig. 155 gibt eine Schicht einer solchen von  $2\frac{1}{2}$  Stein Stärke für Herstellung aus gewöhnlichen Backsteinen. Durch fortgesetzte Drehung dieser Schicht um 45 Grad kann ein vierfacher Wechsel der Fugenrichtung in vier aufeinander folgenden Schichten erzeugt werden. Es entspricht demnach diese Verbandanordnung allen Anforderungen an Fugenverwechslung und Ueberdeckung der Steine in den aufeinander folgenden Schichten, während sie andererseits in dem stark spitzwinkligen Auslauf der stark verhauenen vier Ecksteine einen bedeutenden Mangel aufweist. Dieser sonst bequem einzurichtende Verband wird daher nur dann anzuwenden sein, wenn es sich um Herstellung weniger und zu putzender Pfeiler handelt. Für andere Fälle ist die Verwendung von Formsteinen entschieden anzuraten. Derartige Beispiele bieten Fig. 156 u. 157.



In Fig. 158 ist eine Freistütze von  $4\frac{1}{2}$  Stein Stärke dargestellt. Die zweite Schicht ist durch Drehung der ersten um 45 Grad erzielt. Der Grundgedanke der Verbandbildung bei diesem Beispiel ist auch für noch stärkere Pfeiler anwendbar. Es wird nur eine Sorte Formsteine für die Ecken notwendig.



Reicher gegliederte Freistützen mit Vorlagen an den Vieleckseiten oder mit Diensten besetzte Pfeiler, wie sie als Stützen von Gewölben oft notwendig werden, deren auf eine Andeutung zu beschränkende Behandlung sich am besten hier anschließt, sind immer nur mit Formsteinen und als Rohbau auszuführen. Fig. 159 und 161 mögen als Beispiele genügen <sup>32)</sup>.

<sup>32)</sup> Zahlreiche Beispiele finden sich in dem schon in Fußnote 25 (S. 30) angeführten Werke von *Fleischinger & Becker*, dem auch Fig. 159 u. 161 nachgebildet sind.

59.  
Dreieckige  
Pfeiler-  
vorlagen.

60.  
Vieleckige  
Freistützen.

61.  
Gegliederte  
Freistützen.



Fig. 159.

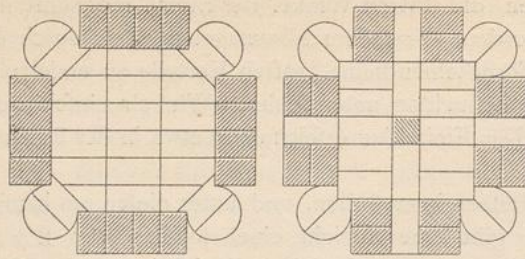
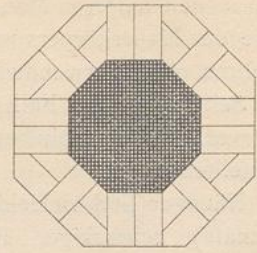


Fig. 160.



62.  
Vieleckige  
Hohlfeiler.

Auch unter den vieleckigen Hohlfeilern, welche so oft als Fabrikschornsteine Verwendung finden, sind die von regelmäßig achteckigem Grundriss die häufigsten. Es werden bei diesen, wie bei allen anderen, zunächst die Regeln angewendet werden müssen, welche früher für die Bildung der stumpfwinkligen Ecken mitgeteilt

Fig. 161.

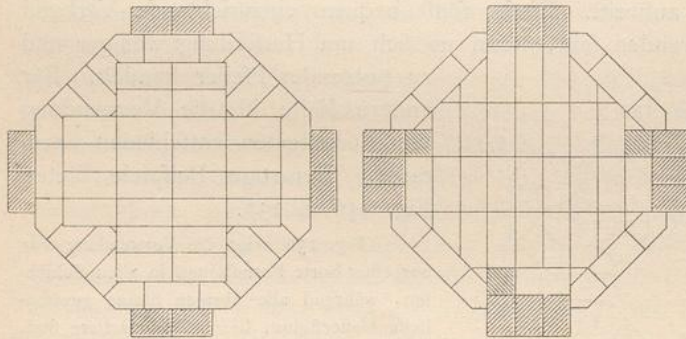
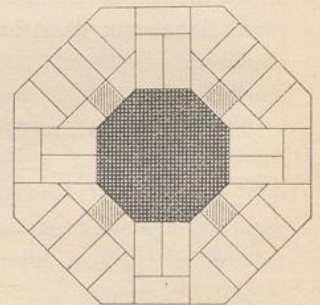


Fig. 162.



wurden, wenn gleich hier die zusammenstossenden Mauern nur sehr kurz sind. Es ergeben sich dann die in Fig. 160 u. 162 vorgeführten Verbände eines Schornsteines, dessen innere Achteckseite 1 Stein lang ist (der Durchmesser des eingeschriebenen Kreises ist dann gleich  $2,414$  Steinlängen) und dessen Wandstärken 1 Stein oder  $1\frac{1}{2}$  Stein betragen. Die zweiten Schichten sind sofort durch Drehung der ersten um  $45$  Grad zu erlangen.

#### 7) Runde Mauerkörper.

63.  
Gekrümmte  
Mauern.

Für die Herstellung von runden Mauerkörpern empfiehlt sich fast mehr noch, als für vieleckige die Verwendung von Formsteinen, welche an den in den Mauerfluchten oder konzentrisch zu diesen liegenden Seiten die entsprechende Krümmung und senkrecht zur Krümmung gerichtete Stosfugen, also die Form von Ringstücken besitzen müssen. Würde man zur Herstellung runder Mauerkörper die gewöhnlichen rechteckigen Mauersteine verwenden, so erhielte man in jeder Schicht anstatt der gebogenen Flucht eine vieleckige. Die Läuferfluchten würden von der Bogenform noch mehr abweichen, als die Binderfluchten, weil sie nur die halbe Seitenzahl erhielten als die letzteren. Bei grossen Krümmungshalbmessern würden allerdings die Abweichungen von der cylindrischen Mauerflucht so gering ausfallen, dass sie nicht stören könnten.



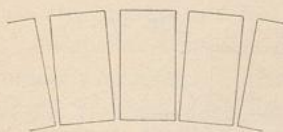
Fig. 163.



Fig. 164.



Fig. 165.



Wir wollen den letzteren Weg einschlagen und annehmen, daß die Stosfugen an der äußeren Mauerflucht das Maß von 15 mm nicht übersteigen, an der inneren Flucht aber nicht unter 7,5 mm herabgehen dürfen. Unter Festhaltung des Binderverbandes erhalten wir dann, wie Fig. 166 nachweist, bei der 1 Stein starken Mauer die Proportion

$$135 : 127,5 = (250 + r) : r,$$

daraus  $r = \frac{127,5 \cdot 250}{7,5} = 4,25 \text{ m},$

Fig. 166.

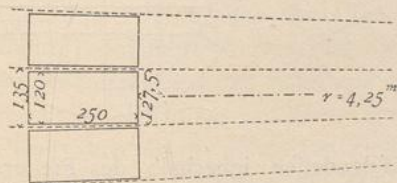
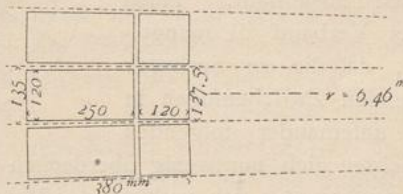


Fig. 167.



wobei  $r$  den lichten Halbmesser des gekrümmten Mauerwerkes bezeichnet.

Nach Fig. 167 erhalten wir für die  $1\frac{1}{2}$  Stein starke Mauer

$$135 : 127,5 = (380 + r) : r$$

und  $r = \frac{127,5 \cdot 380}{7,5} = 6,46 \text{ m}.$

Es würden also unter den gemachten Voraussetzungen 1 Stein starke Mauern mindestens einen Halbmesser von  $4,25 \text{ m} = 17$  Steinlängen und  $1\frac{1}{2}$  Stein starke Mauern einen geringsten Halbmesser von ca.  $6,5 \text{ m} = 26$  Steinlängen erfordern. Auch für noch stärkere Mauern ergibt sich als ungefähres Verhältnis zwischen Mauerstärke und Halbmesser  $1 : 17$ . Für kleinere Halbmesser oder vielmehr bei gekrümmten Mauern, deren Stärke größer als  $\frac{1}{17}$  des lichten Halbmessers ist, wird sich unbedingt das Verhauen der Steine oder noch mehr die Anwendung der beschriebenen Formsteine empfehlen. Mit den letzteren lassen sich dann die gekrümmten Mauern ganz in denselben Verbänden wie die geraden ausführen.



64.  
Runde  
Freistützen.

Die Herstellung von Rundpfeilern aus gewöhnlichen Backsteinen liefert sehr schlechte Ergebnisse, wie das Beispiel in Fig. 168 zeigt, bei welchem allerdings ein Wechsel von vier Schichten ganz verbandgerecht durch fortgesetzte Drehung um 45 Grad erzielt werden kann. Wenn nun auch die Verwechslung der Fugen eine regelrechte ist, so entspricht doch der Verband anderen, nicht minder wichtigen Forderungen nur in geringem Grade.

Es sind in jeder Schicht nur zwei nach dem Mittelpunkte laufende Stosfugen vorhanden; alle anderen treffen unter zum Teile spitzem Winkel den Umkreis. Nur ein Stein (der in der Mitte) braucht nicht verhauen zu werden, bei allen übrigen ist dies notwendig; dabei kommen alle behauenen Flächen in den Umfang zu liegen und eben dahin noch eine Anzahl sehr kleiner Stücke.

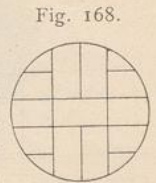


Fig. 168.

Infolgedessen wird sich, abgesehen von sonstigen Nachteilen, trotz des größten Aufwandes von Mühe und Sorgfalt seitens des Maurers, immer nur ein sehr unvollkommen gestalteter Säulencylinder ergeben. Es wird in solchen Fällen die Verwendung von Formsteinen

auch hinsichtlich der Kosten sich lohnen, namentlich wenn man solche nur am Umfang verwendet, den Kern aber aus gewöhnlichen Backsteinen herstellt, wie dies Fig. 172 zeigt. In Fig. 169 ist der Formsteinverband für einen 2 bis 2½ Stein starken Rundpfeiler in feinen zwei Schichten dargestellt, wobei man mit zwei Sorten von Formsteinen auskommt. Auch dieser Verband ist mangelhaft, da die ein Sechseck bildenden Zwischenfugen in den aufeinander folgenden

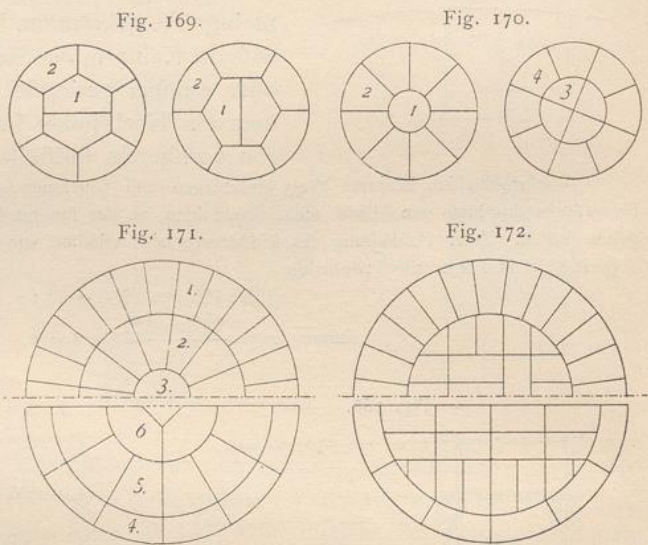


Fig. 169.

Fig. 170.

Fig. 171.

Fig. 172.

Schichten sich nur wenig überdecken und infolgedessen innerhalb des Pfeilers ein nur wenig unter sich verbundener Mantel und Kern sich bilden werden. Bessere Ergebnisse erzielt man bei Anwendung von vier Formsteinforten (Fig. 170). In Fig. 171 u. 172 sind Verbände für 5 Stein starke Rundpfeiler dargestellt. Zur Herstellung von Pfeilern nach Art von Fig. 171 sind sechs Sorten von Formsteinen erforderlich.

Als Beispiel ist noch der aus Formsteinen hergestellte Verband der kannelierten Mittelschiffsäulen der Basilika zu Pompeji hinzugefügt worden (Fig. 173).

Von diesen Säulen stehen jetzt Stümpfe von 1 bis 2 m Höhe aufrecht. Die Formsteine sind zwar bei allen nach derselben Weise gebildet; sie sind aber nicht überall in den Mafsen gleich. So haben die im Durchmesser wechselnden kreisrunden Mittelstücke 52 cm und 48 cm, bezw. 36 cm und 25 cm Durchmesser; dementsprechend sind auch die radialen Stücke verschieden. Die Lagerfugen sind dünn, nämlich 3 bis 5 mm dick. Die Stosfugen sind sehr verschieden gemauert. Sie sind bei vielen Säulen bis zu 40 mm dick zwischen den radialen Formsteinen; bei anderen sind sie wieder dünn gehalten. Ob dies ebenso, wie die verschiedene Größe der Steine mit der Herstellung der Säulenverjüngung zusammenhängt, wird sich nur durch genauere Untersuchung feststellen lassen, namentlich der Frage, ob und welche der Säulenstümpfe nach der Aufgrabung etwa neu aufgemauert worden sind. Die Kanneluren scheinen durch Zuhauen hergestellt worden zu sein. Daß die Säulen geputzt waren, braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden.



Fig. 173.

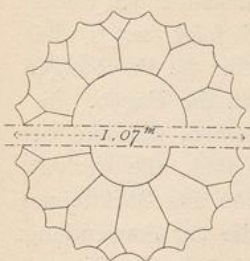


Fig. 174.

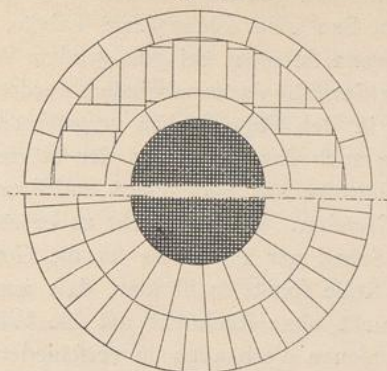
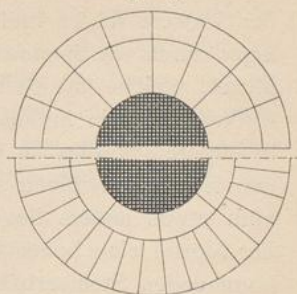


Fig. 175.



Verschiedene antike Säulenverbände von Backsteinen aus Pompeji und Rom sind in Teil II, Band 2 dieses »Handbuches« zu finden.

Fabrikshornsteine erhalten sehr häufig die Gestalt von Hohl Pfeilern mit kreisrundem Grundriß. Da bei solchen die Ausführung eines Putzes, sowohl innen als außen, unzweckmäßig ist, so müssen dieselben unter allen Umständen an den äußeren und inneren Flächen aus Formsteinen hergestellt werden (Fig. 175). Bei größeren Mauerstärken können dabei im Inneren des Mauerwerkes wohl auch teilweise gewöhnliche Backsteine Verwendung finden, wofür Fig. 174 ein Beispiel gibt.

Es mag hier noch angeführt werden, daß man in neuerer Zeit zur Herstellung von Fabrikshornsteinen, sowohl runden als vieleckigen, die Verwendung von Hohlsteinen besonders empfiehlt.

#### 8) Bogenverband.

Die Steinkonstruktionen zur Ueberdeckung von Räumen und Oeffnungen müssen wie alle Mauerwerke nach den allgemeinen Gesetzen hergestellt werden, wie sie im 1. Kapitel vorgeführt wurden. Es sind danach die für diese Zwecke zur Anwendung gelangenden Gewölbe aus Schichten herzustellen, deren Lagerflächen im allgemeinen senkrecht zur Richtung des Hauptdruckes liegen. Es führen dementsprechend bei den Gewölben die so gelegenen Fugenflächen den Namen Lagerflächen und die Durchdringungen derselben mit den Ansichtsflächen der Gewölbe die Bezeichnung Lagerfugen (Wölb-fugen); alle übrigen Fugenflächen und Fugen nennt man Stofsflächen, bezw. Stofs-fugen. Die Richtung des Fugendruckes ist in den Gewölben eine wechselnde; sie folgt einer gekrümmten Drucklinie. Die Schichten eines Gewölbes können demnach nicht von parallelen Lagerflächen begrenzt sein; sondern es müssen die letzteren sich gegeneinander neigen. Gewöhnlich ist die Drucklinie nicht konzentrisch zur Wölblinie oder Bogenlinie des Gewölbes. Da man aber um des Aussehens willen und um spitzwinkelige Außenkanten der Wölbsteine zu vermeiden, die Lagerfugen senkrecht zur inneren Wölblinie annimmt, bei Kreisbogen also nach dem Mittelpunkt gerichtet, so ergibt sich daraus für die Lagerflächen fast immer eine von der theoretisch richtigen abweichende Lage.

Diese Abweichung darf nach den Auseinandersetzungen des 1. Kapitels ein gewisses Maß nicht überschreiten, wenn ein Gleiten der Wölbsteine aufeinander ausgeschlossen sein soll. Hierauf ist bei der Konstruktion der Gewölbe unter Umständen die gebührende Rücksicht zu nehmen. Dem Gleiten der Wölbsteine aufeinander

65.  
Runde  
Hohl Pfeiler.

66.  
Fugenflächen  
und  
Fugenlinien.

67.  
Verband.



wirkt der zwischen die Fugenflächen gebrachte Mörtel entgegen. Da nun die Wölbsteine zum größten Teile im Bau eine solche Lage haben, daß sie dem Gesetze der Schwere folgen müssen, wenn sie nicht bei genügendem Widerstande der Widerlager durch die Spannung im Gewölbe daran verhindert werden, so folgt daraus, daß Mittel, welche die Reibung in den Fugenflächen vergrößern, für die Wölbungen willkommen sein müssen, also auch das Einbringen des Mörtels in die Fugen. Insbesondere gilt dies für die Gewölbe aus Backsteinen und Bruchsteinen, während bei den Haupteingewölben aus Gründen, die hier nicht zu erörtern sind, die Verhältnisse etwas anders liegen. Sehen wir also, daß für die Gewölbe aus Backsteinen der Mörtel eine bedeutende Rolle spielt, so ist klar, daß man die zur Anwendung kommenden Steinverbände nicht ohne Rücksicht auf die Wirksamkeit des Fugenmörtels, die bei den verschiedenen Verbänden in verschiedener Weise sich äußert, besprechen kann, daß also deren Erörterung hier noch nicht am Platze, sondern zweckmäßigerweise nach Teil III, Band 2, Heft 2 (Abt. III, Abchn. 2, A) dieses »Handbuches« zu verschieben ist. Nichtsdestoweniger ist es möglich, hier

wenigstens die gebräuchlichen Verbandanordnungen vorzuführen, welche bei der Konstruktion der Mauer- und Gurtbogen zur Anwendung gelangen, weil sie ganz und gar den Pfeilerverbänden entsprechen, wenn man sich die lotrechte Achsenlinie des Pfeilers durch die gekrümmte des Bogens ersetzt denkt.

Es können dann die für Freistützen früher gegebenen Verbandanordnungen als unmittelbar auch für Bogen gültig angenommen werden. Es brauchen diese Beispiele hier nur durch solche, die auf die Bildung eines Anschlages Bezug haben, vermehrt zu werden, da bei den zur Ueberdeckung von Fenster- und Thüröffnungen angewendeten Mauerbogen Anschläge aus denselben Gründen, wie bei den Thür- und Fensterpfeilern erforderlich werden. Den für letztere in Fig. 101, 102, 105 bis 109 mitgeteilten Beispielen schließen sich die unter Fig. 176 bis 180 für Bogen passend an.

Erhalten die Bogen eine bedeutende Tiefe, werden sie zu Tonnengewölben, so erhalten die Schichten die Verbandanlagen von Mauern mit lotrechten Abchlüssen an beiden Enden, wie ja auch die Pfeiler in ihrem Verband nichts anderes zeigen, als die nahe zusammengedrängten Endigungen von Mauern.

Am besten werden die Bogen aus keilförmig gestalteten Steinen ausgeführt. Kann man solche für den gegebenen Halbmesser des Bogens nicht geformt aus der Ziegelei beziehen, so muß man sie keilförmig zuhauen. Besonders wichtig wird dies für die Halbkreisbogen, weil bei diesen die Dicke des Bogens im Verhältnis zum Halbmesser ziemlich groß ist, die Schichten also stark keilförmig ausfallen. Die Keilform der Steine darf aber gewisse Grenzen nicht überschreiten. Beim Brennen würde eine sehr ungleichmäßige Dicke der Steine ein Verziehen zur Folge haben; ebenso

Fig. 176.

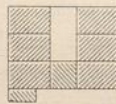


Fig. 177.



Fig. 178.

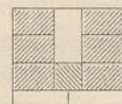


Fig. 179.

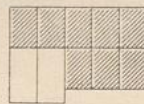
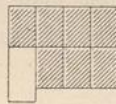
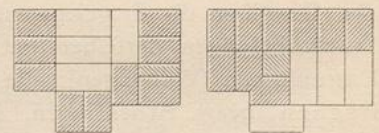


Fig. 180.





würde aber ein zu starkes Verhauen die Wölbsteine zu sehr schwächen. Man kann wohl annehmen, daß die Schwächung der Steine  $\frac{1}{3}$  der Dicke, also beim Normalformat ca. 22 mm nicht übersteigen sollte. Nimmt man einen solchen noch zulässigen Unterschied in der Dicke der Steine an der inneren und äußeren Wölbfläche des Bogens an, so wird sich daraus berechnen lassen, welche Stärke ein Bogen, der im Verband eingewölbt werden soll, bei gegebenem Halbmesser nicht übersteigen darf, oder bis zu welchem kleinsten Halbmesser herab ein Bogen von gegebener Stärke im Verband hergestellt werden kann. Unter dieser Annahme berechnet sich der Halbmesser eines Bogens

von $\frac{1}{2}$ Stein Stärke zu 251 mm,
» 1 » » » 523 » ,
» $1\frac{1}{2}$ » » » 796 » ,

also im allgemeinen annähernd der Halbmesser als Zweifaches der Bogenstärke<sup>33)</sup>.

Bei flachen Bogen konvergieren die Schichten nicht stark, so daß es möglich wird, dieselben aus den parallelepipedischen gewöhnlichen Backsteinen herzustellen und nur die Lagerfugen keilartig zu gestalten, ähnlich wie dies für rundes Mauerwerk erörtert wurde. Nimmt man, wie damals die zulässige Dicke der Fugen am Bogenrücken zu 15 mm und die Fugendicke an der Bogenlaibung zu 7,5 mm an, so berechnet sich der lichte Halbmesser des Bogens

bei 1 Stein Bogenstärke zu 2,416 m,
» $1\frac{1}{2}$ » » » 3,671 » ,
» 2 » » » 4,930 » ,

also ungefähr der kleinste Halbmesser, mit dem ein Bogen aus gewöhnlichen Backsteinen, ohne daß die Fugen zu keilartig ausfallen, im Verband gewölbt werden kann, zur 10-fachen Bogenstärke.

Sind die Bogen im Verhältnis zum Halbmesser so stark zu machen, daß die Steine oder die Fugen in unzulässiger Weise keilförmig gemacht werden müßten, so muß man es aufgeben, im Verband zu wölben. Man muß dann von einem der ersten Grundsätze für alle Steinverbände absehen, nämlich dem, daß in aufeinander folgenden Schichten nie Stosfugen aufeinander treffen sollen. Die Ausführung erfolgt dann entweder so, daß man mehrere im Verbands gewölbte Ringe übereinander anordnet, oder so, daß man den Bogen aus einer Anzahl von konzentrischen,  $\frac{1}{2}$  Stein starken Schalen oder Ringen (englischer Verband, Schalen- oder Rouladenbogen) zusammensetzt. Bisweilen werden die Schalen an passenden Stellen durch Binder verbunden oder in Abteilungen zerlegt. Das Nähere über diese Konstruktionen folgt später.

#### b) Quaderverbände.

Regelmäßig bearbeitete natürliche Steine von ansehnlicher Größe nennt man Quader, Haufsteine, Werksteine, Werkstücke oder Schnittsteine. Quader werden aber auch größere, aus Mörtelmaterialien durch Gießen oder Stampfen in Formen erzeugte künstliche Steine genannt (Betonquader). Zwischen natürlichen und künstlichen Quadern ist indes in Beziehung auf die Verbandanordnung weiter kein Unterschied zu machen als der, der sich daraus ergibt, daß es für die künstlichen Quader bequemer ist, dieselben in genau regelmäßiger Form herzustellen, während bei den

69.  
Natürliche  
und künstliche  
Quader.

<sup>33)</sup> Dieses Verhältnis würde genau richtig sein, wenn die Abmessungen der Backsteine sich genau wie 1:2:4 verhielten.