

IV. Maurerarbeiten.

Allgemeines über Benennung und Verband der Mauern.

Unter Mauerwerk versteht man übereinander gelegte Schichten von Steinen, die gewöhnlich durch ein Verbindungsmittel (Mörtel) zu einem Ganzen verbunden sind.

Zu den Maurerarbeiten gehören alle zur Herstellung von Mauern samt deren Verputz erforderlichen Arbeiten sowie die verschiedenen Versetzarbeiten.

Das Mauerwerk kann aus natürlichen oder aus künstlichen Steinen oder aus Stampf- und Gußmassen (Beton u. dgl.) hergestellt werden.

Je nach den bei Herstellung von Mauern zur Verwendung gelangenden Baumaterialien unterscheidet man: Ziegel-, Bruchstein-, Quadermauerwerk, gemischtes und zusammengesetztes Mauerwerk, schließlich Beton- und Pisémauerwerk.

Die seitlichen Flächen einer Mauer heißen **W a n d f l ä c h e n** oder **W ä n d e**. Die sichtbaren Wandflächen, die nicht durch anschließende Erde u. dgl. verdeckt sind, daher rein bearbeitet werden, nennt man **M a u e r h ä u p t e r**. Der Ausdruck „Wand“ wird auch allgemein gebraucht, z. B. Scheidewand, Erdwand, Riegelwand, Bretterwand usw.

Diejenigen Flächen eines Mauersteines, auf welchen der Druck des Mauerwerkes lastet, heißen **L a g e r f l ä c h e n**. Die Berührungsflächen eines Steines mit den Nachbarsteinen, die keinen Druck auszuhalten haben, heißen **S t o ß f l ä c h e n**.

Der Raum zwischen den Lagerflächen heißt **L a g e r f u g e**, jener zwischen den Stoßflächen **S t o ß f u g e**. Die am Mauerhaupte sichtbaren Mörtelfugen nennt man **M ö r t e l b ä n d e r**.

Liegt der Mauerstein mit seiner Längendimension parallel zur Längsrichtung der Mauer, so nennt man ihn **L ä u f e r**, liegt er dagegen senkrecht darauf, so wird er **B i n d e r** genannt. Je nachdem in einer Schar am Mauerhaupte Binder oder Läufer sichtbar sind, nennt man sie „**B i n d e r -** oder **L ä u f e r s c h a r**“.

Um einen möglichst stabilen Mauerkörper zu erlangen, müssen die Bausteine in gutem **V e r b a n d**, d. h. in zweckmäßiger Anordnung neben- und übereinander gelegt werden. Die Stoßflächen sind so anzuordnen, daß sie in den aufeinanderfolgenden Steinlagen (Scharen) nicht zusammenfallen, sondern daß die Stoßfuge immer auf volle Steine zu liegen kommt — „**V o l l a u f F u g**“ — und womöglich auf die Mitte der unten und oberhalb liegenden Steine trifft.

Je nach Form und Lage des Mauerwerkes unterscheidet man:

- A. **S t e h e n d e s M a u e r w e r k**, bei welchem die Höhe größer ist als die Breite;
- B. **L i e g e n d e s M a u e r w e r k**, welches im Verhältnis zur Länge und Breite eine sehr geringe Höhe hat (Pflasterungen, Estriche usw.).
- C. **S c h w e b e n d e s M a u e r w e r k** (Gewölbe, Steindecken und Gesimse), welches durch die Form der Bausteine und durch deren gegenseitige Verbindung frei schwebend erhalten wird.

A. Stehendes Mauerwerk.

Das stehende Mauerwerk (die Mauern) erhält je nach seiner Lage und Bestimmung verschiedenartige Benennungen, und zwar:

U m f a s s u n g s m a u e r n, das sind jene Mauern, welche einen Raum einschließen (umfassen).

H a u p t m a u e r n, so nennt man alle Mauern, welche Decken tragen, gleichgültig ob diese Umfassungs-, Scheide- oder Mittelmauern sind.

Scheidemauern, welche bloß zur Unterteilung einzelner Räume dienen.

Mittelmauern, das sind jene Hauptmauern, welche das Gebäude parallel zur Längsachse unterteilen, im Verein mit den Hauptmauern die Deckenkonstruktion tragen und die meisten Rauch- und Ventilationschlote aufnehmen.

Seiten- oder Stirnmauern, welche das Gebäude an der Schmalseite (Stirnseite) abschließen. Der Abschluß eines Gebäudes gegen das Nachbargebäude, den Nachbargrund, wird durch die **Feuermauer** gebildet.

Brandmauern, welche längere Gebäude durchqueren, um die rasche Fortpflanzung einer Feuersbrunst zu verhindern. Sie müssen alles Holzwerk vollständig trennen und bis über die Dachfläche emporgeführt werden.

Widerlagsmauern, an welche sich die Gewölbekonstruktionen stützen; **Endwiderlager**, das sind Mauern, die nur auf einer Seite von der Gewölbekonstruktion belastet sind; **gemeinschaftliche Widerlager** hingegen auf beiden Seiten.

Bekleidungsmauern; sie dienen lediglich zum Schutze von Böschungen gegen Verwitterung.

Stütz- oder Futtermauern, welche zum Schutze von Anschüttungen oder Böschungen gegen Einsturz dienen.

Pfeiler, das sind Mauern von kleinem, horizontalem Querschnitte und verhältnismäßig großer Höhe. Runde Pfeiler nennt man **Säulen**.

Werden Pfeiler anschließend an eine Mauer mit dieser in Verband hergestellt, so nennt man sie **Wandpfeiler**, in der Architektur auch **Lisenen**. **Wandpfeiler**, welche dem Druck einer Erdwand oder eines Gewölbes (z. B. bei Kirchen) entgegenwirken, nennt man **Strebepfeiler** oder **Kontreforts**.

Verband im stehenden Mauerwerke. Dieser erfolgt nach den früher angegebenen Direktiven. Die Lagerflächen werden aus Stabilitätsrücksichten horizontal angeordnet. Die Steine sollen nicht hochkantig gestellt werden, sondern immer die größte Fläche als Lagerfläche bekommen (flachkantig).

In besonderen Fällen — z. B. als oberer Abschluß einer freistehenden Mauer — kann es jedoch angezeigt sein, etwa hiezu verwendete Ziegelsteine auf die schmalen Flächen (hochkantig) aufzustellen.

Je nachdem eine Schichte Steine flach- oder hochkantig gelegt wird, unterscheidet man eine **liegende** oder **stehende** Schar von Steinen. Eine stehende Ziegelschar nennt man **Rollschar**.

1. Ziegelmauerwerk.

(Tafel 8.)

Die Ziegel eignen sich zufolge ihrer regelmäßigen Form, ihres geringen Gewichtes, der hinreichenden Festigkeit, der guten Verbindungsfähigkeit mit dem Mörtel, dann deshalb, weil sie den Schall und die Wärme schlecht leiten, in besonderer Weise als Bausteine. Sie ermöglichen einen raschen Baufortschritt und bilden gegenwärtig das hauptsächlichste Baumaterial für unsere Wohnhäuser.

Unser Normalziegel ist 6·5 cm hoch, 14 cm breit und 29 cm lang. Für 1 m³ gerades Ziegelmauerwerk braucht man daher bei 5% Bruchannahme und Berücksichtigung der 1 cm dicken Mörtelbänder rund 300 Stück Ziegel. Der Mörtel beträgt dabei zirka 0·20 m³.

Die zur Verbandherstellung notwendigen Teilsteine macht sich der Maurer durch Zerkleinern von gewöhnlichen Ziegeln selbst, indem er diese der Länge oder Breite nach teilt. Wird der ganze Ziegel (Fig. 1 a, T. 8) nach der Breite in die Mitte geteilt, so erhält man halbe Steine (Fig. 1 c, T. 8). Wird so ein Stein noch halbiert, so erhält man Viertelsteine (Fig. 1 b, T. 8). Wird nur ein Viertelstein abgetrennt, so bleibt ein Dreiviertelstein übrig (Fig. 1 d, T. 8). Teilt man den Stein der Länge nach in die Hälfte, so erhält man die Kopf- oder Riemstücke (Fig. 1 e, T. 8).

Die Mauerstärken werden stets nach Abstufungen der Ziegelbreite ausgeführt und demgemäß, inklusive Dicke der Stoßfugen, 15, 30, 45 cm usw. stark benannt und so auch in den Plänen kotiert.

Die gewöhnlichen Mauerdicken sind:

$\frac{1}{2}$ Stein stark	= 15 cm;	ohne Verputz genau	14 cm;	mit $2 + 2 = 4$ cm	beiders.	Verputz	18 cm
1	„ „	= 30 cm;	„ „	„ „	„	„	29 cm;
				„	„	„	33 cm
$1\frac{1}{2}$	„ „	= 45 cm;	„ „	„ „	„	„	44 cm;
				„	„	„	48 cm
2	„ „	= 60 cm;	„ „	„ „	„	„	59 cm;
				„	„	„	63 cm
$2\frac{1}{2}$	„ „	= 75 cm;	„ „	„ „	„	„	74 cm;
				„	„	„	78 cm

usw.

a) Ziegelverbände.

Für die Ausführung des Ziegelmauerwerkes gelten folgende Regeln:

1. Es sind möglichst nur ganze Ziegel zu verwenden; Teilsteine sind nur dort anzuwenden, wo es für den Verband notwendig ist. Bruchstücke sollen nur in beschränktem Maße vermauert und in der Mauer entsprechend verteilt werden.

2. Im Innern der Ziegelmauern sollen in allen Scharen, also sowohl in Binder- als auch in Läufer-scharen, nur B i n d e r angewendet werden.

3. Die Stoßfugen sollen in jeder Schichte, sowohl nach der Längen- als auch nach der Querrichtung der Mauer durchlaufen.

4. Die Stoßfugen der übereinander liegenden Schichten müssen im ganzen Mauerwerke „voll auf Fug“ angeordnet sein.

Je nach der Lage der Stoßfugen gegeneinander unterscheidet man verschiedene Ziegelverbände, und zwar: den Schornstein- oder Läuferverband, den Binder- oder Kopfverband, den Blockverband, den Kreuzverband, den gotischen oder polnischen Verband, den holländischen Verband und den Strom- oder Festungsverband.

Die Verschiedenheit der einzelnen Verbände zeigt sich in der verschiedenen Anordnung des Fugennetzes, wodurch ganz charakteristische Figuren an dem Mauerhaupt und bei der sogenannten Abtreppung und Verzahnung sichtbar werden.

Unter A b t r e p p u n g versteht man ein Mauerende, welches sich ergibt, wenn man von dem Endsteine der obersten Schichte ausgehend, alle jene Steine der unteren Schichten abhebt, die sich, ohne den Verband zu zerstören, abheben lassen.

Die V e r z a h n u n g oder V e r s c h m a t z u n g ist jene Art des vertikalen Abschlusses einer Mauer, bei welcher die Endsteine jeder zweiten Schichte, gleichsam als Zähne über die vertikale Abschlußfläche hervorragen und zur Herstellung der Verbindung mit später aufzuführenden, anschließenden Mauern oder Mauerteilen dienen. Die zwischen den Zähnen zurückspringenden, d. h. vertieft liegenden Teile des Mauerhauptes nennt man zurückgesetzte Schmatzen.

Der S c h o r n s t e i n - o d e r L ä u f e r v e r b a n d (Fig. 2, T. 8). Dieser besteht nur aus ein Ziegel breiten Läufer-scharen, deren Stoßfugen auf halbe Ziegel-länge gegeneinander verstellt sind. Die Abtreppung und Verzahnung erfolgt regelmäßig nach Halbsteinen. Dieser Verband dient nur zur Aufführung von schwachen Mauern (Scheidemauern) und der Schornsteine.

Der B i n d e r - o d e r K o p f v e r b a n d (Fig. 3, T. 8). Bei diesem sind in allen Scharen, am Haupt und auch im Innern, nur Binder angeordnet. Die Abtreppung und die Verzahnung haben gleiche Stufen-, bzw. Zahnbreiten, und zwar gleich der halben Ziegelbreite.

Dieser Verband wird meistens bei ein Stein dicken Mauern gebraucht.

Der B l o c k v e r b a n d (Fig. 4, T. 8). Derselbe besteht aus abwechselnden Läufer- und Binderschichten, wodurch förmliche Blöcke am Mauerhaupt sich ergeben. Die Abtreppung ist ungleichförmig, jedoch symmetrisch, mit abwechselnden Stufenbreiten von $\frac{1}{4}$ und $\frac{3}{4}$ Ziegellänge. Die Verzahnung ist regelmäßig mit $\frac{1}{4}$ Ziegellänge.

Der Blockverband unterscheidet sich vom Binderverband eigentlich nur an dem Haupte, im Innern des Mauerwerkes verschwindet der Unterschied. Die Fig. 4 *a*, T. 8, zeigt den Blockverband in der Ansicht des Mauerhauptes, die Fig. 4 *b*, *c*, *d* und *e* den Grundriß für verschiedene Mauerstärken bei einem rechtwinkligen Mauerabschlusse und bei ebensolchen Ecken.

Der Kreuzverband (Fig. 5, T. 8), *a* Ansicht, *b*, *c*, *d* und *e* Grundrisse verschiedener Mauerstärken.

Er besteht ebenfalls aus abwechselnden Läufer- und Binderschichten, jedoch findet noch ein weiterer Fugenwechsel statt, indem alle Binderschichten durchaus gleiche Lager erhalten, von den Läufercharen aber jede zweite um $\frac{1}{2}$ Steinlänge verschoben ist. Die Abtreppung ist hiebei gleichmäßig mit $\frac{1}{4}$ Ziegellänge. Die Verzahnung ist eine symmetrische, mit halber Ziegelbreite, jedoch mit dreimal wechselnden Tiefen.

Der gotische oder polnische Verband (Fig. 6, T. 8), *a* Ansicht, *b* und *c* Grundrisse. Hier wechseln in jeder Schichte Binder und Läufer. Die Abtreppung ist gleichmäßig mit $\frac{3}{4}$ Ziegellänge, die Verzahnung ebenfalls gleichmäßig mit $\frac{1}{4}$ Ziegellänge.

Dieser Verband hat den Nachteil, daß im Innern der Mauern die Stoßfugen stellenweise Fug auf Fug fallen. Für reine Ziegelmauern hat derselbe daher keinen Wert, dagegen ist er bei einer Ziegelverkleidung von Bruchsteinmauerwerk (Fig. 6 *c*, T. 8) ganz gut anwendbar.

Der holländische Verband (Fig. 7, T. 8), *a* Ansicht, *b* Grundriß. Dieser Verband unterscheidet sich vom gotischen dadurch, daß immer eine Binderschichte mit einer polnischen Schichte wechselt. Es entstehen so Blöcke am Mauerhaupt, wie beim Blockverband, welche durch Binderscharen voneinander getrennt sind.

Der Strom- oder Festungsverband (Fig. 8, T. 8). Bei diesem wechseln mit zwei oder vier Läufer- und Binderschichten zwei oder vier Stromschichten ab, bei denen die Stoßfugen mit dem Mauerhaupte einen Winkel von 45° oder 60° bilden. Die Mauerhäupter sind entweder im Block- oder Kreuzverbande ausgeführt.

Bei diesem Verband findet der Fugenwechsel am häufigsten statt, weswegen man ihn auch hauptsächlich bei besonders dicken und ausgedehnten Mauern, z. B. bei Stütz- und Festungsmauern verwendet. Im Hochbau wird er manchmal im Fundament in unterster Lage, als sogenannte Kreuzschar angeordnet.

Verband bei Mauerenden. Bei Mauerenden ist der Abschluß nach den Verbandarten verschieden durchzuführen, und zwar:

a) Beim Schornsteinverbande erfolgt der Abschluß durch Halbsteine (Fig. 2 *a* und *b*, T. 8).

b) Beim Binder- oder Kopfverbande muß jede zweite Schichte mit $\frac{3}{4}$ Steinen abgeschlossen werden (Fig. 3 *a* und *b*, T. 8).

c) Beim Blockverbande muß jede Läufer-schichte mit soviel $\frac{3}{4}$ Steinen abgeschlossen werden, als die Mauerdicke ein Vielfaches der halben Steinlänge ist. In den Binderschichten richtet sich der Abschluß nach der Mauerstärke. Bei ein Ziegel starken Mauern legt man ganze Binder bis ans Ende (Fig. 4 *b*, T. 8); bei $1\frac{1}{2}$ Stein starken Mauern muß man vier Stück $\frac{3}{4}$ Steine anwenden, um die Fugen zu decken (Fig. 4 *c*, T. 8); bei stärkeren Mauern ordnet man an den Mauerhäuptern je zwei Stück $\frac{3}{4}$ Steine und dazwischen so viele ganze Binder an, als Platz haben (Fig. 4 *d* und *e*, T. 8).

Statt mit $\frac{3}{4}$ Steinen kann man auch mit Kopfstücken die Mauerenden bilden. Hiebei gehen die Läufer-schichten mit ganzen Steinen durch, während in die Binderschichten vor den letzten Steinen Kopfstücke eingeschaltet werden (Fig. 9 *a* bis *d*, T. 8). Bei ein Stein starken Mauern sind am Ende der Binderschichten nur ganze

Steine (Fig. 9 c, T. 8), bei stärkeren Mauern wieder vier Stück $\frac{3}{4}$ Steine anzuwenden (Fig. 9 d, T. 8).

d) Beim Kreuzverbande wird in jeder zweiten Läufer-schichte bei ein Ziegel starken Mauern ein Binder, bei stärkeren Mauern, neben dem $\frac{3}{4}$ Ziegel $\frac{1}{2}$ Ziegel eingelegt, welche den Fugenwechsel für den Übergang vom Block- zum Kreuzverbande bewirken.

Der Abschluß mit Kopfstücken erfolgt beim Kreuzverband in gleicher Weise wie beim Blockverband, siehe Fig. 9 a bis d, T. 8.

Für die anderen Verbandarten ergibt sich die Konstruktion der Mauerenden auf ebenso einfache Weise.

Verband bei Mauerkreuzungen (Fig. 10 a bis d, T. 8).

Bei Mauerkreuzungen müssen die Läufer-scharen der sich kreuzenden Mauern stets durchgehen, während die Binderscharen an die Kreuzung anstoßen. Die Stoßfugen dürfen dabei im einspringenden Winkel nicht zusammenfallen.

Das Anlegen der Ziegel beginnt in der Ecke, indem man die Läufer um $\frac{1}{4}$ Stein über die Kreuzung vorragen oder hineingreifen läßt (Fig. 10 a und b, T. 8). Im übrigen wird der Verband nach den allgemeinen Regeln durchgeführt.

Bei schiefwinkligen Kreuzungen (Fig. 10 c und d, T. 8) wird wieder die Läufer-schar mit ganzen Ziegeln regelrecht durchgeführt, während die Binder unter Einhaltung der Verbandregeln entsprechend zugehauen werden.

Verband bei Mauerecken. Hierbei ist ein ähnlicher Vorgang wie bei den Mauerenden einzuhalten, speziell sind folgende Regeln zu beachten:

1. Die Mauerhäupter müssen in ein und derselben Schichte auf einer Seite Binder, auf der anderen Seite Läufer zeigen;
2. An den Enden dürfen nur ganze oder $\frac{3}{4}$ Steine verwendet werden, Kopfstücke sind neben den ganzen Ecksteinen in der Binderschar zu legen.
3. Ansichtsflächen zugehauener Ziegel dürfen nur bei spitz- und stumpfwinkligen Ecken an den Mauerhäuptern sichtbar sein, sonst sind diese Ziegel stets in das Innere der Mauern zu verlegen.
4. Bei spitz- und stumpfwinkligen Ecken müssen die Stoßfugen möglichst senkrecht zum Mauerhaupte angeordnet werden, an den ausspringenden Ecken dürfen keine Stoßfugen sein.

Nach diesen Regeln sind in den Fig. 4 a bis e, T. 8, rechtwinklige Mauerecken im Blockverbande mit Anwendung von $\frac{3}{4}$ Ziegeln und in den Fig. 5 a bis e, T. 8, solche im Kreuzverbande mit Anwendung von Kopfstücken für verschiedene Mauerstärken konstruiert.

Die Konstruktion mit $\frac{3}{4}$ Ziegeln oder mit Kopfstücken ist bei beiden Verbänden ganz gleich durchzuführen, nur ist beim Kreuzverbande in jeder zweiten Läufer-schar neben dem Eckstein ein halber Ziegel zu legen, welcher den Fugenwechsel bewirkt.

Bei spitzwinkligen Ecken (Fig. 11 b, T. 8) wird zuerst der Eckstein gelegt, dessen Länge l gleich der Breite qu eines Ziegels mehr $\frac{1}{4}$ Ziegel sein soll. Der anschließende Binder wird dem Winkel entsprechend zugehauen, desgleichen auch die im einspringenden Winkel an die Läufer-schar anschließenden Binder und die notwendigen Teilsteine im Innern der Mauer.

Bei stumpfwinkligen Ecken (Fig. 11 a, T. 8) beginnt man in der einspringenden Ecke mit dem Anlegen eines Binders, an welchem der anschließende Läufer dem Winkel entsprechend zugehauen wird; der übrige Verband ergibt sich, wie in der Figur dargestellt, unter Einhaltung der Verbandregeln von selbst.

Verband bei freistehenden Pfeilern oder Säulen.

Es gibt viereckige und polygonale Pfeiler, dann solche mit Vorsprüngen und runde Pfeiler oder Säulen.

Bei viereckigen Pfeilern (Fig. 13 a, b, c, T. 8) werden die Ecken nach den früher angegebenen Regeln für Mauerenden ausgebildet.

Bei polygonalen Pfeilern, deren Außenflächen unverputzt, also sichtbar bleiben (Fig. 14, T. 8) muß man sich zwei Schichten vollkommen einteilen und darnach besondere Formsteine herstellen lassen, welche dann nach den Detailzeichnungen in Verband zu bringen sind. Bei der Einteilung muß man trachten, wenn möglich mit 2—3 Sorten Formsteinen das Auslangen zu finden. Werden die Mauerhäupter verputzt, so kann der Verband aus gewöhnlichen Ziegeln durch Zuhauen derselben nach Fig. 15, T. 8, hergestellt werden.

Fig. 16 zeigt den Verband von rechteckigen Pfeilern mit acht Ecken, welcher ähnlich wie bei rechtwinkligen Mauerkreuzungen hergestellt wird.

Bei Säulen, deren Mauerhäupter verputzt werden, legt man eine Schichte (Fig. 17, T. 8) und dreht jede folgende, gleich zu konstruierende Schichte um einen Winkel von 90° gegen die untere. Auf diese Weise wird abwechselnd fortgesetzt, wodurch die Fugen nie übereinander fallen können. Um einen innigeren Verband zu erhalten, dreht man die zweite Schar um 90° gegen die erste, die dritte Schar um 45° gegen die zweite und wiederholt diese drei Lagen immer, so daß die Fugen ungleichmäßig wechseln. Für eine Rohbauausführung sind Formsteine ähnlich wie Kesselziegel herzustellen, bei denen die Stoßfugen radial gerichtet sind.

Verband bei gekrümmten Mauerhäuptern. Bei krummen Mauern mit größerem Krümmungshalbmesser können die Stoßfugen mit ungleicher, gegen die konvexe Seite sich erweiternder Breite angeordnet werden, so daß der Verband mit gewöhnlichen Ziegeln, wie bei geraden Mauern durchgeführt werden kann, wobei sich an den Mauerhäuptern in jeder Ziegelschar eine mehrfach gebrochene Linie ergibt.

Bei gekrümmten Mauern mit kleinerem Halbmesser müssen eigene Formsteine, ähnlich den Kesselziegeln, bestellt werden.

b) Mauern mit Hohlräumen.

Solche Mauern werden angewendet, um Räume, deren Begrenzungsmauern außen mit der Erde in Berührung stehen, trocken und wärmer zu erhalten oder um das Gewicht eines getragenen Mauerwerkes zu verringern, wodurch die tragende Konstruktion leichter gehalten werden kann.

Hohlräume in Mauern können hergestellt werden durch Anwendung von Hohlziegeln (Fig. 18, T. 8) oder durch Einschaltung von Luftschichten, bei Benützung der gewöhnlichen Steine (Fig. 19 und 20, T. 8).

Hohlziegel werden vorzugsweise zur Konstruktion von leichtem Mauerwerk geringer Dicke, für Gewölbe, Balkone, Scheidewände ohne Fundament u. dgl. verwendet; sie können in allen Verbandarten vermauert werden. Häufig verwendet man sie auch als Mauerverkleidung, zu welchem Zwecke sie entweder hochkantig vor die fertigen Mauerhäupter in Zementmörtel verlegt (Fig. 18 a, T. 8) und nur hie und da durch Ankersteine mit dem massiven Mauerwerk verbunden werden, oder man legt die Ziegel gleichzeitig mit dem Aufführen des übrigen Mauerwerkes in Verband (Fig. 18 b, T. 8).

Zur Erzielung von Hohlräumen mit gewöhnlichen Ziegeln werden häufig stärkere Mauern aus zwei voneinander getrennten Mauerteilen aufgeführt (Fig. 19 a und b, T. 8) und nur stellenweise durch Ankersteine miteinander verbunden. Solche Mauern werden häufig zur Trockenhaltung von Wohnräumen u. dgl., welche an eine Erdwand anschließen, angeordnet. Es müssen daher auch die Ankersteine an der der Erdwand zugekehrten Seite isoliert werden, damit sie die Feuchte nicht annehmen und nach innen leiten. Man kann sie zu diesem Zwecke vor dem Einmauern an einer Seite in Asphalt oder in Steinkohlenteer eintauchen und mit dieser Seite gegen die Erdwand verlegen. Überdies muß dafür gesorgt werden, daß die Mauerwerkshohlräume mit der äußeren Luft in Verbindung stehen.

Eine andere Konstruktion von Mauern mit Hohlräumen zeigt die Fig. 20, bei welcher aber statt der durchlaufenden Luftschichte bloß Hohlkanäle erzielt

werden, die in den aufeinanderfolgenden Ziegelschichten abwechselnd dem inneren oder äußeren Mauerhaupt näher liegen und durch den mittleren Mauerkerne voneinander getrennt sind. Durch diese Konstruktion kann aber keine gute Isolierung erreicht werden.

c) Das Schornsteinmauerwerk.

Der Zweck der Schornsteine, Rauchfänge oder Rauchschlote ist, die Verbrennungsgase der verschiedenartigen Heizanlagen möglichst gefahrlos und ohne Belästigung der Hausbewohner ins Freie zu führen. Durch sie soll auch der zur Verbrennung des Heizmaterials in den Öfen nötige „Zug“ erzeugt werden. Schlote verwendet man auch zur Abfuhr der verdorbenen Luft aus Räumen, in denen sich viele Menschen oder Tiere aufhalten müssen (Ventilationsschlote).

Damit nun alle diese Schlote tatsächlich eine gute Wirkung äußern können, ist es notwendig, daß durch entsprechende Anordnung der Schlote nach Höhe und Lage dafür gesorgt werde, daß die eintretenden Verbrennungsgase (verdorbene, erwärmte Luft) im Schlot nicht übermäßig abgekühlt und dadurch herabgedrückt werden, sondern ungehindert aufsteigen können. Man ordnet daher solche Schlote in geschützter Lage, also womöglich stets in Innenmauern (Mittel- und Scheidemauern) an und führt den über Dach emporragenden Teil des Schlotes 0,5—1,0 m über den Dachfirst.

Nach dem Querschnittsverhältnisse der Rauchfänge unterscheidet man zweierlei Arten, und zwar:

1. Die schließbaren Rauchfänge mit einem quadratischen Querschnitt von 45—60 cm, so daß ein Mann in den Schlot einsteigen und darin klettern (schließen) kann. Früher hat man diese Schlote fast ausschließlich angewendet. Für die damals üblichen offenen Feuerungsanlagen waren sie auch notwendig. Für die heutigen, geschlossenen Feuerungsanlagen sind schließbare Schlote weder zweckmäßig noch ökonomisch, da bei denselben leicht Gegenströmungen eintreten, welche den Rauch zurücktreiben, weil ferner zur Ausführung solcher Schlote schwächere Mauern nicht geeignet sind. Gegenwärtig werden schließbare Schlote nur mehr bei sehr großen Feuerungsanlagen (in Fabriken u. dgl.) angewendet.

2. Die russischen Rauchfänge. Diese haben einen bedeutend kleineren Querschnitt, lassen sich daher in den Mauern leicht unterbringen, ohne diese verstärken zu müssen; man kann sie einfach mit Bürsten, die an Ketten hängen und mit Kugeln beschwert sind, reinigen. Diese Vortheile brachten es mit sich, daß heute nur mehr russische Rauchfänge in Wohngebäuden zur Anwendung gelangen.

Die russischen Rauchfänge können einen quadratischen oder runden Querschnitt erhalten. Im letzteren Falle nennt man sie auch Rauchzylinder.

Die Querschnittsfläche des russischen Rauchfanges muß in richtigen Verhältnisse zur Anzahl der in denselben mündenden Öfen stehen. Man rechnet für gewöhnliche Wohngebäude pro Ofen eine Rauchfangquerschnittsfläche von 65—68 cm². Die kleinste Dimension eines russischen Schlotes ist 15/15 cm im Gevierte. In einen solchen können demnach $\frac{15 \times 15}{65} = 3$ Öfen mit ihren Rauchröhren einmünden.

Bei großen Gebäuden handelt es sich stets darum, in jeden Schlot so viel Öfen als möglich einmünden zu lassen. Die Wiener Bauordnung verlangt für Schornsteine einen viereckigen Querschnitt von mindestens 15/17 cm Gevierte oder einen kreisrunden Querschnitt von mindestens 18 cm Durchmesser. In derart dimensionierte Schornsteine können dann eventuell bis vier Ofenrauchröhren einmünden.

Die Querschnittsdimensionen der russischen Rauchschlote, dann der Ventilationsschlote und auch der dieselben umschließenden Mauern müssen mit

Rücksicht auf den Mauerverband stets ein Vielfaches der Ziegelbreite sein, damit nur wenig Teilsteine für den Verband erforderlich werden. Für gewöhnliche Rauchschlote wird bei Anwendung normaler Ziegel der Querschnitt mit $15/15\text{ cm}$ vorteilhaft sein. Für Ventilationsschlote wird man entsprechend der Mauerstärke und der Größe der zu ventilierenden Räume eine Querschnittsdimension von $15/15$, $15/30$, $30/30\text{ cm}$ und dgl. wählen. Bei Anwendung der runden Schlote müssen — wenn keine besonderen Schlotziegel zur Verfügung stehen — die Mauerziegel erst entsprechend zugehauen und außerdem Zwickelsteine verwendet werden, welche sich bei eintretender Feuerung durch die Hitze im Rauchzylinder leicht von der Wand lostrennen und beim Reinigen des Schlotes in demselben herabfallen können. Nachdem dadurch die angestrebte Glätte der Wände des Rauchzylinders leicht verloren geht, so wird sich bei Mangel besonderer Formziegel ein quadratischer Querschnitt besser eignen, wenngleich bei diesem wieder der in den Ecken angesetzte Ruß beim Reinigen schwer zu entfernen ist, so daß solche Schlote zur Verhinderung gefährlicher Rußansammlungen öfter ausgebrannt werden sollen.

Zur Ausführung der Rauch- und Ventilationsschlote werden dem Querschnitt derselben entsprechende Holzklötze oder Kästen aus Brettern mit rein gehobelten Außenflächen angefertigt. Diese macht man zirka 1 m lang und am unteren Ende etwas dünner; am oberen Ende werden sie mit einer Handhabe versehen. Die Kästen (Holzklötze) werden nach der Richtung des Schlotes auf die Mauer gesetzt, an diese die Ziegel mit Einhaltung eines kleinen Zwischenraumes leicht angemauert und der Raum zwischen dem Holzklötz und den Ziegelscharen mit dünnflüssigem Mörtel, womöglich Zementmörtel, ausgegossen, wodurch ein Verputz der Schlotwände hergestellt wird. Ist der Klotz zirka bis zur Hälfte eingemauert, so wird er emporgezogen, wieder festgestellt und das Mauerwerk fortgesetzt.

Für freistehende Rauchschlote können auch entsprechende Formsteine angefertigt werden (Fig. 5, T. II).

Russische Rauchschlote liegen öfters in größerer Zahl nebeneinander, in diesem Falle müssen die einzelnen Schlote stets durch eine 15 cm starke Trennungsmauer geschieden werden. Hochkantig aufgestellte Ziegel zwischen den Schloten sind ganz verwerflich, da selbe beim Putzen leicht durchgeschlagen werden können. Manchmal verwendet man zur Trennung der Schlote auch Eisenplatten, welche stellenweise durch Pratzen in den Mauern zu verankern sind und an den Zusammenstößen der übereinander stehenden Platten mit Nut und Feder ineinander greifen. Solche Eisenplatten sind besonders vorteilhaft anzuwenden, wenn neben den Rauchschloten auch Ventilationsschlote geführt werden, da sich letztere hiedurch leichter erwärmen und somit auch kräftiger ventilieren. Bei Verwendung schwefelhaltiger Kohle werden jedoch solche Eisenplatten sehr bald zerstört.

Wegen Feuersgefahr muß alles Holzwerk vom eigentlichen Schlot mindestens durch eine 15 cm starke, vollkommen dichte Mauer getrennt sein. Zur Erhöhung der Sicherheit schaltet man zwischen Holz und Mauerhaupt oft noch Dachziegel ein, welche die Fugen des Schornsteinmauerwerkes äußerlich noch decken, damit bei eventuellem Ausbröckeln der Mörtelfugen das Feuer nicht durchdringen kann. Es darf also weder Schornsteinmauerwerk auf Holz gestellt werden, noch darf sich Holz an solches Mauerwerk direkt anlehnen.

Die Richtung der Rauchschlote soll möglichst vertikal sein. Ist man gezwungen, Schlote schief zu führen, so nennt man dies das *Schleifen* der Schlote. Die Notwendigkeit hiezu tritt ein, um einzelnen Konstruktionsteilen, z. B. Türen usw., auszuweichen oder weil man bestrebt ist, die Feuerungen eines Stockwerkes möglichst in Gruppen zusammenzuziehen. Im Dachbodenraum und ganz besonders über Dach müssen aber alle Schlote vertikal geführt werden. Der zulässige Maximalwinkel der Schleifung beträgt innerhalb des Mauerwerkes 60° gegen die Horizontalebene (Fig. 21, T. 8).

Die in der Figur mit *a* bezeichneten, doppelt schraffierten Teile des Mauerwerkes sind durch das Auffallen der beim Reinigen der Schlotte in denselben hinabzulassenden eisernen Kugel der Zertrümmerung ausgesetzt, sollen daher mit festem Materiale (Klinker, Bruchstein, Beton) in Portlandzementmörtel hergestellt werden.

Es ist zweckmäßig, wenn alle Schlotte möglichst nahe beim First ausmünden, damit ihre freie Länge über Dach möglichst kurz ausfalle.

d) Ausführung des Ziegelmauerwerkes.

Alles Ziegelmauerwerk ist nach den Verbandregeln rein auszuführen, wobei das Mörtelband nicht dicker als 1,2 *cm* für die Lager- und 1 *cm* für die Stoßfugen sein soll. Der verwendete Mörtel muß dünnflüssig sein und die Fugen ganz ausfüllen. Die Ziegel — besonders alte — sollen vor der Verwendung von Staub und Schmutz sorgfältig gereinigt werden, damit der Mörtel an den Ziegeln fest hafte. Die Ziegel sollen ferner entsprechend angefeuchtet werden, damit dem Mörtel nicht das zum Abbinden notwendige Wasser entzogen werde (bei hydraulischen Bindemitteln besonders wichtig).

An den Mauerhäuptern sollen die Fugen auf zirka 2 *cm* Tiefe offen, d. h. frei von Mörtel bleiben, damit der Verputz besser hafte, bzw. Rohbauten nachgefugt werden können; man nennt dies mit „offenen Fugen“ mauern.

Ober dem Bauhorizont wird zumeist Weißkalkmörtel, unter dem Bauhorizont mit Vorteil Zementmörtel oder verlängerter Zementmörtel verwendet. Für stark belastete Mauerteile, Pfeiler, mehrfach durchbrochene Mauern usw., bei denen die Belastung 5 *kg* pro *cm*² überschreitet, wendet man Romanzementmörtel mit gut gebrannten, gewöhnlichen Ziegeln, bei einer Belastung von über 7,5 *kg* pro *cm*² Portlandzementmörtel in Verbindung mit Klinkerziegeln an. Für Feuerungsanlagen wird Lehm- oder Schamottmörtel benützt.

Jeder Ziegel soll in der richtigen Lage in das Mörtelband eingedrückt, dann aber nicht mehr verrückt werden, weil sonst die Bindung des Mörtels unterbrochen wird.

Das Anlegen der Mauern, d. h. das richtige Beginnen des Mauerns geschieht stets durch den Polier selbst, indem er die erste Schichte nach den Schnurgerüsten, wenigstens an den Ecken und Kreuzungen eigenhändig legt, und zwar so, daß die ersten Steine in der Richtung der Schnur, in gleicher Höhe und vollkommen horizontal liegen. Die folgenden Schichten werden dann von den Ecken aus so emporgeführt, daß die Mauern lotrecht und mit horizontalen Lagerfugen gleichmäßig emporsteigen. Nach 1—2 *m* Höhe muß der Polier die Ausführung der Mauer kontrollieren. Eventuelle Höhendifferenzen sind durch schwächere oder stärkere Lagerfugen allmählich horizontal abzugleichen.

Zur genauen Austeilung der Lagerfugen bedient man sich des sogenannten Aufstiches (Schichtenmaßes), einer Latte, auf welcher die richtige Einteilung der Lagerfugen für die ganze Geschoßhöhe vorgezeichnet ist; auf demselben werden auch alle Höhenpunkte für wichtige Konstruktionsteile, z. B. Fenster, Türen, Gewölbsanläufe, Deckenaufleger, Ventilations- und Rauchschlotöffnungen, Stiegen und dgl. verzeichnet. Der Aufstich wird bei der Ausführung an den Wagriß (eine horizontale Linie, 1 *m* über dem Fußboden) mit einer vorgezeichneten Marke angelegt, worauf dann alle gewünschten Höhenpunkte von demselben auf die Mauer übertragen werden können.

Durch das Gewicht des Mauerwerkes wird der Mörtel in den Lagerfugen gepreßt, wodurch die Mauern Setzungen erleiden, die sich zum größten Teile schon während des Aufmauerns vollziehen; diese Setzungen sollen aber $\frac{1}{500}$ der Mauerhöhe nicht überschreiten.

Bei Ziegelrohbauten, bei denen es auf die richtige Lage der Steine besonders ankommt, müssen zuerst die Ecken und Pfeiler mit dem Nivellierinstrument horizontal angelegt werden; für die weitere Mauerung wird für jede Schichte eine

Schnur vor dem Mauerhaupte gespannt und für die Höhenlage jeder Schichte der beschriebene Aufstich benützt.

Alle sichtbaren Mauerhäupter müssen eben und vollkommen lotrecht hergestellt werden; hiezu bedient sich der Maurer bei der Ausführung der Mauerlatte und des Lotes. Bei $\frac{1}{2}$ und 1 Ziegel starken Mauern kann wegen der ungleichen Größe der Ziegel nur eine Seite der Mauer rein bearbeitet werden, die Unebenheiten des zweiten Mauerhauptes werden durch den Verputz ausgeglichen.

2. Bruchsteinmauerwerk.

(Tafel 9.)

Nach der Form und Bearbeitung des Steinmaterials unterscheidet man verschiedene Arten von Bruchsteinmauerwerk, und zwar:

a) das ordinäre Bruchsteinmauerwerk, b) das Zyklopen- oder Polygonalmauerwerk und c) das Schichten- oder Hackelsteinmauerwerk.

a) Das ordinäre Bruchsteinmauerwerk.

(Fig. 1, T. 9.)

Bei dem ordinären Bruchsteinmauerwerk werden die Steine unter ganz geringer Bearbeitung so verwendet, wie sie gefunden, bezw. gebrochen werden, so daß gar keine Regelmäßigkeit bei diesen Mauern zu erkennen ist und eine Ausschieferung selbst am Mauerhaupte erfolgen muß.

b) Das Zyklopen- oder Polygonalmauerwerk.

(Fig. 2, T. 9.)

Für dieses Mauerwerk eignen sich Steine, welche keine ausgesprochenen Lagerflächen haben, also zumeist runde oder ballenförmige Steine. Diese werden durch Zuarbeiten der Stoßflächen auf zirka 15 cm Tiefe an ihrer Außenseite in eine geradlinige, zumeist polygonale Form gebracht und zu einem stabilen Mauerkörper zusammengefügt, ohne die Fugen im Mauerhaupte ausschiefen zu müssen. Die Abschlüsse bei den Mauerenden und Ecken müssen aber durch lagerhafte Steine bewirkt werden.

c) Das Schichtenmauerwerk.

(Fig. 3, T. 9.)

Man unterscheidet das rauhe und das reine Schichtenmauerwerk. Zum rauhen Schichtenmauerwerk sind lagerhafte, mindestens $0.05 m^3$, zum Beispiel $\left(\frac{0.50 \times 0.40}{0.25} m\right)^*$ große Steine notwendig, welche nach entsprechender, rauher Bearbeitung mit horizontalen Lager- und vertikalen Stoßfugen derart vermauert werden, daß am Mauerhaupte mindestens 20 cm hohe, durch die ganze Mauerlänge reichende Schichten entstehen, wobei jedoch einzelne Steine auch durch zwei Schichten reichen können. Die Steine müssen sich dabei um 15 cm übergreifen und mindestens bis auf 10 cm vom Mauerhaupte gegen das Innere der Mauer bearbeitet sein. Die Fugenweite soll zwischen 10—13 mm betragen. Eine Ausschieferung der Fugen am Mauerhaupte ist bei diesem Mauerwerk nicht zulässig. Im Innern der Mauer müssen die Zwischenräume der unregelmäßigen Bruchflächen mit kleineren Steinen in gutem Mörtel voll ausgefüllt werden.

Beim reinen Schichtenmauerwerk werden die Steine an den Mauerhäuptern, dann an den Stoß- und Lagerfugen mit dem Stockhammer (siehe Steinmetzarbeiten)

*) Bei einer derartigen Bezeichnung drückt der Zähler immer die Horizontaldimensionen, der Nenner aber die Vertikaldimensionen des Steines aus.

rein bearbeitet, so daß es möglich ist, die Fugendicken auf 5—8 mm zu reduzieren. Sonst unterscheidet es sich nicht vom rauhen Schichtenmauerwerk.

Regeln für die Ausführung des Bruchsteinmauerwerkes. Für die Ausführung des Bruchsteinmauerwerkes gelten im allgemeinen dieselben Verbandregeln wie für Ziegelmauerwerk, soweit dies die Unregelmäßigkeit der Steine gestattet. Es muß also ein möglichst reicher Fugenwechsel, sowohl an den Mauerhäuptern als auch im Innern der Mauer stattfinden. Durch Anordnung möglichst vieler Binder wird die Stabilität der Mauer wesentlich gehoben. Bei schwachen Mauern müssen möglichst viele mauerdicke Binder angeordnet werden.

Die Steine sollen im Mauerwerk so gelagert sein, daß die natürlichen, an den meisten Steinen erkennbaren Schichtflächen als Auflagerflächen verwendet erscheinen. Ferner soll die Lagerfläche stets die größte Fläche des Steines sein, die zweitgrößte Fläche dagegen als Mauerhaupt benützt werden. Niemals dürfen Steine hochkantig aufgestellt werden, wie dies häufig bei plattenförmigen Steinen, namentlich beim Zyklopenmauerwerk geschieht, um möglichst rasch schöne Mauerhäupter zu bekommen. Dadurch wird gegen die Stabilität der Mauer arg verstoßen.

Die größten Steine werden in den unteren Schichten und zu den Mauerecken verwendet; für letztere sind besonders lagerhafte Steine nötig.

Das ordinäre Bruchsteinmauerwerk soll nach Ausführung je entsprechend hoher Schichten (0.60—1.20 m) horizontal abgeglichen werden. Häufig werden zu diesen Abgleichungen 2—3 Ziegelscharen angeordnet. In diesem Falle empfiehlt sich auch die Verkleidung der auspringenden Ecken, dann der Licht- und Kommunikationsöffnungen mit Ziegeln (zusammengesetztes Mauerwerk).

Die teilweise Bearbeitung der Bruchsteine erfolgt je nach dem Härtegrad und der Bearbeitungsfähigkeit derselben mit dem Mauerhammer, mit dem Ein- oder Zweispitzhammer oder mit dem Spitzeisen. Die einzelnen Steine werden in ein dickflüssiges Mörtelbett gelegt und mit kleinen Steinen gut unterzwickelt; kein Stein darf hohl liegen. Die Zwischenräume im Innern der Mauer werden mit kleineren Steinen und mit Mörtel voll ausgefüllt. Zwickelsteine im Mauerhaupte müssen möglichst tief in das Innere der Mauer einbinden, gut eingepaßt und noch vor dem Übermauern durch die nächste Schichte gut in Mörtel verlegt werden.

3. Quadermauerwerk.

(Tafel 9.)

Bei diesem müssen die Steine auf allen Seiten rein und scharfkantig zugearbeitet werden; nur im Innern der Mauer kann das Fehlen von scharfen Ecken und Kanten bis zu $\frac{1}{8}$ der Steintiefe gestattet werden.

Für gerade Mauern werden parallelepipedische Steine angefertigt, deren Dimensionen zumeist von den Lassen im Bruche und von der Festigkeit der Steine abhängig sind.

Die Länge der Steine soll im richtigen Verhältnisse zu deren Höhe und Breite stehen, weil zu lange und dünne Steine durch die unvermeidlichen Setzungen im Mauerwerke brechen würden. Gebräuchliche Dimensionen sind jene, bei welchen das Verhältnis von Höhe : Breite : Länge gleich ist 1 : 1 : 2 oder 1 : 1.5 : 2 oder 1 : 2 : 3.

Sämtliche Quadern einer Schichte müssen gleich hoch sein, die Schichtenhöhen können jedoch wechseln. Aus statischen und Schönheitsrücksichten werden bei ungleichen Schichtenhöhen die stärkeren Quadern im unteren, die schwächeren Quadern im oberen Teile der Mauer angeordnet.

Die Längen- und Breitendimensionen der Steine müssen mit Rücksicht auf den Verband bestimmt werden, es ist daher für jede Schichte eine Detailzeichnung anzufertigen, in welcher jeder Stein genau kotiert und numeriert erscheint und in welcher auch die Fugendicke angegeben ist.

Bei nicht parallelepipedisch geformten Steinen sollen zu spitze Winkel möglichst vermieden werden. Die Form und Größe solcher Steine wird durch Bezeichnung der Winkel und Kotierung der Dimensionen angegeben. Für komplizierte Steinformen müssen Schablonen in Naturgröße angefertigt werden. (Siehe Steinmetzarbeiten.)

Die allgemeinen Verbandregeln haben auch beim Quadermauerwerk volle Geltung, doch werden schon mit Rücksicht auf die verschiedenen Größen der Bruchsteine die Quadern auch in verschiedenen Dimensionen hergestellt, um das verfügbare Bruchsteinmaterial möglichst ausnützen zu können.

Für schwächere Mauern wird man mauerdicke Läufer anwenden (Fig. 4, T. 9); stärkere Mauern werden entweder bloß aus Bindern hergestellt (Fig. 5, T. 9) oder es kann auch eine Binderschichte mit einer Schichte wechseln, in welcher neben jedem Binder zwei Läufer folgen (holländischer Verband). Bei starken Mauern können (Fig. 6, T. 9) Binder- und Läufer-schichten abwechseln, dabei sollen im Innern der Mauer die Binderschichten 20 cm übergreifen.

Für eine Verkleidung von Ziegel- oder Bruchsteinmauerwerk mit Quadern kann der Verband dadurch hergestellt werden, daß in jeder Schichte abwechselnd ein Binder und ein Läufer gelegt werden (Fig. 7, T. 9). Dabei wird durch die Binder der Verband mit dem zu verkleidenden Mauerwerke hergestellt; die Stoßflächen der Binder werden hiebei nur auf die Dicke der Quaderverkleidung bearbeitet, während der in das zu verkleidende Mauerwerk eingreifende Teil rau, also un-bearbeitet bleibt.

Bei einer Verkleidung von Ziegelmauerwerk müssen die Quaderhöhen stets ein Vielfaches der Ziegelscharen betragen.

Eine innigere Verbindung der Quadern untereinander, z. B. bei Wasserbauten, kann dadurch erzielt werden, daß man die Stoßfugen derselben, etwa nach Fig. 8, T. 9, gebrochen ineinandergreifen läßt oder daß man sie mit eisernen Dollen (Donnerkeilen, Fig. 9) oder Klammern (Fig. 10, T. 9) verbindet. Diese Eisenteile werden in entsprechende Vertiefungen der Quadern eingesetzt und dann durch Einguß von Blei, Portlandzement, Schwefel u. dgl. fest mit dem Stein verbunden. Auch können einzelne Quadern durch eiserne Ankerschließen mit dem inneren Mauerwerke verankert werden, siehe Fig. 8 und 11, T. 9.

Der Verband bei Mauerecken erfolgt im allgemeinen ähnlich wie beim Ziegelverband mit $\frac{3}{4}$ Steinen. In den einspringenden Ecken sollen die Steine ausgewinkelt werden (Fig. 6 a, T. 9), so daß sich in der Ecke keine Stoßfuge ergibt.

Je nachdem die Steinflächen am Mauerhaupte glatt bearbeitet oder mit vorstehenden, rau belassenen Köpfen versehen und nur an den Kanten bearbeitet sind, unterscheidet man reines Quadermauerwerk und Rustikamauerwerk. (Siehe Steinmetzarbeiten.)

Das Versetzen der Quadern. Zum Transport der Quadern und zum Heben derselben auf die Mauern bedient man sich eigener Versetzgerüste (siehe Gerüste), welche es ermöglichen, den Stein in die höchste Lage zu heben und ihn an jeder beliebigen Stelle der Mauer zu versetzen. Sind nur wenige Quadern zu versetzen, so können selbe ohne besondere Hebevorrichtungen mittels hölzernen Walzen unter Anwendung von Hebstangen an Ort und Stelle geschafft werden.

Zum Anfassen beim Heben der Quadersteine dienen verschiedenartige Vorrichtungen, und zwar:

Das Kranztau (Fig. 12, T. 9), bei dessen Anwendung die Steinkanten gegen Abdrücken durch das Seil mit Brettstücken, Stroh u. dgl. geschützt werden müssen.

Die Steinklaue oder der Wolf (Fig. 13, T. 9), ein nach unten an Breite zunehmender Zapfen, der in ein im Quader ausgemeißeltes, unterschafftiges Loch gesteckt und mit dem Schlüssel *a* festgehalten wird. Durch Ausziehen des Schlüssels *a* wird die Klaue gelöst. Die Klaue nach Fig. 14 eignet sich besonders

für die Anwendung unter Wasser, weil der Schlüssel *a* durch eine angebundene Leine vom Wasserspiegel aus herausgezogen werden kann. Für den gleichen Zweck kann auch die Hebelklaue dienen (Fig. 15, T. 9).

Die *Z a n g e* (Fig. 16, T. 9), welche den Stein mit zwei Pratzen an den Seitenflächen faßt. Die Zangenpratzen werden entweder in ausgemeißelte kleine Löcher des Steines eingesteckt oder mit kleinen Holzbrettchen belegt, welche sich in die rauhen Seitenflächen eindrücken (Fig. 16 *b*, T. 9).

Nachdem der Quader (das Werkstück) behutsam auf sein Lager gebracht worden ist, wird derselbe bezüglich seiner Form und Größe überprüft, eventuell wieder gehoben und seitwärts nachgearbeitet. Bei genau passender Form und Größe wird sowohl das Auflager als auch das Werkstück mit Wasser benetzt, auf das Lager eine entsprechende Mörtelschichte (aus feinem reschen Sand) aufgetragen, der Stein langsam in sein Lager herabgelassen, mittels Hebstanzen in die richtige Lage gebracht und mit Holzkeilen, welche in die Lager- und Stoßfugen eingelegt werden, genau fixiert.

Die Fugenweite soll möglichst gering sein; sie richtet sich nach dem Bearbeitungsgrade der Steinflächen und darf 15 *mm* für die Lagerfugen und 12 *mm* für die Stoßfugen nicht überschreiten.

An den Stoßflächen wird der Mörtel entweder schon vor dem Legen des Steines durch Aufziehen (Bewerfen der Steinflächen mit dickflüssigem Mörtel) angebracht oder es wird nach dem Versetzen der Quadern dünnflüssiger Mörtel in die Stoßfugen eingegossen und mit Kellen nachgestoßen, wozu aber die Mörtelfugen vorher mit dickem Mörtel, Lehm u. dgl. verstrichen werden müssen.

Nachdem sämtliche Quadern versetzt sind, wird das *Ü b e r a r b e i t e n* derselben von oben nach unten vorgenommen, indem alle sichtbaren Steinflächen rein nachgearbeitet werden; die Seitenkanten im Mauerhaupte müssen aber schon vor dem Versetzen entsprechend zugearbeitet, d. h. mit dem „Schlage“ versehen sein.

Die Fugen werden dann auf 3—5 *cm* Tiefe ausgekratzt, mit feinem, gutem Mörtel oder mit Ölkitt verstrichen und eventuell noch mit Eisen geßlätet.

4. Gemischtes und zusammengesetztes Mauerwerk.

Unter „*g e m i s c h t e m M a u e r w e r k*“ versteht man ein aus verschiedenen Steinmaterialien ausgeführtes Mauerwerk, bei welchem die einzelnen Steingattungen wohl im Verband, aber je nach Form und Größe beliebig verteilt im Mauerwerke angeordnet werden. Gewöhnlich werden Ziegel mit Bruch- oder Klaubsteinen vermennt.

Beim zusammengesetzten Mauerwerke werden die einzelnen Materialgattungen ihrer Form und Größe entsprechend, nach bestimmten Grundsätzen verwendet.

Im allgemeinen wird man das bessere Material zur Mauerverkleidung, das lagerhafte Material (Ziegel und Quadern) zur Armierung der ausspringenden Mauer-ecken, Tür- und Fensteröffnungen usw. verwenden, während das übrige Mauerwerk mit dem nicht lagerhaften Material (Bruchstein usw.) hergestellt werden kann (Fig. 17 und 18, T. 9). Auch können in bestimmten Höhen ganze Schichten von lagerhaftem Material (Durchgurtungen oder Ketten genannt) das Mauerwerk durchziehen (Fig. 17, T. 9).

M a u e r w e r k v e r k l e i d u n g e n a u s Q u a d e r n. Das Sockel-mauerwerk leidet durch das Trauf- und Spritzwasser, dann durch Schnee und Frost mehr als das übrige Mauerwerk, weshalb hiezu ein wetterbeständiges Material verwendet werden soll. Zuweilen wird auch das ganze aufgehende Mauerwerk mit Quadern verkleidet, um die Mauerhäupter besser gegen die zerstörenden Witterungseinflüsse zu sichern (Monumentalbauten).

Bei der Verkleidung von Bruchstein- oder Ziegelmauerwerk mit Steinquadern soll mit der Herstellung jeder Quaderschichte auch gleichzeitig die Hintermauerung vorgenommen werden, um ungleiche Setzungen tunlichst zu vermeiden. Der Verband

mit der Hintermauerung kann durch Verankerung mit entsprechend langen Ankersteinen verbessert werden (Fig. 8, T. 9), z. B. bei Wasserbauten.

Sockelmauerwerk mit Quader- oder Steinplattenverkleidung zeigen Fig. 20, 21 und 22, T. 9. Bei einer Sockelverkleidung mit Steinplatten muß die Übermauerung so durchgeführt werden, daß jeder Druck auf die Platten bei eintretender Setzung der Mauern ausgeschlossen ist, was durch Belassung einer entsprechend breiten Fuge zwischen Sockelplatte und darüber befindlichem Mauerwerk erreicht wird.

Als Beispiel einer Fassadeverkleidung gilt auch Fig. 22, T. 9.

5. Luftziegelmauerwerk.

Untergeordnete, niedere Gebäude können in Ermanglung von gebrannten Ziegeln auch aus Luftziegeln hergestellt werden, wobei dann statt Weißkalkmörtel Lehmörtel mit Beimengung von etwas Spreu, Hanf- oder Flachsabfällen verwendet wird.

Die Lehmsteine (Luftziegel) werden so wie die gebrannten Ziegel in Verband gelegt.

Ein solches Mauerwerk ist wenig tragfähig und muß vor Nässe sorgfältig geschützt werden; es soll daher nur auf einem Fundamente aus Bruchstein- oder gebranntem Ziegelmauerwerk aufgeführt werden.

Die ausspringenden Mauerecken, Tür- und Fensteröffnungen, Gewölbe und Rauchsclote sollen womöglich auch aus gebrannten Ziegeln hergestellt werden. Die Mauerhäupter müssen jedenfalls mit Lehm-, besser mit Kalkmörtel verputzt werden.

Während der Bauzeit muß man die Lehmsteinmauern vor Regen sorgfältig schützen. Zu diesem Behufe ist es vorteilhaft, zuerst das Dach mit breitem Vorsprung auf Holzständern aufzuschlagen, provisorisch einzudecken und unter dem Schutze des Daches dann das Mauerwerk herzustellen. Ist die Herstellung eines Daches nicht möglich, so müssen die Mauern vor jeder Arbeitspause mit Brettern provisorisch, aber zweckentsprechend (auch gegen Schlagregen) abgedeckt werden.

6. Pisé- und Betonmauerwerk.

Dieses Mauerwerk wird in der Weise hergestellt, daß man zuerst die Begrenzungsflächen desselben zumeist aus Holz aufführt und zwischen diese entweder eine dünnere, eventuell mit Steintrümmern vermengte Masse eingießt (Gußmauerwerk) oder diese Masse schichtenweise einbringt und feststampft (Stampfmauerwerk).

Nach den zur Verwendung gelangenden Materialien unterscheidet man: a) den Lehmstampfbau, b) den Kalksand- und Schlackenstampfbau, c) Betonstampfbau oder das Betongußmauerwerk.

a) Der Lehmstampfbau.

Dieser kann nur bei niederen und ganz untergeordneten Gebäuden Anwendung finden. Mit Bezug auf Schutz vor Nässe u. dgl. gilt das beim Luftziegelmauerwerk Gesagte.

Für den Stampfbau muß der von Steintrümmern und Wurzeln befreite Lehm befeuchtet und mit etwas Spreu gut vermengt werden. Dieses Material wird sodann in aufgestellte, mit Schraubenbolzen verbundene Bretterformen (Kastenformen), Fig. 4, T. 10, schichtenweise eingebracht und festgestampft. Ist eine Schichte soweit ausgetrocknet, daß diese ohne Einschalung standfest erhalten werden kann, so werden die Verbindungen der Kastenformen gelöst, die Formen um eine Schichte höher gesetzt und das Einstampfen der nächsten Schichte bewirkt. Auf diese Weise werden die Mauern bis zur Krönung schichtenweise aufgeführt. Die Tür- und

Fensteröffnungen werden mit Pfosten oder Balken überdeckt, eventuell mit gebrannten Ziegeln ganz verkleidet oder überwölbt.

Die Wandflächen müssen nach dem vollständigen Austrocknen entweder mit Kalkmilch getüncht oder mit einem Weißkalkmörtelverputz versehen werden.

b) Der Kalksand- und Schlackenstampfbau.

Hierzu wird ein steifer Brei aus grobkörnigem Sand oder Hochofenschlacke und Weißkalk im Mischungsverhältnisse wie 1:7 bis 1:16 hergestellt, in Holzformen wie beim Lehmstampfbau schichtenweise eingebracht und sodann festgestampft. Im Fundamente und Sockel wird man dieser Masse auch einen Teil Romanzement oder Portlandzement beimengen. Zur rascheren Erhärtung empfiehlt sich eine Beimengung von Romanzement, namentlich bei nasser Witterung, auch für die oberen Mauern. Im übrigen ist bei der Herstellung der gleiche Vorgang wie beim Lehmstampfbau einzuhalten.

c) Das Betonmauerwerk.

Unter Beton (Grobmörtel, Steinmörtel, Konkrete) versteht man ein Gemenge aus einem hydraulischen Mörtel und Kies- oder Schlägelschotter, welches die Eigenschaft besitzt, sowohl an der Luft als auch unter Wasser zu einem förmlichen Konglomerat zu erhärten. Im erhärteten Zustande ist also der Beton ein künstlich erzeugtes Konglomeratgestein, dessen spezifisches Gewicht, Festigkeit und sonstige Eigenschaften, je nach der Qualität, dem Mischungsverhältnisse der zur Beton-erzeugung verwendeten Materialien und nach der Art der Erzeugung variieren. Erhärteter Beton ist wenig elastisch, bildet eine feste, starre Masse, die nicht vollkommen wasserdicht ist.

Die gebräuchlichen Bezeichnungen für Beton sind verschieden, je nach Art des Bindemittels (Zementbeton), des Zuschlagstoffes (Kies-, Schlacken-, Ziegelbeton), je nach der Herstellungsart (Guß-, Schütt- oder Stampfbeton) oder je nach der Erhärtungsart (Luftbeton).

Als Bindemittel kommt hauptsächlich Zement in Frage, doch verwendet man auch andere Bindemittel, z. B. Traß, Gips, Asphalt usw.; man spricht dann von Traßbeton, Gipsbeton, Asphaltbeton u. dgl.

Die nachstehenden Ausführungen gelten im wesentlichen nur für Zementbeton.

Je nach Art der Verarbeitung unterscheidet man Trockenbetonierung und Naßbetonierung.

Bei ersterem Verfahren wird die Betonmasse in Formen eingebracht und dort, ehe noch die Erhärtung der Masse beginnt, durch Stampfen komprimiert (Stampfbeton), bei letzterem wird die Betonmasse in einer mehr breiartigen Konsistenz erzeugt und in die Form (Baugrube) geschüttet und dort ohneweiters erhärten gelassen (Schütt-, Gußbeton).

Das Schütten erfolgt mit Säcken, Kästen, Trichtern oder Röhren, und zwar sofort nach erfolgter Bereitung des Betons.

Beim Gußbeton kann sich keine gleichmäßige, homogene Masse bilden, da das zur Bereitung der Betonmasse verwendete, viele Wasser beim Erhärten nicht ganz absorbiert werden kann, wodurch im fertigen Beton viele Hohlräume entstehen und da ferner beim Ausgießen der Betonmasse die schwereren Bestandteile sich mehr unten absetzen. Der Gußbeton wird daher nur in jenen Fällen verwendet, in denen ein Stampfen des Betons nicht möglich ist, z. B. bei Betonierungen unter Wasser.

Eine umfangreiche und mannigfaltige Verwendung erhielt die Betonbauweise durch die Vereinigung des Betons mit Eisen (Eisenbeton).

Ob Quarz-, Kalk-, Dolomit- oder andere Sandarten zur Betonherzeugung verwendet werden, ist ziemlich belanglos, und bedingt erforderlich ist es aber, daß der Sand durch keine erdigen oder organischen Stoffe verunreinigt sei. Im all-

gemeinen ist für die Betonierung Flußsand dem Grubensand vorzuziehen. Unreiner Sand soll vor der Verwendung gewaschen werden. Bezüglich der Korngröße ist es am besten, mittelgroben Sand zu verwenden.

Der Schotter soll mindestens mittelhart und nicht größer als ein Hühnerei sein. Schlägelschotter ist dem Gruben- oder Flußschotter vorzuziehen, weil er scharfkantig ist und raue Flächen besitzt, daher mit dem Mörtel sich inniger verbindet. Größere Stücke im Fluß- oder Grubenschotter müssen geschlägelt werden; für kleinere Betonstücke eignet sich besonders feiner Schotter (Rieselschotter).

Sehr häufig wird an Stelle des Sandes und Schotters sogenannter Kiessand, das ist ein mit dem nötigen Sandquantum gemengt vorgefundener Fluß- oder Grubenschotter direkt verwendet.

Mischungsverhältnisse des Betons. In der Praxis erfolgt die Mischung der Materialien nach Volumenteilen des gelockerten Materiales.

Die Schottermenge muß derart bestimmt werden, daß jeder Stein mit einer genügenden, aber nicht zu dicken Mörtelschichte umhüllt sei. Zu wenig Mörtel würde die Zwischenräume im Schotter nicht gut ausfüllen, daher porösen Beton ergeben, während zu viel Mörtel den Beton unnütz verteuern würde.

Das erforderliche Quantum an Schotter und Mörtel kann dadurch ermittelt werden, daß man ein Gefäß mit Schotter füllt und es dann mit Wasser vollschüttet. Das zugegossene Wasserquantum mehr 15—20% ergibt die für das betreffende Schotterquantum notwendige Mörtelmenge.

Am wichtigsten für die Güte des Betons ist aber das Mischungsverhältnis des Zementes zum Sande. Um einerseits nicht durch zuviel Zementzusatz den Beton unnütz zu verteuern, andererseits aber nicht durch zu wenig Zementbeigabe eine zu geringe Festigkeit des Betons zu erlangen, muß man dieses Mischungsverhältnis dem jeweiligen Zwecke entsprechend anpassen.

Nachdem mit Portlandzement selbst bei sehr geringem Zementgehalt eine bedeutend härtere Betonmasse erzielt wird als mit Romanzement, so wird die Verwendung von Portlandzement für Betonierungen vorzuziehen und in vielen Fällen sogar auch ökonomischer sein.

Zu Betonbauten im Meerwasser sollen Zemente verwendet werden, die wenig im Meerwasser lösliche Bestandteile, daher hauptsächlich möglichst wenig Kalk enthalten. Schlackenzemente sind im Meerwasser im allgemeinen gut verwendbar. Je dichter, bzw. je fester gestampft der Beton ist, desto länger und besser widersteht er dem Meerwasser.

Zur Mörtel-, bzw. Betonbereitung für Bauten im Meerwasser ist es vorteilhaft, einen grobkörnigen Sand zu verwenden.

Betonquadern leisten dem Meerwasser einen desto größeren Widerstand, je früher sie vor ihrer Verwendung fertiggestellt wurden, bzw. je länger sie vor Beginn der Einwirkung des Meerwassers gelagert haben.

Nachfolgende Mischungsverhältnisse der Betonmaterialien sind für die verschiedenen Inanspruchnahmen erfahrungsgemäß günstig, und zwar:

Für Fundamente, Pflasterungen in Gräben und Höfen, für minder wichtige Objekte mit Ausschluß der Decken, Portlandzement: Sand: Schotter = 1 : 4 : 6 oder 1 : 4 : 7 bis 1 : 5 : 10, auf schlechtem Baugrund = 1 : 3 : 6.

Für aufgehendes Mauerwerk und Gewölbe 1 : 3 : 5 oder 1 : 3 : 4.

Für bombensichere Decken, dem Schusse direkt ausgesetztes Mauerwerk und sonst für sehr wichtige Objekte 1 : 3 : 4.

Für die Erzeugung von großen Werkstücken 1 : 3 : 4 oder 1 : 2 : 3, letzteres für starke Beanspruchung.

Für kleinere, feinere Werkstücke, zu deren Herstellung Rieselschotter verwendet wird, 1 : 1½ : 2 bis 1 : 2 : 2.

Für ein bestimmtes Volumen erhärteten Betons ist ein größeres Volumen loser Zubereitungsmaterialien erforderlich, z. B.:

Für 1 m^3 erhärteten Beton mit dem Mischungsverhältnisse 1 : 3 : 4 sind erfahrungsgemäß folgende Materialmengen im lockeren Zustande gemessen erforderlich:

Portlandzement	0.20 m^3
Sand	$3 \times 0.20 = 0.60\text{ m}^3$
Schotter	$4 \times 0.20 = 0.80\text{ m}^3$

Zusammen . . 1.60 m^3 feste Materialien.

Diese bedeutende Materialmenge für 1 m^3 festen Beton erklärt sich durch die Ausfüllung der Zwischenräume des Sandes und des Betonschotters und besonders durch die Komprimierung beim Stampfen.

Die Erzeugung des Betons. Die Erzeugung des Betons besteht in dem sorgfältigen Mischen und Durcheinanderarbeiten der Bestandteile desselben. Diese Arbeit ist höchst wichtig, da nur bei ordentlicher Mischung ein homogenes Betonmauerwerk geschaffen werden kann.

Sofern die Messung des Zementes nach Raumteilen erfolgt, gilt als Voraussetzung, daß der Zement ohne Fall in das Maßgefäß eingeschüttet (nicht eingerüttelt) wird.

Zur Umrechnung von Raumteilen auf Gewichtsteile ist der m^3 Portlandzement zu 1400 kg anzunehmen.

Die Herstellung des Betons erfolgt entweder durch Handarbeit oder durch Maschinen. Das maschinelle Verfahren ist, falls Wirkungs- und Bearbeitungsweise des verwendeten Mischapparates befriedigend sind, das zwar nicht in jedem Falle zuverlässigste, jedoch empfehlenswertere, wenn es sich um Bewältigung großer Massen handelt. Im übrigen muß das Mischverfahren den jeweiligen Verhältnissen und der Art der verwendeten Materialien angepaßt werden.

In der Regel sind Sand und Schotter voneinander getrennt zu verwenden, weil nur in diesem Falle das vorgeschriebene Mischungsverhältnis richtig eingehalten werden kann.

Die Trennung des Kiessandes mittels Durchsieben (Durchwerfen) in Sand und Kies verursacht hohe Kosten, muß daher, wenn es unbedingt notwendig ist, eigens vorgeschrieben werden.

Die Verwendung des Kiessandes in ungetrenntem Zustande ist jedoch das wirtschaftlichere Verfahren und in den meisten Fällen auch zulässig.

Der Zeitpunkt, in welchem während der Herstellung der Betonmasse das Wasser zugegeben wird, ist bei Hand- und Maschinenmischung verschieden sowie auch abhängig von den Baustoffen.

Da die Menge des Wasserzusatzes von maßgebendem Einfluß auf die spätere Festigkeit des erhärteten Betons ist, muß auf die richtige Bemessung der Anmachwassermenge in jedem Falle besondere Rücksicht genommen werden. Man unterscheidet im allgemeinen bei der Betonbereitung *erdfeuchte* und *plastische* Beton.

Bei Herstellung von erdfeuchter Betonmasse muß der Wasserzusatz so bemessen werden, daß sich die Masse mit der Hand gerade noch ballen läßt, dabei auf der Haut Feuchtigkeit hinterläßt.

Bei Herstellung von weicher plastischer Betonmasse muß der Wasserzusatz soweit gesteigert werden, daß die Masse zwar noch stampffähig ist, während des Stampfens aber weich und wässrig wird und die Form gut ausfüllt.

Erdfeuchter Beton liefert bei richtiger und fachgemäßer Behandlung eine höhere Festigkeit, da er dichter gestampft werden kann, andererseits darf der Beton nicht zu trocken angemacht sein, da ihm sonst das zur Erhärtung erforderliche Wasser fehlen würde. Plastischer Beton erfordert wegen seiner leichten Verarbeitungsfähigkeit geringere Erfahrung und Übung seitens der Betonarbeiter. Für gewisse

Zwecke (Beton mit Eiseneinlagen) wird ein etwas größerer Wasserzusatz, als er bei erdfeuchtem Beton üblich ist, unentbehrlich.

Einen bedeutenden Einfluß auf die Festigkeit des Betons nimmt die Art und Zeitdauer der Mischung. Die Mischdauer kann dann als ausreichend angesehen werden, wenn die Steine allseitig mit innig gemischtem Mörtel behaftet sind. Im allgemeinen läßt sich behaupten, daß durch geübte Arbeiter die Handmischung solider und gleichmäßiger erfolgt als die Maschinenmischung. Die Mischung einer Mischmenge erfordert 5—15 Minuten. Druckversuche haben gezeigt, daß ein längeres Mischen — bis 15 Minuten — eine Erhöhung der Druckfestigkeit herbeiführt.

Die Betonherzeugung durch Handarbeit. Bei Handmischung wird die Betonmasse auf einem gut gelagerten, kräftigen, dicht schließenden Bretter-(auch Blech-)boden — Mischboden genannt — oder auf sonstiger ebener, schwer absaugender und fester Unterlage hergestellt.

Die nötigen Materialien werden nach dem geforderten Mischungsverhältnisse in Gefäßen (Holzkübeln, Schiebkarren), oft aber auch bloß mit Schaufeln vorgemessen. Der vorgemessene Sand wird zuerst in 10 cm hoher Lage ausgebreitet, darauf der ebenfalls vorgemessene Zement gleichmäßig geschüttet und das Ganze mit Schaufeln so lange durchgemengt, bis Zement und Sand gleichmäßig verteilt sind, wofür letzteres man an einer einheitlichen Farbe der Mischung erkennt. Unter fortwährendem Mischen wird sodann mit einer Gießkanne Wasser so lange zugegossen, bis eine Mörtelmasse von der jeweilig erwünschten Konsistenz entsteht. Auf diese Mörtelmasse wird das vorgemessene, gut gereinigte und angenäßte Schotterquantum geschüttet und das Ganze mit Schaufeln (zirka dreimal) durchgemengt, bis alle Steintrümmer gleichmäßig mit Mörtel umgeben sind.

Bei Verwendung von Kiessand ist darauf zu achten, daß bei jeder Mischung die richtige Sand- und Schottermenge genommen werde, was ein geübter Arbeiter leicht erkennt.

Auf einem Mischboden wird in der Regel 0,5 m³ Beton auf einmal bereitet. Für größeren Bedarf können mehrere Mischböden näher der Verbrauchsstelle hergestellt und betrieben werden.

Die Vorteile der Handmischung bestehen darin, daß sie sich den jeweiligen Bedürfnissen und Besonderheiten des einzelnen Falles leicht anpassen läßt, daß man bequem dem Fortschritt der Arbeit folgen kann und daß der Mischprozeß stets genau beobachtet werden kann.

Die Betonherzeugung mit Maschinen. Das Bestreben, bei Verwendung von Maschinen der Vorteile der Handmischung nicht verlustig zu gehen, hat heute schon zu vielen, sehr verschiedenen Systemen von Mischvorrichtungen geführt.

Im allgemeinen teilen sich die Mischmaschinen ein in solche mit absatzweisem (unterbrochenem) Betriebe und solche mit ununterbrochenem Betriebe. Bei beiden Gattungen können die Mischbehälter in wagrechter oder geneigter Lage oder stehend angeordnet sein; dabei ist entweder der Mischbehälter umlaufend eingerichtet oder er ist fest und umlaufende Rührarme nehmen die Mischung vor. Der Betrieb der Maschinen erfolgt entweder von Hand aus oder mittels Kraftübertragung.

Ein einfacher Mischapparat, in Fig. 8 a, T. 10, dargestellt, ist folgender: Ein kubischer Holzkasten (Trommel) von zirka 80 cm Seitenlänge ist an zwei diagonal gegenüber liegenden Ecken an eine durch den Kasten reichende, eiserne Achse befestigt, welche an den Enden je eine Kurbel besitzt. Dieser Kasten ruht mit der Achse in den Lagern eines entsprechenden Holzgestelles und kann mittels der beiden Kurbeln um die eiserne Achse gedreht werden. Eine Seite des Kastens ist mit einem dicht verschließbaren Deckel versehen, durch welchen die Betonmaterialien eingeschüttet und auch ausgeleert werden.

Das entsprechend vorgemessene Sand-, Schotter- und Zementquantum wird durch die nach oben gerichtete Öffnung in den Kasten geschüttet, der Deckel

geschlossen und der Kasten langsam gedreht, wodurch die trockenen Betonmaterialien im Innern des Kastens von einer Wand zur anderen kollern und sich deren Mischung vollzieht. Nach gehöriger Mischung wird der Deckel geöffnet, Wasser zugegossen und durch langsames Drehen bei geschlossenem Deckel auf dieselbe Weise auch die nasse Mischung im Kasten bewirkt. Der nach unten gedrehte Deckel wird sodann geöffnet, worauf der fertige Beton in ein unterhalb aufgestelltes Transportgefäß fällt und abgeführt werden kann.

Mit dieser Vorrichtung kann $0,25\text{ m}^3$ Beton auf einmal erzeugt werden, wozu zirka 10 Minuten erforderlich sind. Bei größerem Bedarf sind mehrere solche Vorrichtungen nötig. Zur Bedienung (ohne Zu- und Abtransportieren der Materialien) sind fünf Mann erforderlich.

Zu einer solchen Betonmischung kann nur langsam bindender Zement verwendet werden, weil bei rasch bindendem Zement der Mörtel an den Wänden des Holzkastens ankleben würde.

Eine ähnliche Mischtrommel ist in Fig. 8 b, T. 10, dargestellt.

Bei dieser befinden sich im Innern der Trommel Schaufeln *f* und an den Innenwandungen schaufelförmige Ansätze *g*, welche bei Drehung der Trommel die Mischung vorwärts schieben, zerwühlen, heben und fallen lassen und so eine innige Mischung der Materialien bewirken.

Man hat auch ähnliche Mischbehälter, bei welchen die nach der Diagonale des Behälters angeordnete Welle zur Zuführung des Wassers hohl und mit vielen kleinen Löchern zur Abgabe des Wassers in den Mischbehälter versehen ist. Das Wasser wird der hohlen Welle durch ein mit Ventilen versehenes und gegen die Hohlwelle abgedichtetes Rohr zugeführt.

Auf eine Beschreibung anderer, komplizierterer und größerer Mischmaschinen kann hier nicht weiter eingegangen werden.

Betonverarbeitung. Die fertig zubereitete Betonmasse muß sogleich zur Verwendungsstelle gebracht und verarbeitet werden. Sie darf in die Baugrube oder Verschalung nur schichtenweise eingebracht werden, und zwar je nach der später gewünschten Beanspruchung des Bauwerkes, bei erdfeuchtem Stampfbeton in 15—20 cm hohen Schichten, bei weichem Stampfbeton in 20—30 cm hohen Schichten. In diesen Grenzen erhält man bei Anwendung der geringeren Schichtenhöhe die höhere Festigkeit.

Die einzelnen Schichten sollen, wo es die Bauausführung gestattet, rechtwinklig zu der im Bauwerk auftretenden Druckrichtung (also meist horizontal) eingelegt werden und, wo dies nicht möglich ist, gleichlaufend mit der Druckrichtung.

Die eingebrachten Betonschichten werden mit quadratischen oder rechteckigen, hölzernen oder eisernen Stampfern (Stößeln) von 10—16 cm Seitenlänge und 10—17 kg Gewicht so lange gestampft, bis sich an der Oberfläche der Schichte Wasser zeigt. Die Größe der aufzuwendenden Stampfarbeit wird bedingt durch die zu erzielende Festigkeit und durch die Art der Betonmasse (erdfeucht oder weich). Bei weicher Betonmasse kann zu langes Stampfen ein Entmischen herbeiführen, also schädlich wirken.

Besondere Sorgfalt ist auf das Stampfen der Ecken und Außenseiten (längs der Verschalung) zu verwenden, auch sollen hier keine großen Steine zu liegen kommen, damit auch hier der Beton vollkommen dicht und ohne Hohlräume sei. Man nimmt daher zum Stampfen in den Ecken und längs der Wände zweckmäßig die kleineren Stößel.

Bei nicht sehr ausgedehnten Betonobjekten sollen die einzelnen Schichten über das ganze Objekt reichen und vertikale Absätze (Abtreppungen) vermieden werden. Bei ausgedehnten Objekten können, sobald zwischen das Auftragen der einzelnen Schichten ein Zeitintervall von über 24 Stunden fallen würde, Abtreppungen

nicht vermieden werden. In solch einem Falle ist es gut, einzelne Teile der Betonmauer mit entsprechenden Abtreppungen auf die ganze Höhe auszuführen, da hiedurch wenigstens große, einheitliche Betonblöcke in dem Mauerwerk entstehen, wenn selbst an den Berührungsstellen zweier, zu verschiedenen Zeiten hergestellter Betonteile keine innige Verbindung erreicht werden sollte.

Bei Gewölben aus Beton muß der Abschluß der Betonschichten bei eintretenden Arbeitspausen immer radial zum Zentrum des Bogens gerichtet sein (Fig. 5, T. 10); ein horizontaler Abschluß würde bei sehr leicht eintretender Trennung der beiden, zu ungleichen Zeiten ausgeführten Betonschichten die Stabilität des Gewölbes in Frage stellen.

Behufs guter Verbindung einer frischen Betonschüttung an eine bereits erhärtete Betonmasse pflegt man den erhärteten Beton an den Verbindungsfächen durch teilweises Aufhacken rau zu machen, dann zu reinigen und unmittelbar vor dem Auftragen der frischen Betonmasse mit dünnflüssigem Portlandzement zu benetzen. Dies gilt sowohl für durchlaufende, horizontale Abschlußflächen als auch für vertikale Abtreppungen der fertigen Betonmassen.

Beim Anschlusse der Betonmasse an eine Holzverkleidung oder an Steinmauern sollen diese vor dem Einbringen des Betons etwas befeuchtet werden, damit sie dem Beton nicht Wasser entziehen und dieser dann undicht wird.

Die fertigen Betonmauern müssen im Erhärtungsstadium vor Sonnenhitze oder Frost durch Zudecken mit Brettern, Stroh, Laub oder Sand u. dgl. sorgfältig geschützt und vor zu raschem Austrocknen bewahrt, daher öfter mit Wasser begossen werden. Hat man Frost zu befürchten, so soll unter allen Umständen ein geeignetes Bedecken der fertigen Betonflächen vorgenommen werden, auch wenn die Oberfläche der Betonschichte noch nicht abgebunden hätte und z. B. durch Auftragen einer entsprechenden Sandschichte, auf einer sorgfältig gelegten Bretterlage die geebnete Fläche verloren ginge. Der eventuell dadurch entstandene Schaden kann durch Ausbessern leicht wieder gut gemacht werden.

Betonformen (Einschalungen). Der herzustellende Betonkörper muß unten und seitlich vollkommen und widerstandsfähig begrenzt sein, um die Betonmasse einbringen und ordentlich feststampfen zu können. Die Begrenzungsflächen können durch haltbare Erdwände, durch fertiges oder gleichzeitig mit der Betonierung aufzuführendes Mauerwerk oder durch Pfostenverschalungen gebildet werden.

Letztere müssen genau der Form und Größe der herzustellenden Betonkörper entsprechen und durch ein starkes Holzgerippe, an welches die Pfosten zu nageln sind, derart gestützt werden, daß einerseits durch das Einstampfen der schweren Betonmasse die Verschalung nicht hinausgedrückt und andererseits diese nach dem Erhärten des Betons wieder leicht entfernt werden kann; Fig. 5, T. 10, zeigt ein solches Beispiel.

Die Einschalung der aufsteigenden Mauer wird erst nach vollständiger Ausbetonierung der Fundamente bewirkt und dient dann die Fundamentgleiche dem Holzgerippe gleichzeitig als Auflager.

Die Schalbretter größerer Einschalungen werden ungehobelt, aber gefügt an das gut verspreizte Holzgerippe leicht angenagelt, während für kleinere Einschalungen die Bretter außerdem gehobelt, eventuell noch mit einem Fettstoff bestrichen werden, um das Anhaften des Betons zu verhindern.

Die Türöffnungen müssen gleichzeitig mit der übrigen Wandverschalung eingeschalt werden; Fensteröffnungen, sowie alle anderen höher liegenden Öffnungen können erst dann eingeschalt werden, wenn die Betonierung bis zu ihrer Höhe (Sohlbankhöhe) vorgeschritten ist.

Die Fenster- und Türstöcke sollen aber nicht gleich mit dem Aufführen der Mauern einbetoniert werden, weil einerseits eine Verschiebung derselben während der Betonierung stattfinden könnte, andererseits sie auch durch die Nässe zu viel leiden würden. Man wird daher die Öffnung genau und widerstandsfähig ausschalen und harte Holzstücke (Tragel) einbetonieren, an welche dann die Stöcke anzuschrauben sind.

☐ Rauch- und Ventilationsschlote können so wie beim Ziegelmauerwerk hergestellt werden, indem man entsprechend aufgestellte Formen aus Holz oder dickem Bleche (Rauchzylinder) — eventuell Poterien — entweder mit Ziegeln einmauert oder mit Beton die Zwischenräume ausfüllt und feststampft (Fig. 7a und b, T. 10). Beim Einbetonieren müssen die Holzformen glatt gehobelt und mit Fettstoff bestrichen werden, damit der anschließende Beton nicht zu starke Reibung hervorruft und die Formen nach dem Erhärten der Betonmasse leicht hinaufgezogen werden können.

☐ Schräge oder horizontale Hohlkanäle werden am besten mit Ziegeln gemauert. An die Mauerung schließt dann die Betonierung an (Fig. 6, T. 10). Man kann auch solche Kanäle teilweise mauern und teilweise an entsprechende Formkästen betonieren, sobald die Formen nach der Erstarrung des Betons wieder herausgezogen werden können (Fig. 7a und b, T. 10).

☐ Bei haltbaren Erdwänden wird der Beton direkt an die entsprechend abgeglichenen Erdwände angeschlossen. Bei nicht haltbarem Erdreiche wird man gezwungen sein, auch Pfostenverschalungen herzustellen und diese gegen die Erdwände zu stützen (Fig. 6, T. 10). Können diese Verschalungen nach dem Erhärten des Betons nicht wieder entfernt werden, so wird man hierzu nur minderwertiges Holzmaterial verwenden und den Raum zwischen den Holz- und Erdwänden mit Erdmaterial vollstampfen.

☐ Ausschalung der Betonobjekte. Die aus Holz hergestellten Formen werden wieder abgenommen (ausgeschalt), sobald die Betonkörper soweit erhärtet sind, daß sie ohne diese Hülle in ihrer Form erhalten bleiben. Die zur Verwendung gelangenden hydraulischen Bindemittel, die Größe und Lage der Betonkörper, endlich auch die Witterung sind bestimmend für die Zeit, wie lange das hergestellte Betonmauerwerk eingeschalt bleiben muß.

☐ Bei mittlerer Temperatur und Verwendung von Portlandzement können niedere, gerade Mauern schon nach 24 Stunden, kleinere Gewölbe (mit 2—3 m Spannweite) nach 2—3 Tagen ausgeschalt werden, während Gewölbe mit größeren Spannweiten 10—14 Tage eingeschalt bleiben müssen.

☐ Verputz auf Betonmauerwerk. Der Verputz haftet nur dann an Betonflächen, wenn er gleich nach dem Ausschalen, so lange der Beton noch feucht ist, aufgetragen wird.

☐ Wenn die Betonform aus rein gehobelten, gut anschließenden Brettern hergestellt und der Beton sorgfältig eingebracht wird, so daß längs der Schalung keine Steine zu liegen kommen, wird ein Verputz zumeist nicht nötig sein.

☐ Bei gegliederten Betonkörpern, besonders bei Gesimsen wird man, um einen späteren Verputz zu ersparen, die Schalfflächen vor dem Einbringen der Betonmasse mit einer feinen Mörtelschichte belegen, in welcher sich die Gliederungen ziemlich scharf ausdrücken.

☐ Mauerflächen, welche nur mit rauhen, ungehobelten Brettern eingeschalt waren, werden meist einen Verputz benötigen, welcher gleich nach dem Ausschalen angebracht werden soll. Die Verputzflächen müssen hiefür vorher von Staub gereinigt und mit Wasser benetzt werden, worauf der Zementmörtel in dünnen Schichten aufgetragen, mit der Latte abgezogen und entsprechend verrieben wird.

Der obere Abschluß von Betonkörpern, z. B. bei Fußböden, Dachflächen u. dgl. wird durch eine 2 cm dicke Zementmörtelschicht gebildet, welche gleich nach beendeter Stampfarbeit aufgetragen und mit der Latte abgestrichen, eventuell auch verrieben oder geglättet wird. (Siehe Verputz.)

7. Geböschte Mauern.

(Tafel 10.)

Geböschte Mauern werden größtenteils als Stützmauern zur Herstellung steiler Böschungen bei frischen Erdschüttungen und als Futtermauern zur Verkleidung von Abgrabungen bei gewachsenem Boden verwendet, in welchen Fällen selbe den auftretenden Erddrücken widerstehen müssen. Manchmal dienen geböschte Mauern bloß zur Verkleidung von Erdböschungen, die vermöge der Kohäsion des Materiales gegen Einsturz gesichert sind. In diesem Falle entfällt die Rücksichtnahme auf den Erddruck, weshalb solche Verkleidungsmauern bedeutend schwächer gehalten werden können als Stütz- oder Futtermauern.

Stütz- und Futtermauern werden gewöhnlich an den inneren Mauerhäuptern vertikal, an den äußeren aber geböschet, Verkleidungsmauern dagegen an beiden Mauerhäuptern geböschet hergestellt.

Die Neigung der Mauerhäupter kann verschieden sein und wird zumeist in Teilen der Höhe ausgedrückt ($\frac{1}{20}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$ der Mauerhöhe).

Wollte man bei horizontalen Lagerfugen ebene Mauerhäupter erzielen, so müßten die Ziegel oder Steine an den geböschten Mauerhäuptern entsprechend zugehauen werden, wodurch nicht nur an den unteren Steinkanten spitze Winkel entstünden, sondern bei den Ziegeln gerade der gegen die Witterung widerstandsfähigste Teil der scharfgebrannten Oberflächen verloren ginge.

Um diese Übelstände zu vermeiden, können bei stark geböschten Mauern die Lagerfugen normal, also senkrecht zur Böschungsebene angelegt werden, in welchem Falle die Mörtelbänder mit gutem Mörtel sorgfältig zu verstreichen sind, damit das Niederschlagswasser durch die geneigten Fugen nicht in die Mauer eindringen könne (Fig. 1, T. 10).

Bei wenig geböschten Mauern können die Ziegelscharen einfach horizontal und am äußeren Mauerhaupte etwas zurücktretend, also stufenförmig gelegt werden (Fig. 2 a, T. 10).

Bei dickeren und stärker geböschten Mauern können die äußeren Fugen senkrecht zum Mauerhaupte, die inneren aber horizontal angeordnet werden (Fig. 2 b, T. 10), wodurch also gebrochene Lagerfugen entstehen, welche den Verband allerdings etwas beeinträchtigen, welcher Nachteil aber durch Verwendung von gutem Zementmörtel behoben werden kann.

Bei Bruchsteinmauern mit kleinerem Böschungswinkel können die horizontalen Schichten am unteren Rande auch spitzwinkelig auslaufen (Fig. 3 a, T. 10). Bei größerem Böschungswinkel und nicht unbedingt notwendig glatten Mauerhäuptern können die Steine mit rauhen Köpfen über das Mauerhaupt vorragen, wobei die spitzen Winkel verschwinden (Fig. 3 b, T. 10); beim Quadermauerwerk können die Köpfe etwa nach Fig. 3 c, T. 10, rein bearbeitet werden.

8. Allgemeines über Mauerstärken.

Die Mauerstärken sind im allgemeinen abhängig von der Festigkeit des Materials, von der freien Höhe der Mauer und von der Inanspruchnahme derselben durch vertikale Belastung oder Seitenschub.

Bei Gebäuden gilt als freie Höhe einer Mauer die lichte Geschoßhöhe, weil in der Deckenkonstruktion die Mauern gegeneinander mit Ankerschließen verbunden werden.

a) Zulässige Beanspruchung des Mauerwerkes.

Für große Belastungen, Gewölbeschübe u. dgl. werden die Mauerstärken durch Rechnung bestimmt, wobei mit Rücksicht auf die geringere Festigkeit des Mörtels in den Lagerfugen, von der Festigkeit der verwendeten Steine nur $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ in Anspruch genommen werden darf.

Die berechneten Dimensionen werden entsprechend den üblichen Mauerstärken beim Ziegelmauerwerk auf ein Vielfaches von halben Ziegellängen und beim Stein- oder Betonmauerwerk auf eine durch 5 teilbare Zahl abgerundet.

Tab. I. Zulässiger Druck für gerades Mauerwerk in *kg* pro *cm*²:

- für Mauern nicht unter 45 *cm* Stärke sowie Tragpfeiler, deren kleinste Querschnittsdimension mindestens $\frac{1}{6}$ Höhe beträgt;
- für Mauern unter 45 *cm* Stärke sowie Tragpfeiler, deren kleinste Querschnittsdimension $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$ der Höhe beträgt;
- für Pfeiler mindestens 30 *cm* kleinster Abmessung, deren kleinste Querschnittsdimension $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{12}$ der Höhe beträgt.

Nr.	Mauerwerk gattung	a	b	c
1	Ziegelmauerwerk mit Weißkalkmörtel	5	2.5	—
2	Ziegelmauerwerk mit Romazementmörtel	7.5	5	—
3	Ziegelmauerwerk mit Portlandzementmörtel	10	7.5	5
4	Gemischtes Mauerwerk oder Bruchsteinmauerwerk mit Weißkalkmörtel	4	—	—
5	Gemischtes Mauerwerk oder Bruchsteinmauerwerk mit Romazementmörtel	5	—	—
6	Gemischtes Mauerwerk oder Mauerwerk aus lagerhaftem Bruchstein mit Portlandzementmörtel	8	—	—
7	Bruchsteinmauerwerk aus zugerichtetem, festem Steine	10	—	—
8	Mauerwerk aus geschlemmten Ziegeln bester Sorte (sogenannte doppelt geschlemmte) oder Pfeilerziegel mit Portlandzementmörtel	12	8	6
9	Mauerwerk aus Klinkern mit Portlandzementmörtel	20	15	10
10	Betonmauerwerk aus Romazement in Fundamenten, im Mischungsverhältnis von 250 <i>kg</i> zu 1 <i>m</i> ³ Sand mit Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:5)	5	—	—
11	Betonmauerwerk aus Portlandzement bei Mauern nicht unter 45 <i>cm</i> Stärke, ferner aus Schlackenzement in Fundamenten oder an feuchten Orten:			
	a) im Mischungsverhältnisse von 500 <i>kg</i> zu 1 <i>m</i> ³ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:3)	18	—	—
	b) im Mischungsverhältnisse von 325 <i>kg</i> zu 1 <i>m</i> ³ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:5)	12	—	—
	c) im Mischungsverhältnisse von 225 <i>kg</i> zu 1 <i>m</i> ³ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:8)	8	—	—
	d) im Mischungsverhältnisse von 175 <i>kg</i> zu 1 <i>m</i> ³ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:10)	6	—	—

Tab. II. Zulässige Beanspruchung bei Gewölben aus Ziegelmauerwerk, Beton und Hausteinen, bis zu Spannweiten von 10 m.

Nummer	Mauerwerk gattung	Druck-	Zug-
		Festigkeit	
		in kg pro cm ²	
1	Ziegelgewölbe mit Weißkalkmörtel	5	—
2	Ziegelgewölbe mit Romanzementmörtel	7·5	—
3	Ziegelgewölbe mit Portlandzementmörtel	10	1
4	Gewölbe mit ausgeschlemmten Ziegeln bester Sorte (sogenannte doppelt geschlemmte) sowie aus Pfeilerziegeln mit Portlandzementmörtel	12	1
5	Gewölbe aus Klinkerziegeln mit Portlandzementmörtel	20	—
6	Betongewölbe aus Portlandzement oder aus Schlackenzement bei Verwendung an feuchten Orten:		
	a) im Mischungsverhältnisse von 500 kg zu 1 m ³ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:3)	18	3
	b) im Mischungsverhältnisse von 325 kg zu 1 m ³ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:5)	12	2
7	Betongewölbe aus Portlandzement mit Eiseneinlagen (Monier, G. A. Wayss, Melan u. a. m.) im Mischungsverhältnisse von 500 kg zu 1 m ³ ungeworfenen Sand (Volumenmischungsverhältnis 1:3)	21	8
8	Gewölbe aus festen Hausteinen (lagerhaft bearbeitete Steine) mit gutem Portlandzementmörtel	30	1

b) Mauerstärken.

Die nachfolgenden Angaben gelten nur unter der Bedingung, daß die im vorhergehenden Kapitel angegebenen, zulässigen Beanspruchungen des Mauerwerkes nicht überschritten werden.

α) Freistehende Mauern.

Für freistehende Mauern kann die Dicke d als entsprechender Teil der Höhe h angenommen werden. Bei Ziegelmauerwerk in Weißkalkmörtel nimmt man gewöhnlich für starke Mauern $d = 1/8 h$, für mittelstarke Mauern $d = 1/10 h$ und für schwache Mauern $d = 1/12 h$.

Bruchsteinmauern sind wegen der geringen Lagerhaftigkeit der Steine mindestens 45 cm dick zu machen; nur ausnahmsweise können bei sehr lagerhaftem Steinmaterial kleinere Scheidemauern 30 cm dick gehalten werden.

Betonmauern können je nach der Verwendung von Zementkalk oder Portlandzement um 10—20% schwächer gehalten werden als Ziegelmauern in Weißkalkmörtel.

β) Stärke der Mauern in Wohngebäuden.

Diese ist abhängig von der freien Länge der Mauer, von der Zimmertiefe, von der Stockwerkshöhe und von der Art der Deckenkonstruktion.

Im allgemeinen sind bei gewöhnlichem Ziegelmauerwerk in Weißkalkmörtel und lichten Geschoßhöhen von nicht mehr als 5 m folgende Mauerstärken gebräuchlich:

Hauptmauern sind bei Zimmertiefen bis zu 6·5 m und freier Mauerlänge bis 10 m im obersten Geschoße 45 cm und bei Zimmertiefen über 6·5 m oder bei Mauerlängen über 10 m 60 cm stark zu machen.

Wenn das Gebäude Tramdecken hat (siehe Deckenkonstruktion), so können die Hauptmauern durch je zwei Geschoße gleiche Stärke haben, worauf selbe erst

in den zwei tiefer liegenden Geschossen um 15 *cm* stärker zu dimensionieren sind; wenn aber im Gebäude Tram- oder Ziegelgewölbedecken zwischen Eisenträgern angewendet werden, so können die Hauptmauern in allen Geschossen, je nachdem die Zimmertiefe kleiner oder größer als 6,5 *m* ist, 45 bzw. 60 *cm* stark gehalten werden, insoferne der zulässige Druck nicht überschritten wird.

Falls Dippeldecken zur Anwendung kommen, muß für jedes Auflager der Dippeldecke eine 15 *cm* breite Verstärkung der tragenden Mauer erfolgen; dies gilt für alle tragenden Mauern, also auch für Mittelmauern.

Umfassungsmauern, die keine Deckenkonstruktion tragen (z. B. bei Risaliten), können in allen Geschossen 45 *cm*, Feuermauern selbst nur 30 *cm* stark gehalten werden.

Mittelmauern, welche zumeist auf beiden Seiten die Deckenkonstruktion tragen und außerdem die Rauch- und Ventilationschlote in sich aufnehmen, werden bei Anwendung von Tramdecken in dreistöckigen Häusern in allen Geschossen 60 *cm* stark gemacht. Bei vier Stock hohen Häusern erhalten die Mittelmauern in den vier oberen Geschossen dieselbe Stärke von 60 *cm*, hingegen im Erdgeschoße eine Dicke von 75 *cm*. Bei Anwendung von Traversendecken kann die Mittelmauer des obersten Stockwerkes bis auf 45 *cm* reduziert werden. Bei weniger als drei Stockwerken können die Mittelmauern bei Tramdecken und solchen mit eisernen Trägern durch alle Geschosse bloß 45 *cm* stark sein, wenn nicht zu viele Schlote diese Mauer schwächen.

Brandmauern werden mindestens 15 *cm* stark gehalten, eventuell mit Verstärkungspfählen versehen.

Lichthofmauern müssen mindestens 30 *cm*, wenn sie zugleich aber eine Deckenkonstruktion zu tragen haben, 45 *cm* stark sein.

Stiegenmauern werden gewöhnlich durch alle Geschosse gleich stark dimensioniert, und zwar bei einer Stiegenbreite bis 1,5 *m* und beiderseits eingemauerten Stufen, dann für höchstens zweigeschossige Gebäude 30 *cm*, bei größerer Stiegenbreite und mehr als zweigeschossigen Gebäuden 45 *cm* stark. Bei freitragenden Stiegen müssen die Stiegenmauern mindestens 45 *cm* stark sein.

Scheidemauern sollen, wenn sie kein Deckenaufleger bilden, innerhalb eines Wohnungskomplexes mindestens 15 *cm*, wenn sie Wohnungen trennen, 30 *cm* stark sein. Bei größeren Gebäuden (Kasernen, Schulen, Spitälern usw.) sollen Scheidemauern nicht unter 30 *cm* gemacht werden. Scheidemauern, welche durch drei Geschosse reichen, sollen im untersten Geschosse 30 *cm* stark gehalten werden.

Alle inneren Mauern sind an jenen Stellen, wo sie Rauchschlote enthalten, mindestens 45 *cm* stark auszuführen. Schwächere Mauern müssen daher an solchen Stellen eine Zulage bis 45 *cm* erhalten.

Alle Kellermauern müssen um 15 *cm* stärker gehalten werden als die darauf ruhenden Mauern des Erdgeschosses. Die Verstärkung der Kellermauern erfolgt bei Mittel- und Scheidemauern, auf beiden Seiten zur Hälfte, bei Umfassungsmauern zumeist nur nach außen (Mauerrecht).

Fundamentmauern werden ebenfalls um 15 *cm* stärker gehalten als die darauf ruhenden Erdgeschoß- oder Kellermauern. Die Verstärkung erfolgt dann bei allen inneren Mauern nach beiden Seiten, bei Kellerumfassungsmauern aber zumeist nach innen.

Gewölbwiderlagsmauern müssen dem jeweiligen Seitenschub der Gewölbe entsprechend stärker dimensioniert werden (siehe Gewölbekonstruktion).

γ) Stütz-, Futter- und Verkleidungsmauern.

Für Stütz- und Futtermauern lassen sich keine allgemein gültigen Regeln aufstellen, weil der Erddruck je nach der Bodenbeschaffenheit stark wechselt.

Stützmauern. Für mittlere Verhältnisse kann man nach den von der k. k. österr. Staatsbahndirektion aufgestellten Normen bei Stützmauern mit vertikaler

Rückwand und $\frac{1}{5}$ füßiger Böschung der Vorderwand für 2 m hohe Mauern und 1 m hoher Schüttung über der Mauerkrönung eine Kronenbreite von 60 cm und für jedes Meter größere Mauerhöhe eine Verstärkung der Kronenbreite um 20 cm annehmen.

Futtermauern können — Rutschterrain ausgenommen — bei mehr als 2 m Höhe um 15—20 cm schwächer angelegt werden als Stützmauern, eventuell auch eine geringere, zumeist $\frac{1}{6}$ füßige Außenböschung erhalten, weil die Kohäsion des gewachsenen Bodens den Erddruck vermindert.

Verkleidungsmauern können bei haltbarem Felsen durchaus 45—60 cm stark gehalten werden. Lockerer Felsen und sehr ungünstige Lassenrichtung bedingen oft dieselben Dimensionen wie bei Futtermauern.

Tabelle über die Kronenstärke bei Stütz- und Futtermauern.

(Nach den Normen der k. k. Direktion für österreichische Staatseisenbahnbauten und nach den üblichen Querschnittsverhältnissen für Stütz- und Futtermauern.)

(Fig. 13 A und B, T. 10.)

Mauerhöhe h in Metern	Überschüttung H in Metern bis								
	1	2	4	6	8	10	15	20	30
A. Für Stützmauern									
1	0 60	0 60	0 60	0 60	0 60	0 60	0 60	0 60	0 60
2	0 65	0 70	0 70	0 75	0 80	0 80	0 80	0 80	0 80
3	0 79	0 86	0 92	0 98	1 04	1 10	1 10	1 10	1 10
4	0 98	1 06	1 14	1 21	1 28	1 35	1 40	1 40	1 40
5	1 17	1 27	1 36	1 44	1 52	1 60	1 69	1 70	1 70
6	1 36	1 47	1 58	1 67	1 77	1 85	1 96	2 05	2 05
7	1 55	1 68	1 80	1 91	2 01	2 10	2 23	2 34	2 38
8	1 74	1 89	2 02	2 13	2 25	2 35	2 50	2 62	2 70
9	1 92	2 09	2 24	2 37	2 49	2 60	2 77	2 91	3 05
10	2 12	2 29	2 46	2 59	2 74	2 85	3 04	3 19	3 40

Mauerhöhe h in Metern	Überschüttung H in Metern bis								
	1	2	4	6	8	10	15	20	30
B. Für Futtermauern									
1	0 55	0 55	0 55	0 55	0 55	0 55	0 55	0 55	0 55
2	0 60	0 60	0 60	0 60	0 60	0 60	0 60	0 60	0 60
3	0 65	0 65	0 70	0 70	0 75	0 80	0 80	0 80	0 80
4	0 78	0 79	0 84	0 90	0 95	1 00	1 05	1 05	1 05
5	0 96	0 98	1 03	1 09	1 15	1 20	1 29	1 30	1 30
6	1 15	1 17	1 23	1 29	1 35	1 41	1 50	1 55	1 55
7	1 33	1 36	1 42	1 48	1 54	1 61	1 71	1 78	1 80
8	1 51	1 54	1 61	1 68	1 74	1 81	1 93	2 01	2 05
9	1 70	1 73	1 80	1 88	1 94	2 02	2 14	2 24	2 30
10	1 88	1 92	1 99	2 07	2 14	2 22	2 35	2 46	2 60

Wird an der Rückseite einer Stützmauer eine trockene Steinschichtung angeordnet, welche den Druck der Anschüttung teilweise aufnimmt, so kann die Mauerstärke um 0 08 h vermindert werden.

Trockenmauern erhalten gewöhnlich die $1\frac{1}{2}$ fache Dicke von Mörtelmauern und eine sanftere Böschung ($\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Mauerhöhe zur Anlage). Sie dienen gewöhnlich nur als Futter- oder Stützmauern für geringe Mauerhöhen.

9. Konstruktion dünner Wände.

(Tafel 11.)

Dünne, leichte Wände dienen zur Umschließung von Räumen bei Baracken und sonstigen untergeordneten und provisorischen Bauten sowie bei solchen Bauten, bei denen es sich um möglichste Ausnutzung des Baugrundes handelt, ferner zur Unterteilung von Räumen in bestehenden Gebäuden, wenn die Zwischendecken keiner zu großen Belastung durch die aufzuführenden Scheidewände ausgesetzt werden dürfen.

Sie haben außer der Leichtigkeit meist noch den Vorteil, daß sie rasch austrocknen und weniger Raum einnehmen. Sie werden entweder aus fertigen, eigens erzeugten Materialstücken zusammengesetzt oder an Ort und Stelle in einem Stücke hergestellt.

Ziegelwände. Früher hat man dünne Wände in einfachster Weise aus hochkantig gestellten Ziegeln aufgeführt (Fig. 1, T. 11). Lange Wände dieser Art hat man zur Erhöhung der Stabilität durch vertikale Holz- oder I-förmige Eisenständer, eventuell Türständer, in 2—3 m breite Felder geteilt und die Wände in Romanzement- oder Portlandzementmörtel ausgeführt. Durch Einlegen von zirka 2/20 mm starken Flacheisen, die an die Ständer oder Anschlußmauer befestigt werden, in jede 3. oder 4. Lagerfuge, kann die Stabilität vermehrt werden. Durch Verwendung von Hohlziegeln (Fig. 1 c, T. 11) kann auch das Gewicht vermindert werden.

Diese Wände erfordern Fundamente oder eiserne Träger als Unterlage.

Freitragende, massive Wände, System Prüss. Diese bestehen aus Eisen, Stein und Zement (Fig. 2, T. 11).

Die Eisenkonstruktion wird gebildet aus lotrecht und wagrecht, ohne Durchdringung, nebeneinander straff gespannten Bandeisen von zirka 1·5/26 mm Querschnitt, deren Abstand voneinander beliebig gewählt werden kann. Die wagrechten Bandeisen liegen flachseitig in den Lagerfugen, die senkrechten ebenso in den durchgehenden Stoßfugen eingebettet, die ersteren auf der einen Wandseite, bündig, die letzteren auf der anderen.

Die Bandeisen werden an den Enden mittels Haken u. dgl. an die Mauern, Ständer, Deckenträme usw. befestigt. Da alle Bandeisen senkrecht zur Wandebene liegen, versteifen sie die Wand gegen seitliches Durchbiegen, Durchdrücken oder Ausbauchen. Die Bandeisen werden an den Kreuzungspunkten nicht besonders verknüpft, da die Verbindung durch die Ausmauerung erfolgt.

Durch das eingebettete Eisenetz, welches durch die Ausmauerung nach allen Seiten fest und wirksam ausgesteift ist, bildet die fertige Wand einen sich selbst tragenden Gitterträger von hoher Widerstandsfähigkeit, der keine Unterstützung benötigt, daher auch auf jede Zwischendecke, ohne dieselbe zu belasten, aufgesetzt werden kann.

Die Ausmauerung der Prüss'schen Wände ist nicht an ein besonderes Steinmaterial gebunden, sondern gestattet die größte Vielseitigkeit in der Verwendung der ortsüblich vorhandenen Materialien. Sie kann erfolgen mit (siehe Fig. 2, T. 11) *A.* Trapezsteinen, *B.* hochkantig gestellten Mauerziegeln, *C.* Platten aus Stücksteinen, *D.* Betonplatten und *E.* Verblendsteinen.

In erster Reihe sind die gewöhnlichen Normalziegel (*B.*) verwendbar. Vorteilhafter ist jedoch der trapezförmige Ziegel (*A.*). Dieser preßt durch seine Keilform den Mörtel in den Stoßfugen besser zusammen und wird durch sein bequemeres Vermauern und seiner größeren Fläche wegen der Arbeitslohn billiger als mit Normalziegeln. Minderwertige Materialien, als Stücksteine, wie sie von Abbrüchen herühren, lassen sich auch vorteilhaft verwenden. Hierzu werden die Steine in Formen oder Rahmen von entsprechender Feldergröße flachseitig verlegt und die Fugen mit Gips oder Zementmörtel ausgegossen. Nach dem Erhärten sind Steinplatten (*C.*) vorhanden, welche aus dem Rahmen genommen, zur Ausmauerung des Bandnetzes

geeignet sind. Gleich geeignete Steinplatten lassen sich auch aus Beton herstellen (*D*). Schließlich ist die Verwendung von Verblendsteinen (*E*) zur Ausmauerung, besonders bei Außenmauern sehr vorteilhaft.

Als Mörtel ist in allen Fällen nur guter Zementmörtel zu verwenden (1 Teil Zement, 3—4 Teile reiner, scharfer Sand). Die Steine sind vor dem Vermauern gut anzunässen; die fertigen Wände erhalten entweder eine Fugenverstreichung oder einen Verputz oder eine Verkleidung mit Kacheln oder Fliesen.

Gipsdielenwände. Die schwächeren, 2—5 cm dicken Gipsdielen (siehe Baustoffe) werden meist nur zur Verkleidung eines entsprechenden Holzgerippes (Fig. 3, T. 11) oder von Riegelwänden verwendet, während die stärkeren, 5—8 cm dicken Gipsdielen auch selbständig zur Bildung leichter Wände Verwendung finden können (Fig. 4, T. 11).

Werden Wände aus schwachen Gipsdielen mit einem Holzgerippe (siehe Riegelwände) hergestellt, so nagelt man die Gipsdielen wie gewöhnliche Bretter mit verzinkten Drahtstiften an das Holzgerippe. Beim Anschlusse solcher Wände an bestehende Mauern erfolgt die Befestigung an diese durch Bankeisen oder besser durch Eingreifen der Wandenden in eine in die Mauern auszustemmende, 2—4 cm tiefe Nut.

Werden Wände aus stärkeren Gipsdielen ohne Holzgerippe hergestellt, so legt man die Dielen „voll auf Fug“ übereinander und verbindet sie an den Lager- und Stoßfugen mit Leimgips (mit dünner Leimlösung zu Mörtel verrührtes Gipsmehl) und überdies durch verzinkte Drahtstifte, welche nach Fig. 4, T. 11, in die Stoßfugen und anschließenden Hölzer schräge einzuschlagen sind. Bei dieser Ausführung können die Dielen, wie Fig. 4 *a* und *c*, T. 11, zeigt, entweder zwischen Holzständer gelegt und an diese festgenagelt oder nach Fig. 4 *d*, T. 11, zwischen die Flanschen eiserner Ständer oder in ausgestemmte Mauernuten eingeschoben werden.

Die Wandflächen erhalten einen dünnen, in zwei Lagen aufzutragenden Verputz, und zwar zuerst einen groben Verputz mit 3 Teilen Weißkalk- und 1 Teil Gipsmörtel, der bloß angespritzt wird, darüber einen feinen Verputz aus 3 Teilen Weißkalk- und 2 Teilen Gipsmörtel oder aus reinem Gipsmörtel, der mit dem Reibbrett verrieben wird.

Gipsdielenwände sind sehr leicht, können daher auf bestehende Zwischendecken ohne unterstützende Träger aufgesetzt werden, sie sollen aber nur an trockenen Orten Verwendung finden. In den Hohlräumen der Rohreinlagen nistet sich gerne Ungeziefer ein, weswegen solche Wände für Wohnräume nicht besonders zu empfehlen sind.

Wände aus Spreutafeln. Die Spreutafeln (siehe Baustoffe) werden wie die Gipsdielen für Wandbildungen verwendet; ihrer größeren Dicke wegen kann ein Holzgerippe meist entbehrt werden. Sie sind gegen Feuchtigkeit sehr empfindlich, sollen daher entweder nur an trockenen Orten verwendet oder durch Imprägnierung oder Isolierung gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Als Bindemittel dient reiner Gipsmörtel oder Kalkmörtel mit 10—15 Raumteilen Gips. Der Verputz soll nur höchstens 8 mm dick sein, und womöglich aus reinem Gipsmörtel ohne Kalkbeimengung bestehen.

Wände aus Schlackensteinen. Zur Bildung dünner Wände dienen häufig Platten, welche aus einem Gemenge von Gips und Kohlschlacke ohne Rohreinlage erzeugt werden. Je nach der Verbindungsart dieser Platten an den Stoß- und Lagerflächen hat man verschiedene Systeme zu unterscheiden.

Die in Fig. 10 *a*, T. 11, dargestellten Schlackensteine sind 50 cm lang, 33 cm breit und 5, 7 oder 10 cm dick und haben an den vier Schmalseiten (Stoß- und Lagerfugen) halbrunde Rillen.

Zur Bildung von Wänden werden die Platten „voll auf Fug“ übereinander gesetzt. In jede einzelne Schichte wird bei den Stoßfugen in die durch die Rillen gebildeten Kanäle so lange dünnflüssiger Leimgips eingegossen, bis die Kanäle der

Stoß- und Lagerfugen voll ausgefüllt sind. Vor dem Ausgießen der Kanäle müssen aber die Fugen an den Wandflächen mit Leimgips verstrichen werden. Nach dem Erhärten des eingegossenen Leimgipses sind die Platten wie zu einer ganzen Platte verbunden.

Beim Anschlusse an Mauern greifen die Platten unter den Verputz bis zum Mauergrunde; der Mauerverputz, anschließend an die Platten, wird mit Gips-schlackenmörtel hergestellt. Haltbarer kann der Anschluß gemacht werden, indem man die Platten außerdem stellenweise mit Bankeisen befestigt oder sie in eine ausgestemte Mauernut eingreifen läßt.

Die Firma August Scheffel in Wien erzeugt gedübelte Gips-schlackenplatten von gewölbeartiger Form (Fig. 10 b, T. 11) und geringem Eigengewicht (45 kg/m^2). Infolge der gewölbeartigen Form werden je zwei Platten von der darauf zu stehen kommenden Platte zusammengehalten; außerdem werden je drei Platten untereinander durch je zwei Dübeln aus Zement verbunden.

Die Fugen werden mit Gipsmörtel ausgegossen und die Wandflächen mit einem feinen Gipsverputz versehen.

Skagliolwände. Die Firma Fritz & Hübner in Wien erzeugt die in Fig. 9 dargestellten, quadratischen Skagliolbauplatten mit 50 cm Seitenlänge und 5, 7 und 10 cm Dicke, welche in Messingformen gepreßt werden, daher in Form und Größe ganz gleich sind. Die Platten werden, wie die Figur zeigt, mit Fugenwechsel trocken, ohne jeden Fugenmörtel derart übereinander aufgeschichtet, daß auf einer Seite rechteckige Hohlräume *a, b, c, d* entstehen, welche nachträglich mit präpariertem Gipsmörtel ausgefüllt werden. Auf der anderen Seite der Wand werden die kaum sichtbaren Fugen bloß mit dünnem Gipsmörtel bestrichen und beide Flächen mit Filzplatten glatt gerieben. Ein besonderer Verputz ist bei den ganz gleich starken, ebenen und glatten Platten nicht nötig, daher kann diese Wand gleich nach ihrer Ausführung bemalt oder mit Tapeten belegt werden.

Die Gips-schlacken- und Skagliolwände sind bei solider Ausführung und guter Verbindung mit den anstoßenden Mauerflächen und mit den Türstöcken für Wohnräume u. dgl. ganz zweckentsprechend, erfordern aber als Unterstützung Fundamentmauern oder eiserne Träger.

Korksteinwände. Die Korksteine eignen sich wegen ihres sehr geringen Gewichtes, ihres geringen Wärmeleitungsvermögens und ihrer sonstigen guten Eigenschaften (siehe Baustoffe) ganz besonders zur Herstellung leichter, nicht unterstützter Scheidewände, ferner zur Bekleidung von Riegelwänden für leichte Baubjekte und zur Verkleidung kalter, feuchter Mauern sowie zur Isolierung von Heizkanälen und Heizrohren, Dampfrohren und Dampfkesseln, Kühlräumen (Eiskellern) u. dgl.

Für Verkleidungs- und Isolierzwecke genügen 2,5—3 cm dicke Korksteinplatten, die mit Gipsmörtel, Zementmörtel, Pech oder Asphalt an die Mauer geklebt werden.

Für freistehende Zwischenwände (Fig. 5, T. 11) sind 5—8 cm dicke Korksteinplatten notwendig, welche hochkantig, direkt auf den Fußboden aufgestellt, an den Stoß- und Lagerflächen mit Gipsmörtel bestrichen und mit Stiften, wie in Fig. 5 angedeutet, untereinander verbunden werden, damit sie bis zur Erhärtung des Gipses einen Verband haben.

Bei Maueranschlüssen sollen die Korksteinplatten mindestens in den Verputz, wo möglich in eine ausgestemte Nut eingreifen; der anschließende Verputz wird am besten mit Gipsmörtel herzustellen sein.

Bei den Anschlüssen an ein Holzgerippe, z. B. bei Türstöcken ist an das Holz — wie bei Riegelwänden — eine Dreieckleiste aufzunageln (Fig. 10 a, T. 5) und die anschließende Korksteinplatte entsprechend auszuschneiden.

Bei Verkleidung von Riegelwänden werden die Korksteinplatten wie gewöhnliche Bretter an das Holzgerippe genagelt und an den sichtbaren Flächen

verputzt. Je nach Bedarf kann die Riegelwand bloß innen mit Korkstein, außen aber mit Brettern u. dgl. oder auf beiden Seiten mit Korkstein bekleidet werden. Auch kann die Korksteinwand, wie in Fig. 6 b, T. 11, gezeigt, zwischen die Holzwände eingebaut werden, wie dies bei amerikanischen Eiskellern gebräuchlich ist.

Der Verputz auf Korksteinwänden wird in drei Lagen aufgetragen, und zwar wird zuerst mit dünnflüssigem Leimgipsmörtel ein Spritzanwurf gemacht, darüber kommt mit etwas dickerem Gipsmörtel ein Anwurf, der mit der Latte abgezogen wird und schließlich wird die Fläche mit feinem Weißkalkmörtel ohne Gipszusatz beworfen und derselbe verrieben oder geglättet.

Die Korksteinplatten eignen sich besonders zur Herstellung transportabler Baracken für Unterkunfts-, Spitalszwecke u. dgl., nachdem erfahrungsgemäß eine 4 cm dicke Korksteinwand in bezug auf Wärmetransmission einer 45 cm dicken Mauer gleichzuhalten ist und das äußerst geringe Gewicht dieses Materiales auch nur geringe Transportkosten verursacht.

Bei der Herstellung zerlegbarer Baracken, deren Bestandteile zu einem vollständigen, vor jeder Witterung schützenden Raume rasch und leicht zusammengefügt werden können, darf die schützende Korksteinwand nicht durch andere Materialien (Holz, Eisen usw.) unterbrochen werden, wie dies bei älteren Konstruktionen der Fall war.

Die transportable Baracke, System Höfler, ist nach diesem neuen Prinzip konstruiert. Sie besteht aus einem leicht zerlegbaren Holzriegelbau, mit einer inneren und äußeren Bretterschalung. Die innere Verschalung erhält eine starke Korksteinverkleidung in Nut und Feder, auf welche eine Bekleidung mit waschbaren Tapeten angebracht wird.

Die Aktiengesellschaft in Mödling, vormals Kleiner & Bockmayer, erzeugt zwei Gattungen Korksteine: Die Patent-Emulgit-Korksteine und die Patent-Reformkorksteine. Über deren Zusammensetzung, Eigenschaften und Eignung für verschiedene Zwecke siehe Baustoffe.

Gipsschlackenwände mit tragendem Eisendrahtgerippe. Bei diesen, in Fig. 7, T. 11, schematisch dargestellten Wänden wird aus entsprechend starken Eisendrähten zuerst ein an die beiden Hauptmauern befestigtes Netz hergestellt und dieses dann mit einem groben Mörtel aus Gips, Weißkalk und Schlacken beworfen, nachdem hiefür auf einer Seite eine provisorische Blechwand aufgestellt wurde. Nach erfolgter Erhärtung wird die Blechwand abgenommen und ein feiner Verputz auf beide Wandflächen aufgetragen. Durch die diagonale Anordnung der Tragstäbe *a* bis *k* und deren Befestigung an entsprechend starke, in beiden Hauptmauern versetzte Haken erscheint die ganze Wand an die Hauptmauern gewissermaßen aufgehängt, bedarf daher keiner Fundamente. An der unteren Seite der Wand wird bloß ein \perp -Eisen gelegt, an welches die Eisendrähte befestigt und straff gespannt werden.

Rabitzwände. Diese bestehen aus einem mit Gipsmörtel beworfenen Drahtgeflechte, zwischen stärkerem Rund- oder Fassoneisengerippe. Rabitzwände werden sowohl zur Bekleidung unebener Deckenunterflächen (Gewölbedecken, Hennebiquedecken) als auch zur Bildung von Scheidewänden angewendet. Bei Decken erhalten bloß die unteren Flächen, bei freien Wänden aber beide Wandflächen einen Gipsmörtelverputz. Für den ersten Anwurf mit steifem Gipsmörtel muß bei Wänden auf der entgegengesetzten Seite eine Bretter- oder Blechwand provisorisch aufgestellt werden; bei Decken legt man auf das Drahtgeflecht provisorisch schwache Bretter. Nach dem Abbinden des Mörtels wird die provisorische Wand- oder Bretterlage entfernt und die Wand- oder Deckenfläche fein verputzt.

Monierwände. Sie bestehen aus einem mit Portlandzementmörtel beworfenen Gerippe von Rundeisenstäben, welche an den Kreuzungsstellen mit geglühtem Draht verknüpft sind, siehe Deckenkonstruktion und Fig. 12, T. 22. Das an den Ecken und Enden entsprechend verstärkte und lotrecht befestigte

Eisengerippe wird auf beiden Seiten in Portlandzementmörtel eingehüllt und entsprechend verputzt. Die Stärke einer Monierwand genügt mit 4—5 cm, kann aber auch 8—10 cm betragen.

Monierwände sind stabiler als Rabitzwände, sie eignen sich daher für stärkere Beanspruchung, besonders aber für feuchte oder von Säuren erfüllte Räume, zum Beispiel Abteilungswände für Stallungen, Aborte u. dgl.

Die Rabitz- und Monierwände erfordern in der Regel eine Unterstützung durch Fundamente oder eiserne Träger. Das Eisengerippe kann aber auch derart konstruiert sein, daß die Last der Wand durch Diagonalstäbe auf die Hauptmauern übertragen wird, wie dies in Fig. 7, T. 11, schematisch dargestellt und bei freitragenden Gipsschlackenwänden näher erklärt erscheint.

10. Wände aus Glasbausteinen.

Die Glasbausteine (siehe Baustoffe) eignen sich wegen ihrer guten Isolationsfähigkeit gegen Kälte, Wärme, Geräusch, Feuchtigkeit und auch gegen Elektrizität sowie wegen ihrer großen Lichtdurchlässigkeit, ohne daß man durch sie durchsehen kann, zur Bildung dünner Wände für Umschließung von Räumen, die möglichst viel zerstreutes Licht oder eine möglichst gleichmäßige Temperatur erhalten sollen, z. B. bei Fabriks- und Operationssälen, Gewächshäusern, Malerateliers, Wintergärten, Glashäusern, Eisfabriken usw., ferner zur Schaffung von Lichtöffnungen in Mauern, in denen Fensteröffnungen durch das Gesetz verboten sind.

Von den verschiedenen Typen der Glasbausteine (siehe T. 10) wird die Type Nr. 8 (Fig. 9 b) für Wände und Fensterflächen in Wohngebäuden, die Typen Nr. 9 und 6 (Fig. 10 b und 11 b) für solche in Fabriksgebäuden, ferner Type Nr. 7 a (Fig. 12 b) für gewölbte Decken verwendet.

Glasbausteine lassen sich in Maueröffnungen ohne jede Umrahmung direkt einsetzen und sind selbst für große Flächen ohne Versteifung bruchsfest.

In jede Glasbausteinwand lassen sich Tür- oder Fensterstöcke sowie sonstige Ventilationseinrichtungen einsetzen. Für letzteren Zweck sind die sogenannten Glasbausteinventilatoren besonders geeignet.

Das Versetzen der Glasbausteine erfolgt ähnlich wie jenes gewöhnlicher Ziegel. In das anschließende Mauerwerk sollen sie mindestens 3 cm tief eingreifen. Der Mörtel soll für Wände aus 3 Teilen feinem, scharfem Sand, 1 Teil Portlandzement und $\frac{1}{5}$ Teil Weißkalk bestehen. (Für Gewölbe dürfen bei gleicher Zement- und Kalkmenge nur 2 Teile Sand genommen werden.) Der Mörtel darf nur in kleinen Portionen und nicht zu dünn angemacht werden, damit er während der Vermauerung nicht erhärtet und aus den Fugen nicht ausfließt.

Beim Vermauern der Glasbausteine wird der Mörtel in den Falz derselben eingestrichen und jeder Glasstein mit dem Stempel nach unten gelegt und mit einem Holzhammer mäßig festgeklopft, wobei die Fuge möglichst enge gehalten werden soll.

Zur vollständigen Ausfüllung einer Wand oder einer gegebenen Öffnung mit regelmäßiger Fugenbildung ist die Verwendung von ganzen, dreivierteil, halben und vierteil Steinen notwendig, welche von den betreffenden Firmen in eine genau kodierte Detailzeichnung eingezeichnet und entsprechend numeriert oder sonstwie übersichtlich bezeichnet werden.

Die Fig. 9—12 zeigen einige Beispiele von Wänden, Fensteröffnungen und auch Decken- oder Dachüberdeckungen aus Glasbausteinen.

Durch Erfahrung wurde festgestellt, daß bei Wänden aus Glasbausteinen, welche einer raschen und großen Temperaturdifferenz ausgesetzt waren, einzelne Glasbausteine geplatzt sind. Die Erklärung hierfür ist einfach die, daß die in den Glasbausteinen eingeschlossene Luft durch die rasche, intensive Erwärmung sich rapid ausdehnte und dieselben zersprengte. Man soll also dort, wo solche ungünstige Verhältnisse eintreten können, die Verwendung von Glasbausteinen vermeiden.

B. Liegendes Mauerwerk.

(Tafel 12.)

Das liegende Mauerwerk bilden die Pflasterungen und Estriche. Erstere bestehen aus einzeln verlegten Stücken, letztere aus einer einheitlichen Masse ohne Fugenbildung. Beide bezwecken möglichst glatte, gegen Abnützung widerstandsfähige Bodenflächen zu schaffen, welche zumeist auch wetterbeständig und wasserdicht sein sollen.

1. Die Pflasterungen.

Die Pflasterungen werden im Innern der Gebäude zumeist von Maurern, im Freien, z. B. auf Straßen, Höfen, Trottoirs u. dgl., gewöhnlich von Pflasterern ausgeführt.

Die zur Pflasterung bestimmten, natürlichen oder künstlichen Steine (Pflastersteine) sollen möglichst ebene, glatte Flächen besitzen, hart und bei Verwendung im Freien auch wetterbeständig sein. Von den natürlichen Steinen eignen sich hiezu ganz besonders: Granit, Basalt und Porphyr. Von den künstlichen Steinen werden Klinker, Zementplatten, Glasplatten, Asphaltsteine und Holzwürfel verwendet.

Zur Erzielung von ebenen und festen Pflastern ist es notwendig, unter denselben eine Unterlage anzuordnen, die entweder aus einem anderen Pflaster, einem Estrich oder aus einem Sand-, bzw. Schotterbett bestehen kann.

Bei allen Pflasterungen müssen vor Verlegung der Steine zuerst an entsprechenden Stellen Richtsteine genau nach der beabsichtigten Oberfläche des Pflasters gelegt werden, nach denen dann die Verlegung der übrigen Steine erfolgen muß.

Nach den Pflasterungsmaterialien unterscheidet man folgende, meist gebräuchliche Pflasterarten: *a)* Ziegelpflaster, *b)* Zement- und Tonplattenpflaster, *c)* Steinplattenpflaster, *d)* Bruchsteinpflaster, *e)* Holzstöckelpflaster, *f)* Asphaltplattenpflaster.

a) Ziegelpflaster.

Das Ziegelpflaster kann aus gewöhnlichen Mauerziegeln oder aus eigens hiefür erzeugten Pflasterziegeln hergestellt werden. (Die Wiener Dachbodenpflasterziegel sind $27 \times 17 \times 5$ cm dimensioniert.)

Man unterscheidet ein liegendes Ziegelpflaster, wenn die Ziegel flach, und ein stehendes Ziegelpflaster, wenn sie hochkantig mit der langen Seite (wie Ziegelrollscharen) auf den Boden verlegt werden. In beiden Fällen wird auf einer 5—8 cm hohen Sand- oder Schuttunterlage ein 2 cm dickes Mörtelbett aufgetragen und in dieses werden genau nach den zuerst zu legenden Richtsteinen die einzelnen Ziegel verlegt. Die 1 cm dicken Stoßfugen werden sodann mit dünnflüssigem Mörtel ausgefüllt, indem man diesen auf die fertige Pflasterung ausschüttet und mit Besen in die Fugen kehrt.

Bei dem liegenden Ziegelpflaster werden die Ziegel gewöhnlich nach Fig. 1 *a* oder *b*, T. 12, selten nach Fig. 1 *c* oder *d* verlegt. Letztere Arten erfordern, wenn man das Behauen der Ziegel vermeiden will, an den Begrenzungen fünfeckig geformte Randziegel (Bischofshauben), welche die Arbeit verteuern.

Das liegende Ziegelpflaster wird nur bei untergeordneten, wenig benützten Räumen, besonders auf Dachböden, oft auch als Unterlage für andere Pflasterungen oder Estriche verwendet. Es kann hiezu jedes Ziegelformat genommen werden.

Das stehende Ziegelpflaster (Fig. 2, T. 12) besitzt eine bedeutend größere Festigkeit als das liegende und eignet sich als Pflaster in Stallungen, Durchfahrten usw. Es wird meist nur aus gewöhnlichen Ziegeln hergestellt, wobei die Ziegel meistens nach Fig. 2 *a*, selten nach 2 *b*, T. 12, verlegt werden.

Für Ziegelpflasterungen sollen nur hart gebrannte Ziegel verwendet werden. Trotzdem ist die Abnützung eine rasche und die Staubbildung eine bedeutende.

b) Zement- und Tonplatten-(Klinker-)Pflaster.

Pflasterplatten aus Portlandzementguß oder scharfgebranntem Ton (siehe Baustoffe) geben ein sehr widerstandsfähiges, wetterbeständiges Pflaster, dessen Oberfläche glatt, daher auch leicht reinzuhalten ist.

Diese Pflasterplatten können auch mit verschiedenfärbiger, figuraler Oberfläche auf folgende Art erzeugt werden: Für die gewünschte Musterzeichnung wird aus hochkantig gestellten Eisenblechstreifen ein Gitterwerk, etwa nach Fig. 3, T. 12, hergestellt und in die eiserne Plattenform eingelegt. Die Felder des Gitters werden mit verschiedenfärbigem Tonpulver ausgefüllt, das Gitter sodann behutsam aus der Plattenform gezogen und der Rest der Form mit feim gemahlenem, gewöhnlichem Ton vollgefüllt. Unter dem Stempel der hydraulischen Presse wird nun das Tonpulver in der Form auf Plattendicke zusammengepreßt, die Platte sodann aus der Form genommen und schließlich gebrannt. Hiedurch wird die färbige Tonschichte mit der Grundmasse zu einer fest zusammenhängenden Platte vereinigt und widersteht bei Anwendung von guten, farbigen Zusätzen allen Witterungseinflüssen und auch mechanischer Abnützung ziemlich lange. Die färbigen Zementplatten werden — das Brennen ausgenommen — auf ähnliche Weise hergestellt.

Für Pflasterungen im Innern der Gebäude nimmt man 2—3 cm dicke Ton- oder Zementplatten, für Pflasterungen im Freien, von Trottoirs, Hausfluren, dann Stallungen u. dgl. werden dickere, dabei aber kleinere oder stark gerippte, mehrkuppige Platten verwendet (siehe Baustoffe, T. II), welche gegen das Ausgleiten besser schützen. Aus demselben Grunde verwendet man oft auch in Gängen u. dgl. verschiedenartig gerauhte Platten, obwohl glatte Oberflächen leichter zu reinigen sind.

Die Ton- und Zementplatten werden in geschlossenen Räumen meist auf einer festgestampften Schuttschichte, im Freien aber auf einer 5—8 cm hohen Betonunterlage in ein steifes Zementmörtelbett gelegt. Das Legen erfolgt derart, daß man zuerst die nötigen Richtsteine setzt, sodann die Platten mit Belassung schmaler Stoßfugen in ein 2—3 cm dickes Bett aus Romanzement-, im Freien aber in Portlandzementmörtel verlegt und hierauf mit der Setzlatte und durch Niederklappen in die richtige Lage bringt. Die Stoßfugen werden dann mit dünnflüssigem Portlandzementmörtel ausgefüllt, indem man diesen auf die fertige Pflasterung schüttet und mit Besen in die Fugen kehrt. Endlich wird die mit Mörtel beschmutzte Oberfläche des Pflasters mit Sägespänen gereinigt.

Die Lage der Pflasterplatten kann parallel oder diagonal zu den Begrenzungslinien angeordnet sein (Fig. 4 a—c, T. 12); in letzterem Falle bilden den Abschluß fünfseitig geformte Platten, sogenannte Bischofshauben.

Bei mehrfärbigen figuralen Platten werden gewöhnlich an den Begrenzungslinien eigene Bordüren, etwa nach Fig. 5, T. 12, aus entsprechend gefärbten Platten angeordnet. Für solche Pflasterungen muß man genaue Legepläne anfertigen, um danach das Plattenerfordernis bestimmen zu können. Beträgt die Raumdimension nicht ein Vielfaches der Plattengröße, so kommen außerhalb der Bordüren einfarbige (weiße oder gelbe) Teilplatten zur Anwendung, welche in der Größe von $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ der Plattenbreite erzeugt werden.

Von den Tonplatten sind zu Pflasterungen im Freien die Schattauerplatten sehr empfehlenswert und zweckmäßig, weil sie sehr dauerhaft sind und nicht so glatte Oberflächen haben wie die Klinkerplatten; ein Klinkerpflaster ist bei Schneefall so glatt, daß man es nur mit großer Vorsicht begehen kann.

Das Zementplattenpflaster ist nicht so glatt wie jenes mit Tonplatten, es ist auch billiger, aber nicht immer so dauerhaft. Das ordinäre Zementplattenpflaster ist nicht viel teurer als ein liegendes Ziegelpflaster, aber bedeutend dauer-

hafter und zweckmäßiger als dieses, es ist also in jeder Beziehung dem Ziegelpflaster vorzuziehen.

c) Steinplattenpflaster.

Hiezu eignen sich schiefrige Steine, welche sich plattenförmig brechen lassen. Diese Steinplatten werden oft schon in unbearbeitetem Zustande zu Pflasterungen verwendet, indem man bloß die Stoßflächen etwas zurichtet.

Für bessere Pflasterungen sind diese Platten vom Steinmetz rechteckig oder quadratisch zu bearbeiten, an der Oberfläche zu stocken (Werksteinplatten) und eventuell zu schleifen. (Kehlheimer und Marmorplatten.)

Das Verlegen dieser Steinplatten erfolgt in ein 2—3 cm dickes Zementmörtelbett auf einer gut gestampften, 5—8 cm hohen Schutt- oder besser Betonunterlage. Die Stoßfugen, welche zumeist in Verband angeordnet sind (Fig. 6, T. 12), werden mit dünnem Zementmörtel ausgegossen, manchmal auch mit Steinkitt verstrichen. Für wasserdichtes Pflaster werden die Stoßfugen manchmal nach Fig. 6, T. 12, falzartig zugearbeitet und die Platten vollkommen satt in Steinkitt verlegt.

d) Bruchsteinpflaster.

Je nachdem das verfügbare Steinmaterial plattenförmig oder mehr oder weniger würfelförmig ist, unterscheidet man ein Bruchsteinplattenpflaster, welches bloß für Fußgänger geeignet ist, und ein ordinäres und würfelförmiges Bruchsteinpflaster, welches auch das Befahren mit Wagen gestattet, also für Straßen, Durchfahrten, Höfe u. dgl. dienen kann.

Für bessere Straßen werden zumeist aus Granit würfelförmige, gleich große Steine gespalten und rauh bearbeitet (bossiert), „Granitwürfelpflaster“ (Wiener Straßenpflaster).

Auch Klaubsteine oder Findlinge werden zu Pflasterungen verwendet, indem man die zumeist ovalen Steine hochkantig aufgestellt verlegt und bei notwendigen ebenen Flächen die Köpfe abhaut (Fig. 7, T. 12); man nennt es „Katzenkopf-pflaster“.

Für alle diese Pflasterungen, besonders wenn sie für den Wagenverkehr dienen, muß die Humusschichte entfernt und durch eine Lage von Schutt oder grobem Kiesschotter als Unterlage ersetzt werden. Auf festem Boden genügt eine 10—15 cm hohe Unterlage groben Sandes. Auf diese Schotter- oder Sandschüttung werden die erforderlichen Richtsteine gelegt, zwischen diesen mittels Schnur oder Richtlatte die einzelnen Pflastersteine mit 1—2 cm breiten Stoßfugen aneinandergereiht und mit einem schweren Pflasterhammer solange niedergeklopft, bis sie im richtigen Niveau sind. Sodann wird die fertige Pflasterung mit der Pflasterramme festgestoßen, mit reschem Sand überstreut und dieser zum Teile in die Fugen gekehrt. Die Fugen können auch mit dünnflüssigem Zementmörtel nach früher angegebener Weise ausgefüllt werden. Manchmal werden die Stoßfugen auch mit heißem Asphalt ausgegossen, wie z. B. bei Pferdeständen, Fiakerstandplätzen, Waschplätzen usw., um das Durchdringen der Jauche zu verhindern.

Bei Bruchsteinpflasterungen werden die Steine zuerst sortiert. Für die Straßenfahrbahn werden stärkere, tunlichst gleich hohe Steine genommen, während die kleineren, ungleich hohen Steine, welche beim Befahren des Pflasters ungleichmäßig tief in die Sandunterlage einsinken würden und eine holprige Oberfläche verursachen könnten, bei Trottoirs und anderen, weniger der Abnützung ausgesetzten Stellen Anwendung finden können.

Bei ordinärem Bruchsteinpflaster werden die unregelmäßigen Steine etwa nach Fig. 8, T. 12, mit tunlichst kleinen Fugen aneinandergereiht.

Bei rechteckigen oder würfelförmigen Pflastersteinen können die Steine mit den Stoßfugen parallel oder schief zur Straßenachse gelegt werden. Im ersteren Falle sind die Reihen senkrecht zur Straßenachse und die rechteckigen Steine mit der

kurzen Seite parallel zur Straßenachse anzuordnen (Fig. 9, T. 12). Hiedurch werden die kurzen, parallel zu den Radspuren laufenden Steinkanten nicht so rasch abgenützt und den Hufen der Zugtiere in den vermehrten Reihenlugen mehr Angriffspunkte geboten, welcher Umstand namentlich bei größeren Steigungen vorteilhaft ist.

Bei schiefer Lage der Steine (Fig. 10, T. 12) werden die Stoßlugen zwischen den Steinreihen unter 45° zur Straßenachse angeordnet. In diesem Falle werden alle Lugen von den Wagenrädern unter 45° gekreuzt; es sind daher die Steinkanten durch die Räder nicht so gefährdet, dafür werden aber die Ecken früher abgenützt, so daß die Steine nach und nach eine halbkugelförmige Oberfläche erhalten, wodurch das Pflaster holprig wird.

Das ordinäre Bruchsteinpflaster, besonders aber das Katzenkopfpflaster hat unebene, holprige Oberflächen und große ungleichmäßige Lugen, wodurch die Reinhaltung des Pflasters erschwert und die rasche Abnützung der Steine begünstigt wird. Für großen Verkehr wird sich daher das Würfelpflaster mit gleich großen Steinen und regelmäßig bearbeiteten Seitenflächen besser eignen und sich auch ökonomisch erweisen.

Das Wiener Straßenpflaster wird zum größten Teile aus *Mauthausener* Granitwürfeln von 18 cm Seitenlänge (Fig. 11 c, T. 12) hergestellt. Zur Verbandherstellung dienen sogenannte „Eineinhalbsteine“ (Fig. 11 d, T. 12) mit 18 cm Breite und Höhe und mit 27 cm Länge, zur Begrenzung der Pflasterungen bei diagonaler Lage der Steine fünfeckige Steine (Fig. 12 c, T. 12), sogenannte Bischofs- hauben.

Bei größeren Straßensteigungen werden die einzelnen Reihen, wie Fig. 11, T. 12, zeigt, senkrecht zur Straßenachse gelegt und bei bedeutenden Steigungen die Pflastersteine an der oberen Seite außerdem noch mit eingemeißelten, senkrecht zur Straßenbahn gerichteten Nuten versehen (geriffelt), Fig. 13, T. 12, um den Zugtieren bessere Stützpunkte zu geben. Um die Steine beim Umpflastern für denselben Zweck wieder verwenden zu können, werden sie auch auf der unteren Seite geriffelt.

Das Legen der Granitwürfel erfolgt nach der im Anfange dieses Kapitels geschilderten Weise von der Straßenseite aus. Mit Rücksicht auf die großen, gleich hohen Steinwürfel genügt für diese Pflasterung eine 8—10 cm hohe Sandunterlage.

Für Trottoirpflasterungen verwendet man sogenannte „Halbgutssteine“, welche nur an der Oberfläche und zum Teile an den Stoßflächen bearbeitet sind (Fig. 11 b, T. 12). Diese Steine können nur in der gezeichneten Lage verwendet werden, während die ganzen Würfelsteine, nachdem sie an der Oberfläche abgenützt sind, auch umgewendet, d. h. mit der unteren Seite nach oben gelegt werden können.

e) Holzstöckelpflaster.

Das Holzstöckelpflaster besteht aus gleich großen, parallelepipedisch geschnittenen Holzstücken (Klötzeln), welche mit aufwärts gerichtetem Hirnholze mit 1 cm breiten und mit Asphalt ausgegossenen Lugen auf eine gute Unterlage verlegt werden. Diese Pflasterung kann nach zwei Methoden ausgeführt werden.

Nach *Rüttgers* Methode werden die Holzklötzeln in zwei Größen erzeugt und in folgender Weise (Fig. 14, T. 12) verlegt: Auf einer in der Richtung der Fahrbahn angeordneten Pfostenunterlage *a* werden 3 cm dicke Bretter *b* befestigt, welche um zwei Lugendicken breiter sind als die Holzklötzeln. Die 1., 3., 5., 7. Reihe usw. (20 cm hoher Stöckeln) reicht bis zur Pfostenlage, während die dazwischen liegenden Reihen von bloß 17 cm hohen Stöckeln auf den eingelegten Brettern aufrufen.

Nach der zweiten Methode wird eine 15—20 cm dicke Betonunterlage hergestellt, deren Oberfläche um die Pflasterdicke unter dem Niveau liegt. Nach dem Erhärten des Betons werden die 10—12 cm hohen, imprägnierten Holzstöckeln entweder direkt auf die Betonlage oder auf eine 10 mm dick aufzutragende Asphaltlage gestellt (Fig. 15, T. 12). In die Reihenlugen werden 1 cm dicke Holzleisten *l* eingelegt, damit die Lugendicke genau erhalten bleibe.

Nach dem Verlegen der Würfel auf die eine oder andere Art wird die ganze Pflasterung mit heißem Asphalt übergossen und die Oberfläche mit reschem Sand bestreut. Statt mit Asphalt können die Fugen auch mit Zementmörtel vergossen werden, wodurch das Pflaster nicht so glatt wird. (Für Stallungen zu empfehlen.)

Die Holzstöckeln müssen gut imprägniert sein, damit sie einerseits der Fäulnis widerstehen und andererseits das Pflaster durch Schwinden und Quellen nicht zu sehr leidet.

Ein solches Pflaster ist wohl verhältnismäßig teuer, schwer auszubessern und schwindet bei großer Trockenheit sehr stark, es bietet aber eine elastische Fahrbahn, ist ziemlich dauerhaft und verursacht beim Befahren wenig Geräusch.

f) Asphaltplattenpflaster.

Von der Firma Schefftel in Wien werden aus Asphalt Platten für Straßen- und Trottoirpflaster erzeugt, und zwar für Straßenpflaster sogenannte Asphalt-Basaltblocks, $33 \times 16,5 \text{ cm}$ groß und $5\text{--}8 \text{ cm}$ dick.

Diese Asphalt-Basaltblocks werden aus einem Gemenge von Basaltstückchen und Asphalt erzeugt, welches unter hohem Drucke in Formen zu einer festen Masse gepreßt wird. Diese Blocks sollen nach dem im technologischen Gewerbemuseum angestellten Versuchen ein sehr zähes und dauerhaftes Straßenpflaster geben.

Das Verlegen dieser Blocks, das von jedem Pflasterer leicht vorgenommen werden kann, erfolgt entweder auf einer festgewalzten Unterbettung aus Schlägelschotter und Sand oder auf einer $8\text{--}12 \text{ cm}$ hohen Betonschicht, indem man dieselben, wie Fig. 16 a, T. 12, zeigt, voll auf Fug aneinanderreicht und entweder die sehr dünnen, kaum 1 mm breiten Fugen mit Zementmilch ausgießt oder die Seitenflächen noch vor dem Verlegen der Basaltblocks mit einem Goudronanstrich versieht. Die sehr engen Fugen verhindern das Ausbrechen der Seitenkanten, so daß nur eine gleichmäßige Abnutzung der Pflasterung eintreten kann und die Oberfläche stets eben erhalten bleibt.

Für Trottoirs u. dgl. Pflasterungen werden von derselben Firma aus einem Gemenge von Naturasphalt und Sand quadratische $20 \times 20 \text{ cm}$ große Platten in 2, $2\frac{1}{2}$, 3 und 4 cm Dicke, mit glatten oder gerippten Oberflächen hergestellt.

Die Pflasterung erfolgt auf einer $5\text{--}8 \text{ cm}$ hohen Betonschicht oder auf einem liegenden Ziegelpflaster, indem man die Platten in einen steifen Zementmörtel legt und die sehr gut aneinander passenden Seitenkanten dicht aneinander schließt, wodurch eine weitere Dichtung der Fugen zumeist überflüssig wird. Einzelne, sich etwa ergebende Fugen können mit einem flüssigen, feinen Zementmörtel ausgefüllt werden. Zur Herstellung von absolut wasserundurchlässigem Pflaster werden die Fugen mit Asphaltkitt, der kalt so wie Glaserkitt zu verstreichen ist, gedichtet.

g) Herstellung der Fahrstraßen und Trottoirs.

Bei der Pflasterung von Gassen oder Straßen muß auf die Ableitung der Niederschlagswässer Rücksicht genommen werden. Die Fahrbahn kann entweder muldenförmig nach Fig. 17 oder gewölbt nach Fig. 18, T. 12, angeordnet werden. Erstere Art ist nur bei schmalen Gassen gebräuchlich. Die Sprengung S beträgt in beiden Fällen $\frac{1}{25}\text{--}\frac{1}{50}$ der Fahrbahnbreite b .

Das Trottoir erhält eine Breite von $\frac{1}{5}\text{--}\frac{1}{6}$ der Gassenbreite B und eine Neigung von $1\text{--}2\%$ gegen die Fahrbahn, gegen welche dasselbe mit einer $10\text{--}15 \text{ cm}$ hohen Stufe abschließt. Dieser stufenförmige Abschluß kann entweder mit hochkantig gestellten Pflastersteinen (Fig. 18, T. 12) oder mit langen, zumeist gemetzten Randsteinen (Fig. 17 und 19, T. 12) gebildet werden. Die Randsteine werden auf ein kleines Mauerfundament in Zementmörtel verlegt (Fig. 19), während die hochkantig gestellten Steine bloß in einer Sand- oder Schotterbettung liegen.

Die Rigols, welche bei der muldenförmigen Straßenanlage in der Mitte der Fahrbahn liegen, sollen ein Gefälle von 2—3% haben, bei überwölbter Anlage aber, wo sie an die erhöhten Trottoirs zu beiden Seiten der Fahrbahn anschließen, genügt ein Gefälle von 0.5%. In beiden Fällen sollen alle 50—60 m Kanaleinläufe (Soupiraux, Gullys) oder Abzugsgräben angelegt werden, welche das Wasser in Kanäle oder offene Gräben ableiten.

2. Die Estriche.

Estriche können entweder als Fußbodenbelag, als Fußbodenunterlage oder als Isolierschichte gegen Mauerfeuchte u. dgl. dienen. Stärkere Fußbodenestriche (Lehm- und Betonestriche) werden direkt auf festgestampftem Boden oder auf eine Sandbettung aufgetragen, während die schwächeren Asphalt- oder Mörtel-estriche eine Pflasterung oder einen anderen stärkeren Estrich als Unterlage erfordern.

Der Erdboden ist, so wie bei Pflasterungen, eventuell von der Humusschichte zu befreien, zu ebnen, festzustampfen und meistens auch mit einer 5—8 cm dicken Sand- oder Schuttschichte zu versehen.

Als Fußbodenbelag sind gebräuchlich: *a)* Lehmestrich, *b)* Betonestrich, *c)* Zementmörtelstreich, *d)* Gipsmörtelstreich, *e)* Terrazzoestrich, *f)* Asphaltstreich, *g)* neuartige Estriche.

a) Lehmestrich.

Der von Wurzeln, Steintrümmern u. dgl. gereinigte Lehm wird mit Gerstenspreu, Häcksel oder Kuhhaaren vermengt, mit wenig Wasser begossen, in feuchtem Zustande schichtenweise auf den geebneten und festgestampften Boden aufgetragen und mit Stößeln gehörig festgestampft. Die genaue Oberfläche des Estrichs wird durch früher in entsprechenden Entfernungen aufzutragende Klötzchen aus festgestampfter Lehmmasse festgelegt, indem man mit einer darüber gelegten Latte die übrigen Teile der Oberfläche des Estrichs bestimmt.

Beim Trocknen des Lehmestrichs bilden sich Risse in demselben; es muß daher das Stampfen erneuert und so lange fortgesetzt werden, bis keine Trockenrisse mehr auftreten. Dieses Nachstampfen wird mit Erdprackern bewirkt, womit eine ebene Fläche viel leichter herzustellen ist als mit den Stößeln.

Wird dem Lehm außer Gerstenspreu, Häcksel oder Kuhhaaren noch Ochsenblut, Hammerschlag, Salz oder Asche oder auch Teergalle (ein Nebenprodukt der Gasfabrikation) beigemischt, so wird der Estrich dadurch bedeutend härter. Es genügt aber, nur die oberste Schichte des Estriches mit diesen Beimengungen zu versehen.

Lehmestrich eignet sich nur für ganz untergeordnete Räume (Scheunen, Getreidetennen, Stallungen, Dachböden u. dgl.); er wird je nach der Inanspruchnahme mit einer Dicke von 8, 12, 16 oder 20 cm hergestellt.

Wird der Lehmestrich auf den Sturzboden einer Zwischendecke aufgetragen, so ist es notwendig, eine Isolierschichte zwischen Holz und Lehmschlag, etwa aus Dachpappe, anzubringen, um das Holzwerk vor der Zerstörung durch die feuchte Lehmschichte zu schützen.

Wird der Lehmestrich im Freien, z. B. bei ungedeckten Kegelbahnen, Ziegeltennen u. dgl. angewendet, so ist für einen genügenden Abfluß der Niederschlagswasser vorzusorgen.

b) Betonestrich.

Der Betonestrich besteht aus einer Schichte Romanzement- oder Portlandzement-Stampfbeton, auf welche gewöhnlich noch eine Mörtelschichte aufgetragen wird. Auf dem geebneten, festgestampften und mit einer Schutt- oder Sandlage

versehene Erdboden werden aus Stampfbeton in entsprechenden Entfernungen Klötzchen oder ganze Streifen aufgetragen, welche die Oberfläche des Betons angeben. Zwischen diese Klötzchen oder Streifen wird die gemengte Betonmasse eingebracht, festgestampft und mit einer Latte abgeglichen. Noch vor dem Erhärten des Zementes wird die Oberfläche mit einer 2 cm dicken Mörtelschichte aus Portlandzement und reinem, reschen Sand überzogen und diese glatt verrieben. Auf einer bereits erhärteten oder gar mit Staub verunreinigten Betonschichte würde ein Mörtelüberzug nicht haften.

Der fertige Estrich muß durch einige Wochen mit Brettern bedeckt sein und öfters mit Wasser begossen werden.

Betonestrich kann auch durch Beigabe von Erdfarben beliebig gefärbt oder mit Öl, Wasserglas oder Wachs eingelassen werden. Er empfiehlt sich besonders in geschlossenen, feuchten Räumen, Waschküchen, Badelokalen usw. und wird in einer Dicke von 5—15 cm und bei starker Inanspruchnahme, bei Straßen u. dgl. mit 20—25 cm Dicke aufgetragen.

Portlandzement-Betonestrich ist selbst in schwächeren, z. B. 10 cm dicken Lagen aufgetragen noch immer dauerhafter als ein stärkerer, zirka 15 cm dicker Romanzement-Betonestrich, daher ist die Anwendung des ersteren meist vorteilhafter und selbst ökonomischer.

Größere Flächen, besonders im Freien, sollen bei der Ausführung durch Einschaltung von Stoßfugen (Dilatationsfugen) in regelmäßige, 4—6 m große Felder geteilt werden, damit bei eintretender Bewegung durch die unvermeidliche Volumenveränderung des Betons die Entstehung von unregelmäßigen Rissen verhindert werde.

Aus Schlackenbeton können für Maschinenwerkstätten, Schlossereien u. dgl. vorzügliche Fußböden hergestellt werden, die den Schall mehr dämpfen als Zementbeton. Man macht solche Fußböden 20—30 cm stark und nimmt für die unteren $\frac{4}{5}$ der Dicke eine Mischung von 1 Teil Portlandzement, $\frac{1}{2}$ Teil gelöschten Weißkalk, 3 Teile scharfen Sand und 7—8 Teilen grober, gesiebter Schlacke, während für das obere $\frac{1}{5}$ der Estrichschichte 1 Teil Portlandzement, 2 Teile Sand und 2 Teile fein gesiebter Schlacke genommen werden.

c) Zementmörtelestrich.

Auf eine gut geebnete und festgestampfte Schuttlage wird eine 3—5 cm hohe Schichte steifer Portlandzementmörtel aufgetragen, mit großen Kellen festgeschlagen, mit Latten abgezogen und schließlich mit Reibbrettern glatt abgerieben. Dieser Estrich verursacht wenig Staubbildung und nützt sich sehr langsam ab. Zur Herstellung desselben werden auf die Schuttlage der Estrichdicke entsprechende Latten aufgelegt, welche als Führung der zum Abgleichen des Estrichs bestimmten Latte dienen.

d) Gipsmörtelestrich.

Dieser wird aus einem steifen Mörtel von Gipspulver und feinem Sand bereitet, zirka 3—5 cm dick, ähnlich dem Zementmörtelestrich aufgetragen und nach 24 Stunden geprackt, damit er dichter wird. Nach dem Erhärten wird er mit Sandstein geschliffen und nach dem Austrocknen mit Leinöl getränkt, schließlich mit einer Wachslösung überzogen.

Der Gipsmörtelestrich kann auch durch Beimengungen verschiedenartig gefärbt werden; er ist sehr dauerhaft und staubfrei, kann aber nur an trockenen Orten verwendet werden.

e) Terrazzoestrich.

Auf eine geebnete und gut gestampfte Sand- oder Schuttbettung wird eine aus 1 Teil Weißkalk, $1\frac{1}{2}$ Teilen Ziegelmehl und $3\frac{1}{2}$ Teilen kleineren Ziegeltrümmern hergestellte Betonmasse — Fondo (Grund) genannt — etwa 5 cm hoch aufgetragen,

ausgeglichen, etwas gestampft und dann 1—2 Tage dem Erhärten überlassen, worauf man sie neuerdings, und zwar gut einstampft.

Nach eintägigem Abtrocknen wird diese Lage mit einer zweiten, 2—4 cm hohen Schichte — Coperta (Decke) genannt — aus einer Mischung von hydraulischem Kalk und Ziegelmehl überzogen; diese wird noch vor dem Erhärten mit haselnußgroßen, bunten Marmorstücken — Semina (Saat) genannt — bestreut, welche man einstampft und mit Walzen eindrückt, wobei alle etwa noch leeren Zwischenräume mit dem Mörtel der zweiten Schichte ausgefüllt werden.

Nach dem Erhärten (in zirka zehn Tagen) wird die Oberfläche zuerst mit feinkörnigen, schweren Sandsteinen und endlich mit Bimsstein vollkommen eben abgeschliffen, wobei der Schleifstein, mit langem Stiele versehen, von einem Arbeiter hin- und herbewegt und der Estrich nach Bedarf abgewaschen oder benetzt wird.

Erst nach vollkommenem Austrocknen wird der Terrazzo mit heißem Leinöl zweimal überstrichen und schließlich mit Wachs eingelassen und auf Glanz gebürstet.

Statt hydraulischen Kalkes wird heute fast ausschließlich Portlandzement, eventuell mit etwas Weißkalkbeimengung und statt Ziegeltrümmern Schotter verwendet. Durch die Verwendung von Portlandzement wird sowohl die Arbeitszeit verkürzt als auch die Festigkeit des Terrazzo erhöht.

Für reich ausgestattete Räume kann der Terrazzo durch verschiedenfarbige Marmorstücke allerlei Verzierungen erhalten. Zu diesem Zwecke wird man die Konturen der auf starkem Papier in Naturgröße angefertigten Musterzeichnung durchlöchen, sodann diese Zeichnung auf die zweite Schichte auflegen und mit einem dünnen mit Kohlenstaub gefüllten Säckchen durch leichtes Beuteln desselben den Kohlenstaub durch die Löcher streuen und so die durchlochten Konturen kopieren. Nach dieser Zeichnung werden dann entsprechend gefärbte Marmorstücke aneinandergereiht und mit der Hand in die zweite Schichte eingedrückt; der weitere Vorgang wird, wie früher beschrieben, eingehalten.

Der Terrazzo kann auch als Wandverkleidung hergestellt werden, in welchem Falle die zweite Schichte als Verputz direkt auf den Mauergrund aufgetragen wird; in diese Verputzschichte werden dann die Steinchen mit der Hand eingedrückt. Die weitere Behandlung ist dann so wie beim Estrich.

Der Terrazzo ist sehr schön und dauerhaft, soll aber wegen seines bedeutenden Gewichtes nur auf Gewölbe- oder sehr starken, nicht schwingenden Tramdecken ausgeführt und jährlich zweimal geölt und mit Wachs gebürstet werden.

Er wird häufig in Vestibülen, Gängen, Baderäumen, in südlichen Gegenden auch in Wohnräumen angewendet.

Eine Abart des Terrazzo ist „Granito“, bei welchem die Steinstückchen (bis zu Erbsengröße) nicht in den hydraulischen Mörtel eingedrückt oder eingewalzt, sondern gleich mit ihm vermischt auf die Unterlage aufgetragen werden.

f) Asphaltestrich.

Je nach der Verwendung von Rohasphalt (pulverisiertem, bituminösem Kalkstein) oder von Asphaltmastix (siehe Baustoffe) unterscheidet man Stampfasphalt oder Asphalt-comprimé und Gußasphalt oder Asphalt-coulé.

Asphalt-comprimé wird zumeist als Straßenbelag verwendet. Asphalt-coulé hingegen dient zumeist zur Herstellung wasserundurchlässiger Fußböden, oft aber auch als wasserdichter Belag auf Gewölbabsattlungen u. dgl. oder als Verputz auf Wandflächen, worüber noch der Mörtelverputz aufzutragen kommt. (Siehe Isolierungen.)

Der Stampfasphalt (Asphalt-comprimé) wird auf einer vollkommen erhärteten, 15—20 cm dicken Betonunterlage in der Art aufgetragen, daß man das rohe Asphaltpulver in eisernen Trommeln, die über geschlossenem Feuer gedreht werden, auf 110—130° C erhitzt, sodann 8 cm hoch auf den Beton-

estrich aufschüttet, entsprechend ausgleicht und mit heißen, eisernen Walzen und Stößeln auf 5 cm zusammendrückt.

Dieser Estrich ist sehr hart und dauerhaft, aber so glatt, daß die Zugtiere auf demselben leicht ausgleiten; er eignet sich daher nur für horizontale oder sehr wenig geneigte Straßen, die auch bei nassem Wetter öfter mit Sand bestreut werden.

Der Gußasphalt (Asphalt-coulé) kommt gewöhnlich in Stärken von 0.75—1.50 und 2.25 cm zur Anwendung und wird manchmal schichtenweise, die Schichte 0.75 cm hoch, hergestellt. Er erhält als Unterlage eine 5—8 cm dicke, gut ausgetrocknete Betonschichte oder ein liegendes Ziegelpflaster.

Zur Herstellung dieses Estriches werden vorerst die Asphaltbrote (Asphaltmastic) mit einem Zusatz von zirka 5% Bergteer in einem eisernen Kessel unter beständigem Umrühren bis auf zirka 170° C erhitzt. Dieser geschmolzenen Masse wird dann linsengroßer, womöglich vorgewärmter, reiner Quarzsand (30—50%) beigemischt und unter beständiger Feuerung das Ganze zu einer gleichmäßigen Masse verrührt und zirka 3—4 Stunden gekocht.

Zum Auftragen der heißen Gußmasse werden zuerst zwei der Estrichdicke entsprechende Eisenschienen auf 60—100 cm Entfernung auf die Unterlage gelegt. Zwischen dieselben wird die flüssige Asphaltmasse gegossen und diese dann mittels einer Latte, der die Eisenschienen als Führung dienen, abgestrichen. Im weiteren Verlaufe der Arbeit ist nur mehr eine Schiene notwendig, weil auf der einen Seite der fertige Estrich bereits als Führung dienen kann. Praktische Arbeiter erreichen auf ebener Unterlage auch ohne Führungsschienen ziemlich ebene Oberflächen für den Estrich.

Auf den aufgetragenen, noch warmen, weichen Estrich wird zuletzt noch etwas rescher, trockener Sand gestreut.

Asphalt-coulé gibt einen guten Estrich für Trottoirs, Höfe, Terrassen u. dgl., besonders aber für wasserundurchlässige Fußböden; im Innern der Gebäude wird er wegen seiner düsteren Farbe und wegen seiner rauhen, schwer zu reinigenden Oberfläche nicht gerne verwendet.

g) Neuartige Estriche.

In neuerer Zeit werden Estriche (Flötze) aus verschiedenartigen Kompositionen — Xylohit, Asbestit, Legnolit, Parketolit usw. genannt — hergestellt und als fugenlose Fußböden im Innern von Gebäuden verwendet. Alle diese Estriche können auf einen festen Holzunterboden oder, da das Arbeiten des Holzes oft Risse im Flötz verursacht, zweckmäßiger auf eine Betonunterlage verlegt werden.

Die betreffende Komposition wird meistens in Form eines Mörtels angemacht, zirka 2 cm dick auf die Unterlage aufgetragen, mit eisernen Schlägeln gestampft und mit der Kelle geglättet; die erhärtete Masse kann sodann poliert und mit Leinöl oder Leinölfirnis eingelassen und mit Wollappen abgerieben werden.

Xylohit, auch Steinholz genannt, besteht aus einer Mischung von gebranntem Magnesit, Chlormagnesium und Sägespänen, welcher noch beliebige Erdfarben zugesetzt werden können. Asbestit besteht aus einer Masse von Magnesit, Chlormagnesium und Asbestfasern, eventuell noch mit beliebigen Farbstoffbeimengungen.

C. Das schwebende Mauerwerk.

(Tafel 13, 14 und 15.)

1. Gewölbe.

Unter einem Gewölbe versteht man im allgemeinen eine aus keilförmigen Steinen (Wölbsteinen) zusammengesetzte, frei schwebende Decke über einem von Mauern umschlossenen Raume.

Das Bestreben der Wölbsteine, dem Gesetze der Schwere zu folgen, wird durch die keilförmig anschließenden Nachbarsteine gehindert, und zwar so, daß

durch die Schwerkraft aller Wölbsteine ein gegen die Enden des Gewölbes zunehmender Druck auf die Nachbarsteine ausgeübt wird, wodurch bei unverrückbaren Auflagern (Widerlagern) das Gewölbe schwebend erhalten bleibt.

Je größer die Spannweite desselben ist, desto größer wird dieser Druck im allgemeinen sein und je flacher das Gewölbe ist, desto mehr nähert sich die Richtung dieses Druckes der Horizontalen. Das Gewölbe hat somit das Bestreben, die Widerlager seitlich zu verschieben (Gewölbschub).

Jene Mauern, welche die Gewölbe tragen, sind die *Widerlagsmauern*, ihre freie Höhe ist die *Widerlagshöhe*. Die übrigen, bloß die Stirnseiten der Gewölbe abschließenden Mauern werden *Stirn- oder Schildmauern* genannt; wenn statt diesen Mauerbögen vorhanden sind, werden sie *Schild- oder Stirnbögen* genannt.

Außerdem sind bei Gewölben noch folgende Bezeichnungen üblich (Fig. 1, T. 13), und zwar:

Der *Anlauf* oder *Kämpfer* k ist der Beginn des Gewölbes, also der Anschluß des letzteren an das Widerlager; die Linie kk_1 heißt *Anlauf- oder Kämpferlinie*.

Die *Spannweite* S ist die horizontale Entfernung der beiden Widerlager voneinander.

Der *Unterbogen* ksk ist die innere (konkave) Wöblinie.

Der *Oberbogen* $ls'l$ ist die äußere (konvexe) Wöblinie.

Gewölbleibung nennt man die innere sichtbare Gewölbefläche.

Gewölbrücken nennt man die äußere Gewölbefläche.

Gewölbstirne nennt man die Ansichtsflächen des Gewölbes an den Enden desselben.

Gewölbeachse ist die Linie, welche alle Mittelpunkte der Unterbögen verbindet.

Gewölbscheitel s ist der höchste Punkt des Unterbogens.

Gewölbschluß s' ist der höchste Punkt des Oberbogens; die durch s , bzw. s' parallel zur Gewölbachse gezogene Linie heißt die *Scheitel-, bzw. Schlußlinie*.

Die *Pfeil- oder Stichhöhe* m ist die vertikale Entfernung der Anläufe vom Scheitel.

Die *Gewölbdicke* ist die radiale Entfernung des Oberbogens vom Unterbogen, und zwar ist D die Dicke am Anlaufe und d die Dicke am Schlusse; gewöhnlich ist D größer als d .

Der *Gewölbfuß* (Fuß) ist der untere Teil des Gewölbes, welcher häufig als gerades Mauerwerk mit Überkragung ausgeführt wird (z. B. Fig. 30, T. 13).

Gewölbschenkel nennt man die beiden rechts und links des Scheitels gelegenen Gewölbeteile.

Offene Gewölbe sind jene, deren Stirnflächen nicht an Mauern u. dgl. anschließen, sondern offen bleiben; im Gegenfalle bezeichnet man sie als geschlossen.

Die zur Ausführung der Gewölbe notwendigen Steine (Fig. 2, T. 13) heißen *Wölbsteine*. Von diesen unterscheidet man: Die *Widerlag-, Anlauf- oder Kämpfersteine* a , das sind jene, gegen welche sich das Gewölbe stützt; die *Gewölbesteine* b , das sind die zur Herstellung des Gewölbes notwendigen Steine mit Ausnahme der obersten, welche als *Schlußsteine* (c) bezeichnet werden.

Gewölbnachmauerung (d) heißt das auf dem Gewölbrücken zur Ausgleichung und Verstärkung hergestellte gerade Mauerwerk.

Gewölbearten.

Je nach der Gestalt des Unterbogens im normalen Querschnitt des Gewölbes unterscheidet man nach Fig. 3, T. 13, folgende Gewölbearten:

a) Das volle Gewölbe, dessen Querschnitt ein Halbkreis und dessen Pfeilhöhe somit gleich der halben Spannweite oder dem Radius ist.

b) Das gedrückte, elliptische oder Korbbogengewölbe, bei dem die Pfeilhöhe kleiner als die halbe Spannweite ist, die Tangenten am Anlaufe aber lotrecht sind. Der Korbbogen besteht aus drei oder mehreren Kreisbögen mit verschiedenen Radien.

c) Das segmentförmige, flache Gewölbe, bei dem die Stichhöhe kleiner als die halbe Spannweite ist und die Tangenten am Anlaufe nicht lotrecht sind. Der Bogen ist ein Kreisbogenabschnitt von beliebigem Radius.

d) Das scheinrechte Gewölbe, bei dem die Pfeilhöhe fast Null ist; der Unterbogen bildet nahezu eine Gerade, welche wegen der unvermeidlichen Setzung einen kleinen, kaum sichtbaren Stich bekommt.

e) Das erhöhte Gewölbe, bei dem die Pfeilhöhe größer als die halbe Spannweite ist und die Tangenten am Anlaufe wieder lotrecht sind. Der Bogen besteht aus drei Kreisbögen mit verschiedenen Radien.

f) Das gotische Gewölbe, das aus zwei sich am Scheitel zu einer Spitze vereinigenden Kreisbögen besteht.

g) Das steigende oder einhüftige Gewölbe, auch Schwanenhals genannt (Fig. 3 a, T. 13), bei dem die Anläufe verschieden hoch liegen. Der Bogen ist zumeist aus zwei Kreisbögen verschiedener Radien zusammengesetzt.

Nach der Art und Weise, wie man sich ein Gewölbe entstanden denken kann, unterscheidet man wieder nachfolgende Gewölbearten, und zwar:

a) Das Tonnengewölbe; dieses hat die Form eines parallel zur Achse geführten Zylinderabschnittes, dessen Querschnitt aber mit allen in Fig. 3, T. 13, dargestellten Bogenarten konstruiert sein kann. Beträgt die Pfeilhöhe unter $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{6} s$, so nennt man solche Gewölbe flache Tonnen- oder Segmentgewölbe.

Beim geraden Tonnengewölbe (Fig. 4, T. 13) stehen die Stirnflächen senkrecht, beim schiefen Tonnengewölbe (Fig. 5, T. 13) schief zur Achse.

Wird das Tonnengewölbe über einem ringförmigen Grundriß aufgebaut (Fig. 6, T. 13), so entsteht das Ringgewölbe.

Ist die Achse eine Schraubenlinie, so entsteht ein Schrauben- oder Schnecken- oder Schneckengewölbe (z. B. bei Wendeltreppen).

Steigende oder fallende Tonnengewölbe haben keine horizontalen, sondern schiefe Anläufe und Gewölbeachsen (z. B. bei Stiegen).

Schneidet man ein volles Tonnengewölbe durch zwei lotrechte Ebenen in der Richtung der Diagonalen des überwölbten Raumes, also nach ab und cd (Fig. 7, T. 13), so wird das Tonnengewölbe in vier Teile geteilt, von denen die zwei an den Stirnseiten liegenden Teile K , $Kappen$ und die zwei anderen an den Widerlagsseiten liegenden Teile W , $Wangen$ heißen. Aus solchen Wangen und Kappen können die verschiedenartigsten, im folgenden angeführten Gewölbe zusammengesetzt werden.

b) Das Kreuzgewölbe (Fig. 8, T. 13); dasselbe entsteht, wenn vier Kappen so zusammenstoßen, daß sich die Scheitellinien in einem Punkte schneiden. Die sich an den Zusammenstoßen bildenden Kanten heißen Grate. Dieses Gewölbe hat keine Kämpferlinien, sondern nur vier Kämpferpunkte a, b, c, d , auf denen es ruht. Es wird daher auch zur Überwölbung von Räumen angewendet, die keine durchlaufenden Widerlagsmauern haben oder wenn diese zu schwach sind. Am häufigsten wird dieses Gewölbe über größeren Räumen in Kirchen, Vestibülen u. dgl. ausgeführt; die Kämpferpunkte müssen dann durch entsprechend starke Pfeiler unterstützt werden, die durch Gurten miteinander verbunden werden.

Das Kreuzgewölbe kann auch aus drei oder aus mehr als vier Kappen von beliebiger Spannweite über Räumen von verschiedenen (regelmäßigen und unregelmäßigen) Grundrißformen ausgeführt werden.

Bei der Kreuzung von zwei Tonnengewölben unter einem beliebigen Winkel sowie beim Zusammentreffen von drei Tonnengewölben (Fig. 9, 10 und 11, T. 13) entstehen, wenn die Scheitellinien sich in einem Punkte schneiden, ebenfalls Kreuzgewölbe.

c) Das Sternengewölbe (Fig. 12, T. 13) entsteht, wenn in dem Skelett des Kreuzgewölbes, d. h. zwischen die Grate oder Rippen desselben noch weitere Kappen eingeteilt werden. Durch eine reichere und verschiedenartige Kombination der Sterngewölbe entstehen die sogenannten Netzgewölbe, welche im gotischen Kirchenbau umfangreiche Anwendung finden.

d) Das Klostergewölbe (Fig. 13, T. 13) entsteht, wenn Wangen mit den Graten so zusammenstoßen, daß die Scheitelpunkte und Widerlaglinien in gleiche Höhe zu liegen kommen. Dieses Gewölbe hat in seiner Umgrenzung eine durchlaufende Kämpferlinie, kann daher nur über Räumen hergestellt werden, bei welchen alle Umfassungsmauern als Widerlager, d. h. entsprechend kräftig ausgebildet sind. Das Klostergewölbe kann aus drei oder mehreren Wangen bestehen, an deren Zusammenstoßen sich einwärts springende Kantenwinkel, Kehlen oder Ixen genannt, bilden. Diese Gewölbe lassen sich über regelmäßigen und unregelmäßigen Grundrissen ausführen; der Scheitelpunkt liegt dabei immer über dem Schwerpunkt der Grundrißfigur.

e) Das Kuppelgewölbe ist jenes Gewölbe, dessen Leibungsfläche eine Rotationsfläche ist, also z. B. eine Halbkugel, ein Kugelabschnitt oder ein Halbellipsoid. Je nach der Form der Kuppel unterscheidet man wieder das Halbkugelgewölbe, das flache und das überhöhte Kuppelgewölbe.

Die Hälfte eines Kuppelgewölbes nennt man Chorgewölbe. Kleinere Chorgewölbe, welche über Nischen u. dgl. ausgeführt werden, heißen Nischengewölbe.

f) Wird ein volles Halbkugel- oder ein volles elliptisches Kuppelgewölbe durch vertikale Ebenen so geschnitten, daß eine quadratische, rechteckige oder polygonale, in der Kämpferlinie des Kuppelgewölbes eingeschriebene Grundrißform entsteht, so erhält man das böhmische Platzel oder Kuppelplatzel oder böhmische Gewölbe, auch böhmische Kappe genannt (Fig. 14, T. 13). Nachdem die Anlaufkurve in der Figur, z. B. durch vier sich berührende, vertikale Ebenen abgeschnitten ist, bleiben für das Gewölbe nur vier Kämpferpunkte *a, b, c, d* zur Unterstützung desselben übrig. (So wie beim Kreuzgewölbe.) In diesen müssen dann entsprechend kräftige Pfeiler angeordnet werden, welche ebenso wie beim Kreuzgewölbe durch Gurten miteinander verbunden werden.

Die Stirnflächen erscheinen hier als Halbkreise oder Ellipsen, je nach der Form des Kuppelgewölbes, aus dem das Platzel herausgeschnitten ist. Die Tangenten an den Anlaufpunkten sind lotrecht.

g) Wird ein flaches Kuppelgewölbe durch ebensolche vertikale Ebenen geschnitten, so entsteht das preußische Platzelgewölbe (Fig. 15 *a* und *b*, T. 13), welches ebenfalls nur Kämpferpunkte zur Unterstützung hat, bei dem aber die abgeschnittenen Stirnflächen nur als Segmentbögen erscheinen, daher auch die Tangenten in den Anlaufpunkten nicht lotrecht sein können.

h) Denkt man sich bei einem böhmischen Platzelgewölbe in der Scheitelhöhe der Stirnflächen einen horizontalen Schnitt geführt und auf diesen eine volle Kuppel oder einen Zylinder und auf diesen eine Kuppel oder Flachkuppel aufgesetzt, so erhält man die Hängekuppel, bzw. die Kuppel mit aufgesetzter Laterne (Fig. 16, T. 13).

i) Schließt man ein über einer rechteckigen Grundfläche ausgeführtes Tonnengewölbe auf beiden Stirnseiten durch zwei Walme (Wangen) ab, so entsteht das Muldengewölbe (Fig. 17, T. 13). Dasselbe hat wie das Klostergewölbe in seiner Umgrenzung eine durchlaufende Kämpferlinie und erfordert daher die Anwendung von Widerlagsmauern an der ganzen Umfassung; mit Rücksicht auf den

großen Seitenschub kommen hier nie flache Bögen, sondern nur Halbkreise oder Korbbögen vor. Muldengewölbe können über rechteckigen und trapezförmigen Grundflächen hergestellt werden.

k) Wird das Kloster- oder Muldengewölbe unterhalb seines Scheitels durch eine wagrechte Ebene geschnitten und dieser Abschnitt durch ein horizontales, also scheinrechtes Gewölbe ersetzt, so entsteht das *Spiegelgewölbe* (Fig. 18, T. 13), ein sehr schönes Gewölbe, das aber nicht belastet werden darf.

l) *Schilder* oder *Ohren* (Fig. 19 und 20, T. 13) sind kleinere Gewölbeabzweigungen, welche einen Gewölbschenkel des Hauptgewölbes bis zur Leibung durchschneiden. Die Abzweigungen können sowohl horizontal unter einem beliebigen Winkel als auch steigend oder fallend gemacht werden.

Schilder werden zumeist bei Kellerfenstern, Nischen u. dgl. angebracht. Ohren oder Stichkappen werden diese Abzweigungen speziell dann genannt, wenn sie nur Anlaufpunkte haben (Fig. 20, T. 13).

m) *Konische Gewölbe* (Fig. 21, T. 13). Das sind zumeist kurze Gewölbe mit kegelförmiger Leibung, also Gewölbe über einem viereckigen Raume mit verschieden großer Spannweite. Am häufigsten benützt man sie bei spalettierten Toren, Türen und Fenstern und da zumeist mit geneigten Achsen.

Die Ausführung der Gewölbe.

a) Herstellung der Eingerüstung.

Die meisten Gewölbearten bedürfen während ihrer Ausführung einer künstlichen Unterlage an der Leibungsfläche. Diese Unterlage wird gewöhnlich aus Brettern oder Pfosten gebildet, welche auf den sogenannten Lehrbögen ruhen, die ihrerseits wieder von einer aus entsprechend starken Balken hergestellten Gerüstung getragen werden.

Diese Unterstützung, welche dem Gewölbe die Form gibt und dasselbe bis nach der Vollendung zu tragen hat, heißt *Lehrgerüst* und wird gewöhnlich von den zur Herstellung der Gerüste bestimmten Arbeitern, den Gerüstern, und nur bei größeren Gewölben, bei denen Holzverbindungen notwendig sind, von Zimmerleuten ausgeführt. Die Art und Weise der Konstruktion derselben ist je nach der Gewölbeform, Spannweite und Belastung verschieden.

Die *Lehrbögen* werden auf einem hierzu hergerichteten, horizontalen Bretterboden — Reißboden genannt — hergestellt, indem man den Bogen in Naturgröße aufzeichnet und darnach aus Brettern oder Pfosten ausschneidet. Die hierzu erforderlichen Daten (Spannweite, Pfeilhöhe und Radius) werden den Plänen entnommen, welche dementsprechend kotiert sein müssen.

Volle Bögen und Segmentbögen werden z. B. nach Fig. 22, T. 13, mittels einer Latte, auf welcher die Länge der betreffenden Radien und das Zentrum markiert sind, mit einem starken Bleistifte auf dem Reißboden direkt vorgezeichnet.

Die Lehrbögen für die Grate, welche Ellipsen sind, werden aus den normalen Bögen abgeleitet und auch in Naturgröße konstruiert.

Lehrbögen für schwere Gewölbe sind, mit Rücksicht auf die voraussichtliche Setzung der Gewölbe, am Scheitel entsprechend höher zu machen. Jeder Lehrbogen muß um die Dicke der Einschalungsbretter kleiner ausgeschnitten werden, als der aus den Plänen entnommene normale Bogen.

Die Anfertigung der Lehrbögen ist je nach der Form und Größe derselben verschieden. Für flache Segmentbögen wird ein der Stichhöhe entsprechend breites, bis 4 cm dickes Brett nach dem gewünschten Bogen derart zugeschnitten, daß es an den Enden noch 3—5 cm hoch bleibt (Fig. 22, T. 13). Für größere Gewölbe legt man einige Bretter oder Pfosten dicht nebeneinander (Fig. 23 und 24, T. 13), schneidet sie nach dem gegebenen Bogen zu und verbindet sie mit schmalen Brett- oder Latenstücken derart, daß zwischen ihnen keine Fugen bleiben, denn sonst könnten

bei größerer Belastung leicht nachteilige Setzungen eintreten. Für stärkere Lehrbögen kann man auch zwei sich kreuzende Brettlagen übereinander anordnen.

Für sehr große Bögen ist es ökonomischer, Bohlenbögen (Fig. 25, T. 13) anzuwenden. Hierzu werden, nachdem der Bogen am Reißboden vorgerissen ist, kürzere, zirka 4 cm dicke Brettstücke an den Stirnseiten radial zusammengepaßt und längs der Bogenlinie so gelegt, daß sie diese an der Leibung tangieren. Auf diese zusammengepaßten Brettstücke wird eine zweite, ganz gleich konstruierte Lage, jedoch voll auf Fug gelegt. Beide Lagen werden dann mit langen, schmiedeeisernen Nägeln zusammengenagelt und die Nagelspitzen umgebogen. Die über den Bogen hinausragenden Teile der Brettstücke werden sodann abgeschnitten. Die unteren Enden der Bohlenbögen werden mit einer entsprechend aufgenagelten Latte verbunden, damit die richtige Spannweite unverändert erhalten bleibt.

Je nach der Größe der Spannweite und Belastung durch die Gewölbekonstruktion wird man die Lehrbögen entweder bloß an zwei oder auch an mehreren Punkten unterstützen. Mitunter wird sogar eine Unterstützung mittels Sprengwerken notwendig sein. Die Lehrbögen müssen auf starke Keile gestellt werden, wodurch ein Heben und Senken der ganzen Einschalung leicht ermöglicht wird.

Je nach der Schwere des Wölbungsmaterials wird sich jedes Gewölbe samt den Lehrgerüsten mehr oder weniger senken. Auf diese voraussichtliche Senkung muß Bedacht genommen werden, dadurch, daß man sowohl die Lehrbögen, wie bereits erwähnt, um die voraussichtliche Setzung höher erzeugt, als auch die ganze Eingerüstung von Haus aus etwas höher stellt.

Die Unterstützung der Lehrbögen erfolgt nach Fig. 23—25, T. 13, durch längs den Widerlagern, unter der Kämpferlinie angeordnete Kanthölzer (Pfetten), die so tief angebracht werden, daß zwischen der oberen Fläche derselben und den richtig gestellten Lehrbögen noch ein Zwischenraum von etwa 4 cm für die erforderlichen Keile bleibt. Diese Pfetten werden durch zirka 2—4 m voneinander entfernte Ständer unterstützt, welche bis zum Boden herabreichen und dort auf einem Brettstück oder auf einer durchlaufenden Schwelle stehen, damit sie nicht in den Boden einsinken.

Bei Gewölben mit größeren Spannweiten (über 3 m) und schweren Wölbsteinen werden die Lehrbögen überdies auch in der Mitte auf die gleiche Art unterstützt (Fig. 23, T. 13).

Die Lehrbögen werden senkrecht zur Gewölbeachse angeordnet, zirka 1 m voneinander entfernt auf die Pfetten gestellt und ober denselben mit je zwei starken, am besten harten Holzkeilen unterlegt. Sie werden anfänglich durch Latten gegeneinander und gegen die Pfetten verspreizt. Sobald die Lehrbögen richtig gesetzt sind, wird die Einschalung derselben von beiden Widerlagern aus begonnen und gleichmäßig bis zum Scheitel fortgeführt. Zwischen den Schalbrettern läßt man zirka 1 cm breite Fugen, damit dieselben bei Befeuchtung genügend Raum zur Ausdehnung haben.

Bei Bohlenbögen (Fig. 25, T. 13) ist ebenfalls eine Unterstützung in der Mitte notwendig; bei sehr großen Spannweiten sind sogar oft mehrfache und komplizierte Unterstützungen erforderlich, die aber nicht bis zum Boden herabzureichen brauchen, sondern auf, unter den Pfetten angebrachten Kappen ruhen und senkrecht zur Leibung, also radial gestellt werden (Fig. 25, T. 13).

Nach vollständiger Einschalung der Lehrbögen werden alle Keile gehörig angezogen, bis der Gewölbscheitel und die Leibung durchaus in die richtige Höhe gebracht sind.

Die vorbeschriebenen Eingerüstungen werden zumeist nur für Tonnengewölbe benützt. Bei Kreuz- und Klostergewölben stellt man durchlaufende Lehrbögen nur in den Graten auf, während die übrigen an diese angeschifft und mit Pfetten und Säulen unterstützt werden.

Die im Grundrisse kreisrunden Kuppelgewölbe erfordern kein derartiges Lehrgerüste, da kein Seitenschub aufzuheben ist, man bedient sich hier nur eines, um die vertikale Achse drehbaren Bohlenbogens, der bloß die Form des Gewölbes anzugeben braucht. Bei anderen Grundrißformen und bei größeren Kuppeln wird ein leichtes Lehrgerüste verwendet, welches aber bloß die Gewölbeform angibt.

Bei kleinen Halbkugelgewölben wird, wie Fig. 26, T. 13, zeigt, im Zentrum der Gewölbemittelpunkt mit einem Nagel fixiert und daran eine Latte befestigt, welche dem Halbmesser der Kugel entspricht; diese Latte bezeichnet sowohl die Gewölbleibung (mit ihrem freien Ende) als auch die Richtung der Lager- und Stoßfugen, welche bei diesem Gewölbe stets in der Richtung des Radius liegen müssen. Zum Festhalten des ersten Steines eines jeden Ringes wird am Gewölberücken eine Schnur befestigt, welche über die Lagerfläche gegen den inneren Raum herabgezogen und mit einem Stein beschwert wird.

Die böhmischen und preußischen Platzelgewölbe werden zumeist ohne Lehrgerüste hergestellt, indem man die Anlauflinien an den Wänden durch Latten oder Lehrbögen vorzeichnet und die Gewölbe dortselbst in vertiefte Schmatzen eingreifen läßt oder an Gewölbfüßeln ansetzt. Zur Bestimmung der Leibungsfläche bedient man sich hierbei einfacher Lehren oder man spannt in der diagonalen Richtung des Raumes Lehrbögen.

Die flachen Tonnengewölbe mit geringeren Spannweiten werden im Hochbau größtenteils mit ringförmigen Ziegelscharen so gewölbt, daß eine vollständige Eingerüstung nicht notwendig ist. Man bedient sich dabei der sogenannten Rutschbögen (Fig. 27, T. 13), das sind flache Lehrbögen, welche entweder in am Widerlager ausgesparten, horizontalen Mauerschlitzen *a* (Fig. 27, T. 13) oder an daselbst befestigten Latten *b* aufliegen und nach Schluß eines jeden einzelnen Ringes um die Ziegeldicke vorgeschoben werden.

Alle Lehrgerüste für die im Hochbau vorkommenden Gewölbe werden ohne Holzverbindungen gemacht, die Hölzer stoßen einfach stumpf zusammen und werden mit Gerüstklammern entsprechend verbunden. Lehrgerüste für große Gewölbe, wie bei Brücken, Kirchen u. dgl. erfordern eine solide Ausführung mit Holzverbindungen, wobei auch Schraubenbolzen zur Verstärkung angewendet werden. Derartige Gerüste werden nach Detailzeichnungen nach den Regeln für Zimmermannsarbeiten ausgeführt.

b) Herstellung des Gewölbmauerwerkes.

Die Gewölbe können, ebenso wie das gerade Mauerwerk, aus Ziegeln, Bruchsteinen, Quader- oder Werksteinen und aus Stampfbeton hergestellt werden. Die Wahl des Materials hängt vielfach davon ab, ob das Gewölbe bloß die Decke bildet oder auch die Belastung eines Bodens zu tragen hat.

Deckengewölbe allein (z. B. beim Kirchenbau) kann man aus leichtem Material (porösen Ziegeln oder Hohlziegeln) herstellen. Sind Gewölbe auch bestimmt, Fußböden zu tragen, die wenig belastet werden, so macht man sie aus Ziegeln, eventuell aus Hohlziegeln. Bei stark belasteten Gewölben wird man aber stets hartgebrannte Ziegel, lagerhafte Steine oder Beton anwenden.

Für den Verband des Gewölbmauerwerkes gelten im allgemeinen dieselben Regeln wie für das gerade Mauerwerk. Von besonderer Wichtigkeit ist die Richtung der Lagerfugen, welche senkrecht zur Gewölbleibung stehen sollen. Am geeignetsten sind also keilförmige Steine, in Ermangelung derselben können jedoch gewöhnliche, gut gebrannte Ziegel, dann lagerhafte, leichte, jedoch feste Bruchsteine verwendet werden. Quader- oder Werksteine werden nur bei sehr wichtigen Gewölben (bei Brücken usw.) verwendet.

Für die Ausfüllung der Stoß- und Lagerfugen mit Weißkalk-, Romazement- oder Portlandzementmörtel gelten im allgemeinen dieselben Bestimmungen wie beim geraden Mauerwerk. Auf die Güte des Mörtels muß beim Gewölbmauerwerk,

namentlich bei Verwendung von weniger lagerhaftem Bruchstein, ein besonderer Wert gelegt werden.

Gewölbe können aber, wie erwähnt, auch aus Stampfbeton hergestellt werden, besonders wenn die Betonmaterialien billiger zu beschaffen sind und auch die sonstigen Verhältnisse dafür sprechen. Betongewölbe mit Eiseneinlagen gestatten die Ausführung sehr flacher und tragfähiger Gewölbe.

Für besonders flache Gewölbdecken werden auch eigens geformte Ziegel (Falzziegel) verwendet. (Siehe Deckenkonstruktion.)

1. Die Widerlagsmauern. Die Widerlager bilden einen wichtigen Teil jeder Gewölbekonstruktion, da sie nicht nur die Last des Gewölbes und die demselben durch die Benützung aufgebürdete Last (Nutzlast) zu tragen, sondern auch den Seitenschub (Gewölbeschub) auszuhalten haben, welcher um so größer ist, je flacher der Gewölbebogen wird. Um diesem Seitenschube entsprechend entgegenwirken zu können, müssen die Widerlagsmauern genügend stark und die Anläufe (Kämpfer) besonders solid gemauert werden.

Bei Bestimmung der Widerlagsstärke ist die Höhe der Mauern, deren Belastung und eine eventuell mögliche Erschütterung des Gewölbes in Betracht zu ziehen.

Dient eine Mauer als gemeinsames Widerlager für zwei nebeneinander ansetzende Gewölbe, so wirkt dem Seitenschube des einen Gewölbes der des anderen entgegen, so daß derselbe bei gleicher Spannweite sowie gleicher Bogen- und Anlaufhöhe gänzlich aufgehoben wird und nur mehr eine vertikale Belastung der Mauer eintritt. So eine Mauer, welche dann ein „gemeinsames Widerlager“ genannt wird, kann mit Rücksicht auf die nur vertikale Belastung schwächer als die Endwiderlager gehalten werden.

Durch außen angeordnete, sogenannte Strebepfeiler, welche in Entfernungen von 3—6 m, z. B. häufig bei Kirchen, angeordnet werden, wird die Widerlagsmauer verstärkt, so, daß man sie bedeutend geringer dimensionieren kann.

Graphisch kann man die Widerlagsstärken nach Durant wie folgt bestimmen (Fig. 29 a, T. 13): Den Unterbogen teilt man in drei gleiche Teile, zieht vom Anlauf zum ersten Teilstrich die Sehne, verlängert sie unter dem Anlauf noch um die eigene Länge und bringt die Wagrechte durch den Anlauf mit der Lotrechten am Ende der verlängerten Sehne zum Schnitt; das vom Anlauf bis zur Lotrechten reichende Stück der Wagrechten gibt dann die Widerlagsstärke an. Führt man einige derartige Konstruktionen für die gleiche Spannweite aus, so wird man graphisch zu dem Resultate kommen, daß, je flacher der Bogen, je geringer also die Stichhöhe, desto größer die Widerlagsstärke sein muß (Fig. 29 b und c, T. 13).

Bei Bestimmung der Widerlagsstärken ist auch die Belastung der Widerlager durch die nach oben fortgeführten Mauern in Betracht zu ziehen. Durch eine hinreichende Belastung der Endwiderlager kann die Stärke derselben bedeutend vermindert werden.

Für die im Hochbau gebräuchlichen Widerlagsstärken enthält die folgende Tabelle für verschiedene Gewölbekonstruktionen die erforderlichen Daten in Teilen der Spannweite ausgedrückt, und zwar für belastete und unbelastete Endwiderlager.

Die aus dieser Tabelle gewonnenen Dimensionen der Widerlager werden mit Rücksicht auf die Ziegeldimensionen auf ein Vielfaches von 15 abgerundet; bei den Gewölbestärken auf ein Vielfaches von 7·5, nachdem für Gewölbe auch $\frac{3}{4}$ Ziegel fabriziert werden.

Zur Verstärkung der Gewölbwiderlager tragen auch die Gewölbfüße bei, weil sie als Fortsetzung der Widerlagsmauern durch Überkragung des geraden Mauerwerkes in den einzuwölbenden Raum hineinragen und so die unteren Teile der Gewölbe bilden, wodurch also nicht nur die Widerlagsmauer verbreitert, sondern auch die Gewölbespannweite verkürzt erscheint. Es ist jedoch gebräuchlich, diesen Umstand bei Bestimmung der Widerlagsstärken in Berücksichtigung zu ziehen.

Tabelle über Widerlagsstärken.

Bei folgenden Gewölbearten, und zwar bei:	Gewölbestärke im Scheitel	Widerlagsstärke bei		Anmerkung
		unbelasteten	belasteten	
		2,50—3,00 m hohen Widerlagern *)		
		(oberstes Geschoß)	(unterstes Geschoß)	
in Teilen der Spannweite				
Vollen Tonnengewölben	$1/40$	$1/4$	$1/5—1/6$	*) Bei mehr als 3,00 m hohen Widerlagern sind die angegebenen Mauerstärken noch um $1/10—1/8$ der Widerlagshöhe zu vergrößern, so daß z. B. ein volles, unbelastetes Tonnengewölbe mit 6,00 m hohen Widerlagern und 3,60 m Spannweite eine Widerlagsstärke von $3 \cdot 60 + \frac{6 \cdot 00}{10} = 1,50$ m erhalten müßte.
Flachen Tonnengewölben mit mindestens $1/4$ der Spannweite zur Pfeilhöhe	$1/30$	$3/10$	$1/4—1/5$	
Flachen Tonnengewölben mit mindestens $1/8$ der Spannweite zur Pfeilhöhe	$1/20$	$1/3$	$3/10—1/4$	
Scheitrechten Tonnengewölben	$1/15$	$1/2—1/3$	$1/3—1/4$	
Klostergewölben	$1/40$	$1/6$	$1/6—1/7$	
Böhmischen und Preußischen Platzelgewölben	$1/30$	$1/3—1/4$	$1/4—1/5$	
Kuppelgewölben	$1/50$	$1/7—1/9$	$1/9—1/12$	
Kreuzgewölben	$1/40$	$1/4—1/6$	$1/6—1/7$ der Raumdiagonale	

Die Gewölbanläufe und die Gewölbfüßel sind besonders solid herzustellen; bei Verwendung von Bruchstein müssen die Anlaufsteine ein volles Profil erhalten, bei dem keine spitzen Winkel vorkommen dürfen. Auch bei Ziegelmauerwerk sind spitze Winkel tunlichst zu vermeiden.

Die Fig. 30, 31 und 32, T. 13, geben Beispiele für die Anordnung, Fig. 33 für die Detailausführung verschiedener Anläufe und Gewölbfüßel. Aus Fig. 30 geht hervor, daß bei gemeinschaftlichen Widerlagern und vollen Bögen Gewölbfüßel in dem Falle notwendig sind, wenn die Mauer nach oben fortgesetzt wird, um für diese Fortsetzung die nötige Basis zu schaffen. Bei größeren Gewölbedicken können die Füßel auch in zwei Stufen ausgeführt werden (Fig. 33 a, b und c), um sie nicht zu weit überkragen zu lassen.

Zum Mauern der Gewölbfüßel bedient man sich entsprechender Schablonen aus Brettern (Fig. 30 a, T. 13), welche entweder an die Mauer befestigt oder auf eine daselbst angebrachte Latte gestellt, bzw. längs derselben bewegt werden.

Die Anwendung der Gewölbfüßel ist bei Hochbauten von besonderem Vorteil, weil man alle Mauern bis auf ihre volle Höhe aufmauern kann und die Gewölbe erst nachträglich, nachdem die Mauern die unvermeidlichen Setzungen durchgemacht haben, unter dem Schutze des Daches herzustellen in der Lage ist.

2. Das Gewölbmauerwerk (T. 14). Die Gewölbe übertragen ihre eigene und die ihnen eventuell aufgebürdete Last in der Weise auf die Widerlager, daß das Gewölbmaterial nicht auf Biegung, sondern auf Druck in Anspruch genommen wird. Der Druck pflanzt sich von den oberen auf die unteren Wölbsteine bis auf das gerade Mauerwerk fort, wie dies in Fig. 1, T. 14, skizziert ist. Indem man die Lagerfugen der Gewölbesteine senkrecht auf die Richtung dieses Gewölbdrukkes stellt, ergeben sich keilförmige Gewölbesteine. Nachdem der Gewölbdruk gegen

die Widerlager immer mehr zunimmt, so wird auch die Gewölbstärke im allgemeinen gegen die Anläufe zunehmen müssen.

Man kann die Stärke der Gewölbe graphisch nach Fig. 2, T. 14, bestimmen, und zwar: Der untere Bogen wird in eine Anzahl beliebig gleicher Teile geteilt, durch die Teilungspunkte werden die Radien und Vertikalen nach aufwärts gezogen, die Gewölbstärke am Scheitel s (siehe Tabelle über Gewölbstärken) auf diese Vertikale nach aufwärts aufgetragen und durch die erhaltenen Punkte s Horizontale bis zu den verlängerten Radien gezogen; die so erhaltenen Schnittpunkte geben den Lauf des Oberbogens. Bei vollen Bögen läßt sich die gegen den Anlauf zunehmende Dicke des Gewölbes nach Fig. 3, T. 14, dadurch konstruieren, daß man je nach der Güte des Materials und dem Gewöldrucke den Mittelpunkt m für den Oberbogen $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ r herabsetzt, am Scheitel die Gewölbstärke nach der Tabelle aufträgt und mit dem entsprechend größeren Radius den Oberbogen zieht.

Quader-, Bruchstein- oder Betongewölbe können ohneweiters nach dem so ermittelten Querschnitte hergestellt werden, während bei Ziegelgewölben ein lästiges und verschwenderisches Zuhauen der Ziegel am Gewölberücken eintreten müßte. Dies zu vermeiden, wird man die Verstärkung gegen die Anläufe nur in Absätzen von $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Ziegellängen vornehmen, und zwar wird die erste Stufe dort beginnen, wo eine durch den Scheitel gezogene Horizontale $s-s^1$ (Fig. 30, T. 13) den Oberbogen schneidet. Ist nach der graphischen Ermittlung noch eine zweite Verstärkungsstufe notwendig, so wird diese in die Mitte zwischen der ersten Stufe und dem Anlaufe angeordnet.

Aus nebenstehender Tabelle sind die Gewölbstärken für verschiedene Gewölbe-konstruktionen, in Ziegellängen ausgedrückt, zu entnehmen.

Gewölbe aus Bruchsteinen müssen wegen der geringen Lagerhaftigkeit der Steine am Schlusse mindestens 30 cm dick sein, sonst können die Stärken jenen der Ziegelgewölbe angepaßt werden.

Bei Betongewölben kann man die Tragfähigkeit durch Einlegen von Eisenrippen (System Monier) bedeutend erhöhen.

Der Verband für die Ziegelgewölbe kann wie beim geraden Mauerwerk nach verschiedenen Verbandarten durchgeführt werden.

Bruchstein- und Quadermauerwerk werden nach denselben Grundsätzen (voll auf Fug), letzteres jedoch mit etwas engeren Fugen ausgeführt.

Speziell gelten hier nachfolgende Verbandregeln:

Die Lagerfugen müssen stets radial sein, d. h. ihre Verlängerung muß durch das Zentrum des Bogens (Gewölbachse) gehen.

Die Stoßfugen zweier aufeinander liegenden Scharen dürfen weder im Innern noch in der Leibung des Gewölbes zusammentreffen und sollen stets senkrecht auf die Gewölbleibung gerichtet sein.

3. Methoden der Einwölbung. Die Einwölbung kann nach dreierlei Methoden erfolgen, und zwar: α) Nach der Kufeneinwölbung (Fig. 7 d, T. 14), β) nach der Schwalbenschwanzeinwölbung (Fig. 7 e, T. 14) oder γ) nach der Rutschbogeneinwölbung (Fig. 7 f, T. 14).

α) Die Kufeneinwölbung ist mit jedem Materiale ausführbar, erfordert aber eine volle Einschalung und keilförmige Steine. Die notwendige Keilform der Gewölbsteine (Fig. 4 b, T. 14) kann bei Quader- und Bruchsteingewölben ohneweiters hergestellt werden, indem man für das Profil der Steine eine aus Brettern geschnittene Schablone benützt, welche einen radialen Gewölbausschnitt darstellt. Bei Verwendung gewöhnlicher Ziegel würden sich die Lagerfugen gegen den Gewölberücken zu erweitern (Fig. 4 a, T. 14), welcher Umstand bei flachen Gewölben unbedeutend und ohne Nachteil ist; bei stark gekrümmten Gewölbebögen jedoch, wo das Klaffen der Fugen zu groß wäre, müßten keilförmige Ziegel entweder bestellt oder durch Zuhauen gewonnen werden. Nachdem aber das Zuhauen jeder einzelnen

Tabelle über Gewölbstärken.

Gewölbeart			Spannweite in <i>m</i>	Stärke im Gewölb-						Anmerkung
				Schlusse bei			Anläufe bei			
				überhöhten oder Spitz-	vollen	Segment-	überhöhten oder Spitz-	vollen	Segment-	
				Bögen in Ziegellängen						
Tonnen- gewölbe	im oberen	Geschob	bis 4	.	1/2	1/2	.	3/4	3/4—1	Bis auf die Beton- tonnen- gewölbe sind hier nur Ziegel- gewölbe gemeint.
	im unteren (Keller-)		„ 4	.	3/4	3/4	.	1	1—1 1/2	
		„ 3	.	.	7 <i>cm</i>	.	.	10 <i>cm</i>		
	aus Beton	„ 4	.	.	9 <i>cm</i>	.	.	12 <i>cm</i>		
		„ 5	.	.	12 <i>cm</i>	.	.	15 <i>cm</i>		
Gurten oder Ramenathbögen			2	1/2	1	1 1/2				
			2—3·5	1	1 1/2	1 1/2—2				
			3·5—5·5	1 1/2	2	2—2 1/2				
			5·5—8·5	1 1/2—2	2 1/2	2 1/2—3				
Kreuz- gewölbe	in den Kappen		bis 6	1/2			wie im Gewölbschlusse			
	in den Graten			1						
Platzel- gewölbe	mit 1/10 Pfeil- höhe	leichtere	„ 5	1/2						
		schwerere		3/4—1						
Klostergewölbe			„ 4	1/2						
			„ 5·50	1						
Kuppelgewölbe mit Pendentifs über einem qua- dratischen Grundrisse			„ 4	1/2			1/2			
			„ 7·5	1			1—1 1/2			
			„ 12·5	1 1/2			2			

Ziegelschar zu umständlich wäre, so beschränkt man sich auch darauf, nur jede 3. oder 4. Schar als Keilschar (Fig. 5, T. 14) anzuordnen.

Starke Ziegelgewölbe können auch in einzelnen, konzentrisch übereinander liegenden Bögen (Schalen) ausgeführt werden (Fig. 6 a, T. 14). Hierbei liegen gewissermaßen zwei Gewölbe übereinander, welche sich gegenseitig verstärken. Durch Anwendung von gutem Portlandzementmörtel kann die zu befürchtende Trennung beider Gewölbeschalen hintangehalten werden. Manchmal werden nur die unteren Gewölbeteile schalenförmig, die oberen Teile aber in Verband ausgeführt wie in Fig. 6 b, T. 14 (Wiener Stadtbahn).

Zur Einhaltung der radialen Richtung der Lagerfugen bedient man sich der vorerwähnten Bretterschablone, die einen radialen Gewölbausschnitt bildet und zur Kontrolle mit dem Unterbogen auf die Gewölbeleibung gestellt wird.

Bei Ausführung der Kufeneinwölbung (Fig. 7 b und d, T. 14) werden die einzelnen Scharen von beiden Anläufen aus, der ganzen Länge nach gleichzeitig begonnen und stets gleichmäßig bis zum Schlusse fortgeführt, wobei alle Lagerfugen an der Leibung parallel zur Achse des Gewölbes erscheinen und vor Beginn der Wölbarbeit auf der Schalung so vorzuzeichnen sind, daß der Schluß in den Gewölbscheitel zu liegen kommt. Bei größeren Gewölben wird vor Beginn der Mauerung am Gewölbschlusse die Einschalung entsprechend belastet, und zwar am einfachsten durch gleichmäßiges Deponieren des zur Ausführung zu verwendenden Steinmaterials.

Nach erfolgter Mauerung der beiden Gewölbschenkel werden die keilförmigen Schlußsteine entsprechend eingepaßt und durch Schläge eingetrieben, wozu man sich eines Holzklotzes oder eines eisernen Schlägels bedient; in letzterem Falle muß man auf die Steine ein Brettstück legen, um dieselben nicht zu zertrümmern. Sobald die Schlußsteine bis an die Schalung vorgetrieben sind, werden die Fugen derselben mit dünnflüssigem Zementmörtel ausgegossen. Sodann werden die unter die Lehrgerüste gelegten Keile etwas gelüftet, damit sich das Gewölbe setzen kann. Schließlich wird der Gewölberücken abgekehrt, mit dünnflüssigem Zementmörtel übergossen und letzterer mit Besen in die Fugen hineingekehrt.

Den Gewölbschluß kann man auch in der Weise ausführen, daß die Lagerfugen absichtlich etwas gegen die Anläufe geneigt hergestellt werden, um so eine größere keilförmige Öffnung zu schaffen, welche durch Eintreiben mehrerer Ziegel geschlossen wird; Fig. 14, T. 14, zeigt diesen sogenannten „ungarischen Schluß“, welcher bei Mauerbögen häufige Anwendung findet.

Die Kufeneinwölbung besitzt gegenüber den anderen Einwölbungsarten den Nachteil, daß sie stets einer vollen Eingerüstung bedarf, daß die parallel zur Achse laufenden Lagerfugen eine mangelhafte Längenspannung ergeben und auch größere Setzungen zur Folge haben. Für schwer belastete Gewölbe und Mauerbögen ist sie einzig anwendbar.

β) Die Schwalbenschwanz einwölbung (Fig. 7 e, T. 14) kann bloß mit Ziegeln ausgeführt werden; die Lager- und Stoßfugen sind diagonal gegen den Umfang des einzuwölbenden Raumes gerichtet.

Mit dieser Einwölbung wird in den vier Ecken des einzuwölbenden Raumes gleichzeitig begonnen, indem man $\frac{1}{2}$ Ziegel hohe und $\frac{1}{4}$ Ziegel dicke, etwas gegen die Ecken geneigte Bögen ausführt, die sich anfänglich einerseits gegen die Widerlager, andererseits gegen die Stirnmauern und später gegeneinander stützen. Bei gleichmäßigem Fortschreiten gegen die Mitte des einzuwölbenden Raumes werden die Bögen immer kürzer, so daß sich am Schlusse eine quadratische Öffnung ergibt, welche dann durch Eintreiben von keilförmigen Teilsteinen geschlossen wird.

Für diese Einwölbung wird bloß ein Gerippe aus einigen Lehrbögen aufgestellt, welches die Form des Gewölbes angibt. Der Maurer setzt die Ziegel etwas höher an, damit sie nicht auf den Lehrbögen aufruhend, das Gewölbe sich gleichmäßig setzen kann und die Leibung nicht bucklig wird; die Einwölbung macht man gegen

den Schluß allmählich höher, um die dort eintretenden größeren Setzungen unschädlich zu machen.

Man nennt diese Einwölbung ohne Lehrgerüste „das Wölben aus freier Hand“. Es hat gegenüber der Kufeneinwölbung noch den Vorteil, daß eine bessere Verspannung durch die gekreuzten Lager- und Stoßfugen erreicht wird und sich infolgedessen auch eine geringere Setzung ergibt. Selbstredend kann sie aber nicht für schwer belastete Gewölbe Anwendung finden.

Der Druck dieser Einwölbung verteilt sich auf alle Umfassungsmauern, weshalb die Widerlagsmauern etwas schwächer gehalten werden könnten als bei der Kufeneinwölbung.

γ) Die Rutschbogeneinwölbung (Fig. 7 f, T. 14) ist ebenfalls nur mit Ziegeln ausführbar. Auf einen unterstützenden Lehrbogen werden einzelne, gegen die Stirnwände geneigte Bögen hergestellt, die sich gegen beide Widerlager stützen (siehe auch Fig. 27, T. 13).

Diese Wölbung wird auf beiden Stirnseiten des Gewölbes gleichzeitig begonnen, indem man auf den aufgestellten Rutschbogen einen gegen die Stirnwand etwas geneigten, $\frac{1}{2}$ Ziegel breiten Bogen mit hochkantig gestellten Ziegeln ausführt, wobei die Stoßfugen entweder nach Fig. 9 b, T. 14, radial zugehauen oder nach Fig. 9 a, T. 14, die gegen den Gewölberücken zu klaffenden Fugen mit Steinchen ausgezwickt werden.

Nachdem der erste Gewölbobogen geschlossen ist, wird der Rutschbogen durch Ausschlagen der unterstützenden Keile entfernt und zur Ausführung des nächsten Bogens auf Ziegeldicke vorgeschoben. Auf diese Art werden die einzelnen Bögen von beiden Stirnseiten gleichmäßig gegen die Mitte des Raumes fortgesetzt, bis dort eine linsenförmige Öffnung bleibt, welche nach Art der Kufeneinwölbung geschlossen wird (Fig. 7 f, T. 14).

Diese Wölbungsart eignet sich nur für kleinere, bis 4 m lange Spannweiten. Breitere Räume müssen durch Gurten oder Eisenträger in kleinere Felder geteilt werden. Diese Einwölbung geht rasch vor sich und gestattet die Ausführung sehr flacher Gewölbe, wird daher im Hochbau sehr häufig angewendet.

c) Die Ausführung der verschiedenen Gewölbe.

Die jeweilige Anwendung der vorbeschriebenen drei Einwölbungsarten richtet sich nach dem Gewölbematerial, nach der Gewölbeform und nach der Belastung des Gewölbes.

Bei Verwendung von Bruchsteinen und Quadern, dann bei stark belasteten Gewölben und Mauerbögen wird man immer die Kufeneinwölbung anwenden, während bei Verwendung von Ziegeln und bei minder belasteten Gewölben entweder die schwalbenschwanzförmige Einwölbung oder die Einwölbung auf Rutschbögen vorteilhafter sein wird.

Die verschiedenen Gewölbearten können wie folgt ausgeführt werden:

Tonnengewölbe. Diese werden entweder mit Kufeneinwölbung oder bei flachen Bögen auf Rutschbögen, seltener mit Schwalbenschwanzeinwölbung ausgeführt.

Die Mauerbögen, welche nichts anderes sind als kurze Tonnengewölbe, sind nur mit Kufeneinwölbung auszuführen.

Bei geraden Tonnengewölben erfolgt die Einwölbung nach den vorangeführten allgemeinen Regeln.

Bei schiefen Tonnengewölben (Fig. 10, T. 14) müssen die Lagerfugen senkrecht gegen die Stirnflächen und die Stoßfugen senkrecht auf die Lagerfugen gerichtet sein; im übrigen stehen die Fugen normal zur Leibung. Die ersten Wölbsteine bei den Anläufen müssen nach Fig. 10 a, T. 14, entsprechend zugehauen oder die Anläufe nach Fig. 10 b, T. 14, I, II, III usw. stufenförmig und parallel zur Fugenrichtung hergerichtet werden.

Bei steigenden Tonnengewölben (Fig. 11, T. 14) werden die Kämpfersteine I derart zugearbeitet, daß ihre untere Lagerfläche horizontal, die obere aber der Steigerung des Gewölbes entsprechend schief und außerdem radial zur Achse steht. Die Stoßfugenrichtung ist auch hier normal zur Achse. Da die Steine das Bestreben haben, auf der schiefen Ebene herabzugleiten, muß das Gewölbemauerwerk an der unteren Stirnfläche einen genügenden Widerstand vorfinden; dieser wird durch Anordnung einer starken Gurte daselbst, bei anschließenden Gängen außerdem noch durch die Gegenwirkung eines Ganggewölbes hervorgerufen. Steigende Gewölbe sollen daher niemals „offen“ ausgeführt werden. Ist man aber durch Umstände dazu gezwungen, so kann die Tonne am besten nach Fig. 12, T. 14, aus kurzen, stufenförmig angeordneten, horizontalen Gewölbstücken hergestellt werden. Diese kurzen Tonnengewölbe stoßen mit ihren Stirnflächen stumpf und ohne Verband aneinander, bilden sonach eine stufenartig gebrochene Gewölbeleibung.

Bei Ringgewölben (Fig. 13, T. 14) stehen alle Stoßfugen radial zum Kreisring. Die Eingerüstung wird hier etwas schwieriger. Da die Anläufe Bogenlinien sind, können nur kurze Pfetten angewendet werden. Die Lehrbögen werden in kurzen Distanzen radial zum Kreisring gestellt und mit kurzen, nur über zwei Bögen reichenden Brettern verschalt.

Bei scheidrechten Gewölben (Fig. 16, T. 14), welche zumeist nur als Mauerbögen verwendet werden, legt man der Fugenrichtung einen 60gradigen Bogen zugrunde. Die Leibung bekommt aber auch hier einen kleinen Stich, je nach der Spannweite etwa 3—6 cm. Solche Gewölbe sollen nur ausnahmsweise und nur für kleine Spannweiten angewendet werden, weil sie wenig tragfähig sind. Ist man zur Ausführung scheidrechter Gewölbe über breiteren Öffnungen gezwungen, so dürfen sie nicht belastet werden. Aus diesem Grunde kann man z. B. oberhalb separate Entlastungsbögen herstellen (Fig. 16, T. 14) und an diese die scheidrechten Bögen mit einer Eisenkonstruktion aufhängen oder den mittleren Teil nach Fig. 17, T. 14, aus Stein so gestalten, daß er gleichsam den beiden Gewölbschenkeln als gemeinschaftliches Widerlager dient und dann entweder mit einer Eisenkonstruktion an die Entlastungsbögen gehängt wird oder auf einer Steinsäule ruhen kann.

Spitzbogengewölbe erfordern immer einen eigenartigen Schluß, siehe Fig. 15, T. 14. Bis auf eine entsprechende Höhe sind die Fugen radial zu führen, vom Schnittpunkte (x) der letzten radialen Lagerfuge an werden die Fugen für den Schluß radial zum Punkte x geführt oder man macht den ganzen Schluß aus Stein.

Die Gewölbebögen aus Bruchstein (Fig. 18—21, T. 14) sind nach den gleichen Regeln wie Ziegelgewölbe mit Kufenwölbung herzustellen. Die Anlauf- und Schlußsteine müssen besonders sorgfältig zugearbeitet und hiezu die größten und festesten Steine verwendet werden. Die Stirnflächen der Gewölbe dürfen keine Verwicklung der Fugen aufweisen.

Bei geradem, schichtenförmigem Bruchsteinmauerwerk sollen die Wölbsteine am Rücken mit den horizontalen Lager- und vertikalen Stoßfugen des anschließenden geraden Mauerwerkes zusammenfallen (siehe Fig. 18—21 rechte Hälfte); bei anderem Anschlußmauerwerk kann der Rücken, wie die linke Hälfte der Figur zeigt, bogenförmig abschließen.

Das Tonnengewölbe kann auch als Erdbogen zur Übertragung der Mauerlast auf festgelagerte Fundamente (Fig. 22 a, T. 14) oder als umgekehrter Bogen zur gleichmäßigen Verteilung der Mauerlast auf die Fundamentsohle (Fig. 22 b, T. 14) verwendet werden. Für die Ausführung solcher Bögen wird im ersteren Falle die Gewölbeleibung durch den Erdkörper und im letzteren Falle der Gewölberücken durch die unterhalb segmentförmig hergestellte Fundamentmauer unterstützt. Nach Umständen können auch, wie Fig. 22 zeigt, beide Bögen gleichzeitig angeordnet

werden. Die sonstige Ausführung dieser Bögen ist ähnlich der vorbeschriebenen Kufeneinwölbung.

Verstärken der Tonnengewölbe. Im Hochbau werden die Tonnengewölbe gewöhnlich aus Ziegeln in Stärken von $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Stein und zunehmend um $\frac{1}{2}$ Stein bis 2 Steinlängen ausgeführt.

Bei größerer Spannweite und sehr langen Tonnengewölben können schwächer gehaltene Gewölbe durch Gurten verstärkt werden (Fig. 23, T. 14), welche in Entfernungen von 2—4 m angeordnet und entweder über den Gewölberücken oder in der Leibung um $\frac{1}{2}$ Stein vorspringen. Im letzteren Falle müssen diese Gurten sich gegen entsprechende Wandpfeiler stützen, wie in Fig. 23 a, b, c, T. 14. Die Breite der Gurten ist gewöhnlich gleich ihrer Dicke.

Werden die Verstärkungsgurten aus der inneren Leibung hervortretend ausgeführt und zwischen denselben auch noch vorspringende Längsrippen parallel zur Gewölbachse angeordnet, so entsteht das kassettierte Tonnengewölbe. Je nach dem Profil der Rippen können die Kassetten verschiedenartig ausgestattet werden. Bei der Ausführung werden auf die volle Verschalung entsprechend der beabsichtigten Teilung des Gewölbes Holzkörper befestigt, welche die genaue Form der Kassetten haben.

Gewölbe mit gemeinsamen Widerlagern sollen wegen Aufhebung des gegenseitigen Seitendruckes gleichzeitig ausgeführt werden. Ist dies aber nicht tunlich, so muß das zuerst ausgeführte Gewölbe so lange eingeschalt bleiben, bis die Nachbargewölbe ausgeführt sind. Man trachte, bei nebeneinander liegenden Gewölben sowohl die Anläufe als Schlußlinien in gleiche Höhe zu bringen; ist dies nicht möglich, so sollen die Anläufe höchstens 0.60 cm in ihrer Höhenlage differieren (Fig. 30 und 31, T. 13).

Kreuzgewölbe (Fig. 1, T. 15). Kreuzgewölbe können entweder mit der Kufen- oder Schwalbenschwanzeinwölbung ausgeführt werden. In beiden Fällen sind Gratlehrbögen zu konstruieren, welche gedrückte Bögen bilden, deren Spannweite gleich der Diagonale des Raumes *a b*, Fig. 1, T. 15, ist und deren Stichhöhe wegen voraussichtlicher Setzung um $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{40}$ der Diagonallänge höher gemacht wird als die Stichhöhe des normalen Bogens.

Für die Schwalbenschwanzeinwölbung braucht man nur die Gratlehrbögen aufzustellen und die vier Stirnwände vorzureißen oder diese mit Schmatzen zu versehen. Für die Kufeneinwölbung muß aber eine volle Einschalung hergestellt und müssen die normalen Bögen und Bogenteile in entsprechenden Entfernungen an die Gratlehrbögen angeschifftet und alle Bögen durch Ständer ordentlich unterstützt werden.

Für die Kufeneinwölbung sind Bruchsteine oder Ziegel anwendbar, während die Schwalbenschwanzeinwölbung nur mit Ziegeln ausgeführt werden kann. Es können aber auch die Grate aus Quadern ganz unabhängig für sich eingewölbt und die Felder (Kappen) zwischen diesem tragenden Gerippe mit Ziegeln, am besten mit Schwalbenschwanzeinwölbung eingedeckt werden.

Bei der kufenartigen Wölbung (Fig. 7, T. 15) müssen bei Ziegelgewölben die Steine an den Graten, bei der schwalbenschwanzförmigen (Fig. 8, T. 15) an den Stirnseiten zugehauen werden.

Nachdem sich an den Graten der größte Druck äußert, ist für Ziegelgewölbe die schwalbenschwanzförmige Wölbung, bei welcher die Steine am Grate ganz bleiben, zweckmäßiger.

Für alle Fälle werden mit Rücksicht auf die Druckverhältnisse die Gewölbe in den Graten verstärkt, und zwar bei Ziegeln um $\frac{1}{2}$ Stein. Der Verband ist hiebei verschieden, wird aber am häufigsten nach Fig. 8 oder 9, T. 15, ausgeführt.

Werden die Grate ganz unabhängig von den Kappen hergestellt und die Kappen als deckender Teil in das tragende Gerippe eingeschaltet, so sind die Grate aus Quadern (Fig. 10, T. 15) herzustellen und so zu profilieren, daß einerseits gute,

möglichst radiale Anschlüsse für die Kappen geschaffen werden, andererseits der in den inneren Raum vorspringende Teil eine entsprechende Gliederung zeigt. Am Schlusse stützen sich diese Rippen an einen starken, entsprechend profilierten Schlußstein und am Anlaufe gegen starke Gewölbfüßel aus Quadern.

Wird das Kreuzgewölbe über großen Räumen, Kirchen, Vestibülen u. dgl. ausgeführt, so werden diese Räume oft durch Gurten G_1 — G_4 unterteilt, welche auf entsprechend starken Pfeilern P_1 — P_4 Fig. 1, T. 15, ruhen.

Nachdem das Kreuzgewölbe nur Anlaufpunkte hat, so ist zur Schaffung einer genügenden Basis für den Ansatz der Gewölbe die Herstellung der Gewölbfüßel unerläßlich, die entweder nach Fig. 7, 9, 11 oder bei Pfeilern und Gurten nach Fig. 12, T. 15, ausgeführt werden können. Sind die Rippen aber aus Quadern, so sind auch die Gewölbfüßel aus dem gleichen Material herzustellen.

Bei der Schwalbenschwanzeinwölbung wird der Gewölbschluß ohne Rücksicht auf Kappen und Grate nach Fig. 13, T. 15, in quadratischer Form eingesetzt und durch Eintreiben der keilförmigen Steine das Gewölbe verspannt.

Stern gewölbe (Fig. 12, T. 13). Diese sind in ihrer Ausführung den Kreuzgewölben im allgemeinen gleich zu halten. Die Rippen werden zumeist aus leichten Quadern hergestellt und die Kappen aus freier Hand schwalbenschwanzförmig eingewölbt.

Kloster gewölbe (Fig. 3, Taf. 15). Klostergewölbe werden entweder aus Ziegeln oder aus Bruchsteinen ausgeführt und zumeist kufenartig gewölbt. Für flache Gewölbe ist aber auch hier, bei Verwendung von Ziegeln, die Schwalbenschwanzwölbung anzuwenden, doch erfordert dies ein Verhauen der Ziegel an den Widerlagern.

Klostergewölbe haben nur über viereckigen oder überhaupt regelmäßig geformten Räumen ein gutes Aussehen. Sie benötigen auf allen Seiten Widerlagsmauern. Bei niederen Räumen, bei denen die Tür- und Fensteröffnungen in die Gewölbe hineinreichen, ergeben die dann auszuführenden Schildkappen komplizierte Verschneidungen mit dem Klostergewölbe; dies ist ein Nachteil, der gegen die Anwendung dieser Gewölbe spricht.

Die Kehlen bedürfen bei Kufeneinwölbung keiner Verstärkung, sie bilden sich von selbst, wenn man an den Ecken herauswölbt, und darauf achtet, daß die Ziegel gehörig ineinander greifen, so daß dortselbst keine durchlaufende Fuge entsteht. Bei Schwalbenschwanzeinwölbung werden die Kehlen gewöhnlich durch über den Rücken vorspringende Grate verstärkt.

Die Kuppel gewölbe und Kugel gewölbe. Diese werden mit Kufeneinwölbung hergestellt. Die Fugen sind alle radial. Die Eingerüstung entfällt hier ganz. Die Leibung und die Fugenrichtung wird bei Halbkugelgewölben durch eine im Gewölbezentrum angebrachte Latte (Fig. 26, T. 13) angegeben; bei flachen oder überhöhten Kugelgewölben geschieht dies durch einen um die lotrechte Achse drehbaren Lehrbogen.

Da der Schluß des Gewölbes fast horizontal liegt, empfiehlt es sich, den oberen Teil mit einem Ring (Nabel) abzuschließen, welcher aus Werksteinen oder Ziegeln hergestellt werden kann. Manchmal bleibt das Gewölbe oben ganz offen oder es wird eine „Laterne“ darauf gesetzt (Fig. 6, T. 15). In diesem Falle schließt ein offener, kranzförmiger Ring aus Ziegeln oder Steinen das Gewölbe ab und bildet gleichzeitig den Schluß desselben.

Bei großen Gewölben muß man mehrere Lehrbögen aufstellen, eine volle Einschalung ist aber nicht notwendig.

Kuppel gewölbe mit Pendentifs (Fig. 16, T. 13). Ist ein quadratischer oder vielseitiger Raum mit einer Kuppel einzudecken, so bedarf man zum Übergang in die Rundung der Kuppel der sogenannten Pendentifs oder Gewölbezwickel, welche meist aus horizontal gelagerten Steinen durch Überkragung gebildet werden. Die Kuppel wird nach Art eines Kuppelgewölbes ausgeführt.

Ob die Pendentifs unten in einer Spitze endigen oder eine breitere Grundlage erhalten, hängt allein von der architektonischen Ausbildung des Raumes ab.

Als Material kann Ziegel oder Bruchstein oder beides zugleich verwendet werden, und zwar Stein unten und Ziegel oben. Zur Herstellung der Pendentifs werden diagonale Lehrbögen verwendet.

Häufig wird zwischen der Kuppel und den Pendentifs ein vertikaler, zylindrischer oder auch vielseitiger Mauerkörper, der sogenannte Tambour eingeschoben, der gewöhnlich mit Fenstern zur Erleuchtung der Kuppel durchbrochen ist.

Böhmische Platzelgewölbe (Fig. 2, T. 15). Diese können über verschiedenen Grundrißformen ausgeführt werden. Die Einwölbung wird nicht wie bei der Kuppel kufenartig, sondern schwalbenschwanzartig in der Weise hergestellt, daß die Ziegelschichten segmentförmig aus den Ecken nach dem Gewölbscheitel ansteigen und dort entsprechend verspannt werden. Auch hier entfällt die Eingerüstung und es wird die Form des Gewölbes an den Stirnmauern nach den Lehrbögen vorgezeichnet. Nach diesen Linien werden die Anläufe herausgehauen oder gleich mit Anlaufflächen herausgemauert. Die Leibung wird mit leichten Lehrbögen angegeben, indem man einen durchlaufenden Diagonallehrbogen aufstellt, an diesen den zweiten zweiteilig anschließt und bei größeren Räumen dazwischen noch andere Lehrbögen einschaltet, um genügend Anhaltspunkte beim Einwölben zu haben. Es ist ganz gleichgültig, wo diese Lehrbögen angeordnet werden, sie dürfen nur den Maurer bei der Arbeit nicht hindern.

Jede Schichte muß an ihren Enden scharf an die Widerlager passen. Für die Anläufe werden wie beim Kreuzgewölbe in den Ecken Gewölbfüßel gemauert; für wichtige Gewölbe können diese aus Quadern hergestellt werden.

Die böhmischen Platzel eignen sich auch zur Einwölbung von größeren Hallen, Gängen usw., in welchem Falle eine Unterteilung des Raumes mit Gurten wie bei den Kreuzgewölben erfolgen muß (Fig. 2, T. 15).

Der innere Scheitel der Gurten muß wenigstens 8—10 cm unter der Kämpferlinie der Kappen liegen. Bei mehreren nebeneinander liegenden Platzeln sollen sämtliche Scheitelpunkte der Anlaufbögen in einer horizontalen Ebene liegen, desgleichen auch die Scheitelpunkte aller Kuppeln, aus denen die Platzeln geschnitten sind.

Preußische Platzelgewölbe (Fig. 4, T. 15). Diese können in der gleichen Weise wie die böhmischen Platzel auch über verschiedenen Grundrißformen angewendet und schwalbenschwanzartig oder auch auf Rutschbögen gewölbt werden; in letzterem Falle erscheinen die Lagerfugen im Grundrisse etwas mehr segmentförmig. Man kann sich dieses Gewölbe als Tonne mit gekrümmter Achse vorstellen. Die Rutschbögen laufen dann nicht längs Latten, sondern über Bögen (siehe Fig. 28, T. 13).

Zur Ausführung dieser sehr flachen Gewölbe ($\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{12}$ Spannweite als Stich) ist die Grundrißform und gewöhnlich auch die Pfeilhöhe gegeben. Für die Konstruktion der Lehrbögen müssen aus der gegebenen Spannweite und Stichhöhe die notwendigen Radien gesucht werden.

Bei mehreren, nebeneinander liegenden Platzeln sollen wie bei den böhmischen Platzeln alle Scheitelpunkte in einer horizontalen Ebene liegen.

Muldengewölbe. Dieses selten vorkommende Gewölbe wird so wie das Klostergewölbe auf einer vollständigen Eingerüstung hergestellt.

Spiegelgewölbe (Fig. 5, T. 15). Diese zerfallen in den unteren Teil, welcher seiner Entstehung gemäß als Anfang eines Klostergewölbes kufenartig, und in den oberen Teil — Spiegel genannt —, welcher ein scheidrechtes Gewölbe bildet, das am besten schwalbenschwanzförmig aus den Ecken gewölbt wird.

Die Einwölbung geschieht auf einer vollständigen Eingerüstung. Die Solidität dieses Gewölbes hängt hauptsächlich von der sorgfältigen Arbeit und auch von der Bindekraft des Mörtels ab, daher man nur Zementmörtel anwenden soll. Die

Breite des Spiegels soll nicht über 3:50 *m* betragen; bei größeren Breiten wird der Spiegel als stukkaturte Holzdecke oder in Eisenkonstruktion ausgeführt. Der Spiegel erhält $\frac{1}{36}$ der Diagonalen als Pfeilhöhe.

Schilder-, Ohren- oder Stichkappen (Fig. 16, T. 15). Diese werden zumeist als gerade oder konische Tonnengewölbe kufenartig oder auch schwalbenschwanzförmig hergestellt. Sie durchschneiden die Leibung eines Gewölbschenkels entweder in senkrechter oder in schiefer Richtung und können mit Bezug auf das Hauptgewölbe gleich hohe, tiefer oder höher liegende Kämpferlinien haben und entweder horizontal fallend oder auch steigend hergestellt werden.

Sie kommen am häufigsten bei Kellergewölben über den Kellerfenstern vor und zwar stehen sie da gewöhnlich senkrecht auf der Gewölbachse. Sonst werden sie bei verschiedenen Abzweigungen (Gängen, Türen, Nischen u. dgl.) notwendig.

Ihre Ausführung und der Verband ist wie bei Tonnengewölben, nur ist beim Einschneiden in die Leibungsfläche der Hauptgewölbe darauf zu achten, daß ein gehöriger Fugenwechsel stattfindet und beim Verband mit den Hauptgewölben die spitzen Winkel möglichst vermieden werden.

Bei Bruchsteinmauerwerk wird der Verband nach Fig. 16 *a* und *b*, T. 15, so hergestellt, daß in der Gewölbeleibung der Bogen des Schildes wie im geraden Mauerwerk mit regelrechtem Verbande erscheine. Bei Ziegelgewölben mit kufenartiger Einwölbung ist der Verband ähnlich dem mit Bruchstein. Bei der schwalbenschwanzförmigen Einwölbung werden die Schilder entweder nach Fig. 14 *a*, T. 15, im Verbande mit dem Gewölbe hergestellt oder es werden an den Graten (Fig. 14 *b*, T. 15) Verstärkungskränze angebracht, ähnlich wie beim Kreuzgewölbe. Bei Tonnengewölben auf Rutschbögen wird am besten jener Teil der Tonne, wo der Schild einschneidet, und der Schild selbst kufenartig einzuwölben sein (Fig. 15, T. 15).

Konische oder Kegelgewölbe (Fig. 17, T. 15). Diese können aus Bruchsteinen oder Ziegeln nach allen Wölbungsarten hergestellt werden. Bei der kufenartigen Einwölbung sollen die Stoßfugen normal zur Kegelmantelfläche gerichtet und die Lagerfugen zur Kegelachse geneigt liegen. Durch die in der Längsrichtung keilförmig gestalteten Steine ist diese Einwölbung sehr unbequem und wird daher bei minder wichtigen Einwölbungen so ausgeführt, daß man bei den Anläufen die Steine schief zuhaut und so in die Form der geraden Tonne mit steigenden Anläufen übergeht.

Öffnungen in Gewölben. Für Treppen, Aufzüge u. dgl. werden die notwendigen Öffnungen in Gewölben mit kranzartig abschließenden, 1—1½ Stein starken Stützbögen geschlossen. Die Öffnung kann am Schlusse, am Anlaute oder in einer Ecke liegen und dann dementsprechend entweder kreis- oder halbkreis- oder auch linsenförmig abgeschlossen werden. Fig. 18, 19 und 20, T. 15, zeigen einige Beispiele.

d) Gewölbe aus Beton.

Bei komplizierten Gewölbverschneidungen sowie bei Mangel an geeignetem Ziegel- oder Steinmaterial wird es häufig ökonomischer sein, die Gewölbe aus Stampfbeton herzustellen. Hierzu ist eine vollständige und feste Einschalung nötig.

Der Beton soll, wenigstens für größere Gewölbe, aus Portlandzement hergestellt werden, für kleinere Spannweiten und minder wichtige Gewölbe kann man auch Romanzement verwenden.

Niemals soll man ein und dasselbe Gewölbe zum Teile aus Portlandzement- und zum Teile aus Romanzementbeton herstellen, weil zwischen diesen beiden Betongattungen Trennungen entstehen könnten.

Mit der Betonschüttung wird an beiden Anläufen gleichzeitig begonnen, und zwar wird der Beton in 10—20 *cm* hohen Schichten aufgetragen und so gestampft, daß die Schichten möglichst radial zur Gewölbachse liegen, damit eine eventuelle Trennung der einzelnen Schichten nicht schädlich wirken kann.

Der Rücken des Gewölbes oder die gleichzeitig mit dem Gewölbe betonierte Nachmauerung wird nach der erforderlichen Höhe abgeglichen, festgestampft und mit der Latte abgezogen. Bei Gewölben, welche dem Durchdringen des Regenwassers widerstehen sollen, muß gleich nach dem Abziehen des Betons eine 2—4 cm dicke Verputzschicht aus Portlandzement aufgetragen und mit Eisen geglättet oder ein anderer wasserdichter Belag hergestellt werden.

Das Lüften der Keile und Ausrüstung dieser Gewölbe kann natürlich erst nach vollständiger Erhärtung des Betons geschehen (siehe Betonmauerwerk).

e) Gewölbenachmauerung.

Zur Verstärkung der Gewölbe einerseits und zum Ausgleichen der Unebenheiten über den Gewölben andererseits wird in den vertieften Stellen, also bei den Anläufen des Gewölberückens ein *gerades* Mauerwerk, die sogenannte *Nachmauerung*, hergestellt. Die Höhe derselben richtet sich nach dem Zwecke, welchen das Gewölbe zu erfüllen hat. Daß die Nachmauerung zur Verstärkung des Gewölbes im allgemeinen viel beiträgt, erklärt sich aus folgendem:

Wird ein Gewölbe — z. B. Fig. 21, T. 15 — am Scheitel bei *a* vertikal entsprechend stark belastet, so wird es sich an dieser Stelle senken, hiedurch werden die Fugen bei *a* bestrebt sein, sich innen zu öffnen und außen zusammenzuschließen; vom Scheitel *a* gegen die Anläufe wird dieses Bestreben allmählich bis zu den Fugen *b* und *b*₁ abnehmen, die sich in dieser Beziehung neutral verhalten werden. Von *b* und *b*₁ gegen die Anläufe zu werden die Fugen das Bestreben zeigen, sich außen zu öffnen und innen zusammenzuschließen; dieses Bestreben wird sich etwa bei *c* und *c*₁ am stärksten äußern, gegen *d* und *d*₁ jedoch allmählich abnehmen, sich sodann bei *d* und *d*₁ selbst wieder ändern, so daß hier wieder ein Öffnen der Fugen nach innen stattfindend wird. Bei den Fugen *a*, *c* und *c*₁ wird also das Gewölbe unter starker Belastung zu brechen geneigt sein. Dieses Brechen der Gewölbe ist bedingt durch das Ausweichen der einzelnen Gewölbeteile in der Richtung der Pfeile bei *a*, *c* und *c*₁ und es ist klar, daß eine Nachmauerung *N* vermöge ihres Gewichtes diesem Ausweichen entgegenwirkt, demnach zur Verstärkung der Gewölbe beiträgt.

Bei Gewölben mit gewöhnlicher Belastung, wie selbe bei Hochbauten usw. vorkommt, macht man die Nachmauerung etwas über die gefährlichen Fugen *c*, *c*₁ hinaus, am besten bis in die Scheitelhöhe (Fig. 21, T. 15, rechte Seite). Bei stärker belasteten Gewölben, wie bei Brücken usw., wird die Nachmauerung oft bis zum Schlusse und darüber hinausreichen müssen. (Volle Nachmauerung.) Bei Gewölben, welche gleichzeitig dem Durchdringen des Regenwassers widerstehen müssen, wird diese Nachmauerung gleichsam als Dach nach einer oder mehreren Seiten abge-sattelt (Fig. 21, T. 15, linke Seite).

2. Gesimse.

(Tafel 16.)

Gesimse sind Konstruktionsteile, welche mehr oder weniger über das äußere Mauerhaupt frei hervorragen. Ausladung und Gesamtlast solcher Konstruktionsteile müssen zur Verhütung des Herabfallens derselben in einem gewissen Verhältnisse zu den Mauerdimensionen stehen. Die Last, welche das Umkippen und Herabfallen des Gesimses verhindern soll, muß stets entsprechend groß sein, um die nötige Sicherheit zu gewähren. Kann diesem Grundsatz nicht entsprochen werden, wie z. B. bei Krönungsgesimsen, so muß durch eine kräftige Verankerung nach abwärts auch die Last des unterhalb liegenden Mauerwerks zum Tragen herangezogen werden.

Die Gesimse dienen vorzugsweise zur Zierde der Fassadeflächen, aber auch zum Schutze der Fassade vor der direkten Einwirkung der Niederschlagswässer, indem sie das Regenwasser von denselben abhalten. Zu diesem Zwecke erhalten sie

oben eine Abdachungsfläche und meistens auch eine wasserdichte Abdeckung mit Zinkblech u. dgl.

Die Gesimse können aus natürlichen oder künstlichen Werksteinen, aus Ziegeln ohne äußerem Verputz (Rohbau) sowie aus Ziegeln oder Bruchsteinen mit äußerem Verputz hergestellt werden. Unter Umständen macht man Gesimse auch aus Holz oder Metall.

a) Arten der Gesimse.

Je nach der Lage der Gesimse an der Fassade und je nach der Bestimmung unterscheidet man: 1. Sockel- oder Fußgesimse; 2. Gurt-, Band- oder Kordongesimse, auch Fatschen genannt; 3. Haupt-, Kranz- oder Krönungsgesimse; 4. Sohlbankgesimse, Brüstungsgesimse; 5. Verdachungen, und zwar gerade, Giebel- und Bogenverdachungen usw.; 6. Fenster- und Türumrahmungsgesimse.

b) Gliederung und Ausladung.

Die Gliederung der einzelnen Gesimse soll den Grundsätzen der architektonischen Formenlehre entsprechen. Was die Ausladung der Gesimse über das Mauerhaupt anbelangt, soll selbe sowohl zur Gebäudehöhe als auch zu der ganzen Anlage des Gebäudes in einem harmonischen Verhältnisse stehen. Im allgemeinen kann man die Ausladung für Gurtgesimse mit $\frac{1}{13}$ — $\frac{1}{15}$ der Etagenhöhe, für Hauptgesimse mit $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{20}$ der Gebäudehöhe und die Höhe der Gesimse mit $\frac{3}{4}$ — $\frac{5}{4}$ der Ausladung annehmen.

c) Gesimse aus Werksteinen.

Gesimse aus Werksteinen werden nach den in Naturgröße anzufertigenden Profilzeichnungen (Schablonen) vom Steinmetz erzeugt, jene aus künstlichen Werksteinen (Zement) in Formen gegossen. Zur leichteren Einfügung in den Ziegelverband soll ihre Höhe stets ein Vielfaches der Ziegeldicke und ihre Breite ein Vielfaches der Ziegelbreite betragen, ihre Ausladung soll so groß sein, daß ihr Schwerpunkt noch in die Mauer fällt. Die Werksteine werden gleichzeitig mit dem Aufmauern der geraden Mauern versetzt. (Näheres bei Steinmetzarbeiten.)

d) Gesimse aus Ziegeln ohne Verputz (Rohbau).

Bei Ziegelrohbau läßt man die einzelnen Ziegelscharen treppenartig über das Mauerhaupt vorspringen, jedoch so, daß der größere Teil der Ziegel in die Mauer fällt (Fig. 8—12, T. 16). Durch verschiedene Lagen und Färbungen der Ziegel kann man den Gesimsen mannigfaltige Muster geben. Auch kann man zu diesem Zwecke verschieden geformte Ziegel oder Hohlsteine mit Gliederungen verwenden. An den Abdachungsflächen solcher Rohbaugesimse sind die Ziegel gewöhnlich glasiert.

Da die normalen Ziegel verhältnismäßig kurz sind, können den Gesimsen nur kleinere Ausladungen gegeben werden.

Das Auslegen dieser Gesimse geschieht gleichzeitig mit dem Aufführen der geraden Mauern, und zwar so, daß man die betreffenden Ziegelscharen um das erforderliche Maß über das Mauerhaupt hervorragern läßt, dabei aber immer auf einen gehörigen Verband und auf ein genügendes Eingreifen der ausladenden Steine sieht. Es sollen also möglichst viele Binder in den vorspringenden Gesimsflächen angeordnet und die notwendigen Teilsteine nur im Innern der Mauer gelegt werden. Die Mörtelbänder an den Mauerhäuptern werden mit Romazement- oder — besonders bei Abdachungsflächen — mit Portlandzementmörtel verbrämt.

Die Ziegel für Rohbaugesimse sollen möglichst hart und scharfkantig sein. Es finden hiefür auch Profilsteine und größere, hohle Terrakottastücke Verwendung. Letztere sollen ihrer Höhenabmessung nach die doppelte Ziegeldicke nicht überschreiten, eine Wandstärke von 2·5—3 cm besitzen und die Wände mittels Rippen versteift haben.

e) Gesimse aus Ziegeln mit Verputz (gezogene Gesimse).

Bei diesen Gesimsen werden die Ziegel an den Häuptern nach der angegebenen Profilierung annähernd zugehauen (gespränzt), damit dort der Verputz eine gleichmäßigere Dicke erhält. Die einzelnen Scharen werden so weit über das Mauerhaupt vorspringen gelassen, als es die Bildung des betreffenden Gesimses verlangt. Der Vorgang bei dieser Arbeit teilt sich in das **Auslegen** und in das **Ziehen** der Gesimse.

Auslegen. Vorerst wird aus harten Brettern eine Schablone (Fig. 1, T. 16) nach den Hauptumrissen des Profils ausgeschnitten, an den Gliederungen mit einer rein ausgeführten Profilierung aus starkem Eisenblech beschlagen und am oberen und unteren Ende mit einer Führungslatte *a* und *b* versehen. Diese Schablonen (Wagen oder Schlitten, auch Gesimshobel genannt) werden auf eine an der Mauerflucht mit Mauerhaken parallel zum Gesimse befestigte und rein gehobelte Latte *c* (Lattengang genannt) gestellt, mit dem Senkel in die richtige Lage gebracht und danach die zugehauenen Richtungssteine der einzelnen Ziegelscharen an den Gesimsenden so gesetzt — ausgelegt —, daß zwischen denselben und dem Wagen noch zirka 2 cm Zwischenraum für den Verputz bleibt. Mit der Schnur werden dann auf Lattenlänge Richtungssteine und zwischen diesen mit Hilfe der Mauerlatte die übrigen Steine ausgelegt. Auf diese Weise werden alle übrigen Scharen bis zur Bekrönung des Gesimses hergestellt.

Die kleinen, wenig ausladenden Gesimse, z. B. Sockel-, Sohlbank- und Gurtgesimse usw., werden gleichzeitig mit der Aufmauerung des Gebäudes ausgelegt. Die Hauptgesimse mit ihren größeren Ausladungen werden aber erst nach Aufstellung des Dachstuhles ausgelegt, weil sie das Aufziehen der langen Dachhölzer sehr behindern und selbst leicht beschädigt werden könnten.

Das **Ziehen** der Gesimse geschieht gleichzeitig mit dem Verputzen der Mauerflächen, und zwar wird mit dem Hauptgesimse oben begonnen und die Arbeit nach unten fortgesetzt. Zum Ziehen wird am oberen Teile des Gesimses eine zweite, rein gehobelte Führungslatte (*d*, Fig. 1, T. 16) befestigt, auf welcher die obere Führung *a* des Wagens läuft.

Vor dem Ziehen muß probiert werden, ob die Vormauerung zirka 1,5—2 cm von der Schablone absteht, andernfalls muß das stellenweise vorstehende Mauerwerk mit dem Hammer abgeschlagen werden. Das Gesimsmauerwerk wird dann gut abgekehrt, mit der Mörtelpfanne angenäßt und sodann zuerst mit grobem, dünnflüssigem Mörtel beworfen. Hierauf wird der Wagen an einem Ende angesetzt, an die Führungs-latten gedrückt und durchgezogen, so daß dadurch der überflüssige Mörtel abgestreift wird. Nachdem der erste, grobe Anwurf genügend angezogen hat, wird mit etwas dickerem Mörtel ein zweiter Anwurf gemacht und auf dieselbe Weise abgezogen. Wenn auch dieser genügend fest ist, wird die Fläche so oft mit feinem Mörtel beworfen und auf die beschriebene Art durchgezogen, bis alle Glieder rein und die Kanten scharf gezogen erscheinen. Statt reinem Weißkalkmörtel wird es sich, namentlich bei feuchter oder kalter Witterung, empfehlen, rasch bindenden Mörtel und an den Niederschlägen oder sonstiger Feuchtigkeit stark ausgesetzten Teilen verlängerten Portlandzementmörtel zu verwenden. An der oberen Seite der Gesimse wird sodann eine Abdachung mit Teilsteinen gemauert, eben verputzt, und nach dem Trocknen des Mörtels zumeist mit Zinkblech eingedeckt.

Alle Bildhauerarbeiten als: Zahnschnitte, Konsolen, Rosetten u. dgl. werden erst nach dem Ziehen in hiefür ausgesparte Öffnungen eingefügt (versetzt), dabei sollen größere Teile mit eisernen Haken mit dem Mauerwerk fest und unverrückbar verbunden werden. Die Tragsteine der Hauptgesimse, welche die Hängplatte unterstützen, müssen aber schon beim Auslegen der Gesimse in das Mauerwerk versetzt werden. In diesem Falle wird jeder ober und unter den Tragsteinen befindliche Teil des Gesimses für sich separat gezogen.

Nach dem Ziehen der Gesimse werden die Enden derselben sowie alle ein- und ausspringenden Ecken und Gehrungen mit kleinen, oft verschieden geformten Reibbrettern mit feinem, rasch bindenden Mörtel verputzt.

Für größere Gesimsausladungen, bei denen gewöhnliche Ziegel zur Bildung der Hängplatte zu kurz und zu schwach sind, verwendet man Gesimsziegel (Fig. 1, T. 16), welche bis zur Größe von $60 \times 20 \times 12$ cm angefertigt werden, oder rauh bearbeitete Steinplatten. Bei noch größerer Ausladung wird die Hängplatte gewöhnlich mit rein abgestockten Steinplatten ausgelegt und die Sima entweder mit Ziegeln gemauert oder aus starkem, profiliertem Zinkblech hergestellt (Fig. 2 und 3, T. 16).

Bei ausspringenden Ecken muß man selbst bei geringeren Ausladungen Gesimsziegel oder Steinplatten anwenden und letztere durch die ganze Mauerdicke reichen lassen; nur bei kleineren Ausladungen können die ausspringenden Ecken auch mit gewöhnlichen Ziegeln ausgelegt werden, müssen aber dann unter der Hängplatte durch entsprechend eingemauerte Eisenschienen unterstützt werden.

Die Aufmauerung über dem rückwärtigen Teile der Hauptgesimse wird gewöhnlich bis zur Mauerbank oder Fußfette der Dachkonstruktion fortgesetzt (Fig. 1, 2, 3 und 8, T. 16), einerseits als Unterstützung des Dachgehölzes und andererseits zur Belastung der vorspringenden Hängplatte, um ein Umkippen derselben zu verhindern. Auf eine Belastung des Gesimsmauerwerkes durch die Dachkonstruktion darf nicht gerechnet werden, weil im Falle eines Brandes nach Abbrennen des Dachstuhles diese Belastung nicht mehr wirken, daher das Gesimse abstürzen würde.

Um beim Auslegen Gesimsziegel zu ersparen, werden dieselben manchmal mit Zwischenräumen von zirka 27 cm verlegt, nach Fig. 4, T. 16, schräg zugehauen und in diese Zwischenräume gewöhnliche, entsprechend zugehauene Ziegel eingehängt; man nennt diesen Vorgang „Schwalbeln“ (schwalbenschwanzförmiges Zuhauen). Diese Konstruktion ist jedoch weniger zu empfehlen, weil den Gesimsziegeln eine große Last aufgebürdet wird, wodurch ein Abbrechen einzelner Ziegel leicht eintreten kann.

Bei sehr großen Ausladungen läßt man oft stärkere Hängplatten aus sehr festem Stein weiter über das Mauerhaupt vorspringen und verankert sie an der Rückseite mit Eisenschließen nach abwärts in die Mauer (Fig. 3, T. 16). Den vorderen Teil des krönenden Gesimses — die Sima — kann man in diesem Falle aus Zinkblech machen, welches in Entfernungen von 1 m mit eisernen Haken an der Hängeplatte befestigt wird. In diese Sima wird gleich die Dachrinne eingelegt. Bei besonders großen Ausladungen kann man sehr leichte Gesimse aus Zinkblech auf einem tragenden Eisengerippe herstellen (siehe Spenglerarbeiten).

f) Beispiele von Gesimsen.

Die Fig. 6, T. 16, zeigt die linke Hälfte eines Fensters mit Umrahmung, durchlaufender, gerader Sohlbank und anschließender Quadrierung, welche Art häufig im Erdgeschosse angeordnet wird; den unteren Teil schließt ein gemauerter Sockel und den oberen Teil ein Kordongesimse ab. Die rechte Hälfte dieses Fensters (Fig. 7, T. 16) zeigt ein nach dem Stützensystem konstruiertes Beispiel. Die Fensterbrüstung schließt unten an ein Kordongesimse und ist im oberen Teile mit einer durchlaufenden Sohlbank gekrönt. Die Fenstergewände sind mit gemauerten Lisenen ausgebildet, die nur einige Zentimeter über das Mauerhaupt vorspringen. Die Krönung ist aus Architrav, Fries und Kranzgesimse zusammengesetzt, welches letzteres „die Verdachung“ der Fensteröffnung bildet. Die Mauerflächen sind mit Nutungen versehen.

Alle diese Gesimse werden auf die früher beschriebene Art ausgelegt und gezogen. Bevor man aber zum Ziehen schreitet, müssen die geraden Mauerflächen bereits mit dem groben Verputze versehen sein, damit die gezogenen Gesimsflächen durch das Anwerfen von Mörtel nicht verunreinigt werden.

Nur wenig über das Mauerhaupt vorspringende Gesimse, wie Fensterumrahmungen u. dgl., werden meistens gar nicht ausgelegt, sondern nur durch stärker aufzutragenden Verputz gebildet, siehe Schnitt *e f* der Fig. 6, T. 16, manchmal werden nur einige Binder über das Mauerhaupt hervorragend gelassen, welche dann zahnartig in den Verputz eingreifen.

Die für Quadrierungen notwendigen Vertiefungen im Mauerhaupte können nach Fig. 6, T. 16, Schnitt *g h* entweder nach Art I, durch entsprechendes Zuhauen oder nach Art II, durch Zurücksetzen der Ziegel gleichzeitig mit dem Aufführen der Mauern gebildet werden. Die Vertiefungen für Nuten werden gewöhnlich nur im groben Verputze eingeschnitten; für tiefere Nuten müssen aber auch die Ziegel entsprechend ausgestemmt werden (Schnitt *i k*, I und II).

Das Einlegen von entsprechenden Holzstäben an die Stelle der Nut noch vor dem groben Anwurf ist nur bei breiteren Nuten vorteilhaft.

D. Verputz- und Fugarbeiten.

Verputz ist im allgemeinen eine Verkleidung der sichtbaren Mauer- und Deckenflächen mit Mörtel und hat einerseits den Zweck, diesen Flächen ein besseres Aussehen zu geben, andererseits dieselben vor Nässe, schädlichen Witterungseinflüssen u. dgl. zu schützen sowie Umfangswände dicht und warmhaltend zu machen. Letzteres kommt besonders bei Steinmauern in Betracht.

Der äußere Verputz der Mauern hat den Hauptzweck, dieselben vor schädlichen Witterungseinflüssen zu schützen. Quadermauerwerk, das aus wetterbeständigem Materiale besteht, wird in der Regel außen nicht verputzt. Bruchsteinmauerwerk kann einen Außenverputz erhalten, doch haftet derselbe bei diesem im allgemeinen schlecht. Die Steine sollen daher möglichst rauh belassen werden und die Fugen 2—3 *cm* tief offen bleiben, damit der Verputz tief eingreifen kann. Ziegelmauerwerk ist für das Verputzen am besten geeignet, weil viele Fugen vorhanden sind, in die der Verputz eindringt. Am sichersten haftet der Verputz an gut gebrannten, neuen Ziegeln, weil er mit diesen auch in innige, chemische Verbindung tritt. (Bei Verwendung von alten, schon gebrauchten Ziegeln ist das nicht der Fall.)

Im allgemeinen gilt die Regel, je glatter die Mauer und je größer die Steine, desto dünner muß der Verputz aufgetragen werden.

1. Der gewöhnliche, grobe und feine Verputz.

Die gewöhnlichen Verputzarten sind: Der 1·5 *cm* dicke, grobe oder rauhe Verputz und der 0·5 *cm* dicke, feine Verputz, welcher als Unterlage einen rauhen Verputz erfordert.

Eine Mauer soll erst dann verputzt werden, wenn sie ausgetrocknet ist und die Setzung durchgemacht hat, also zirka drei Monate nach Aufmauerung derselben. Nachdem die Temperatur auf die Dauerhaftigkeit des Verputzes einen großen Einfluß hat, da der Mörtel bei großer Hitze zu rasch trocknet und leicht Risse bekommt, bei Frost aber gefriert, somit seine Bindekraft verliert und beim Auftauen abfällt, so soll der Verputz nur zur geeigneten Jahres- eventuell auch Tageszeit ausgeführt werden. Im allgemeinen ist das Frühjahr am besten für die Verputzarbeiten, für Zementmörtelverputz speziell wieder die feuchten und mäßig warmen Morgen- und Abendstunden. Verputz mit Romanzement oder Portlandzement muß vor Sonnenhitze möglichst geschützt werden.

Die zu verputzenden Mauerflächen müssen rein sein und die Mörtelbänder 1—2 *cm* vom Haupte zurückliegen, damit der Mörtel des Anwurfes in die Fugen entsprechend tief eingreift und besser haftet. Unreine, alte Mauern müssen, ehe sie frisch verputzt werden, mit einem harten Besen abgekehrt, eventuell abgekratzt

und mit Ziegeln abgerieben oder auch abgewaschen werden, letzteres namentlich dann, wenn sie infiziert sind. Geschlossene Fugen müssen bis auf 2 cm Tiefe ausgekratzt und, wie die Mauer selbst, gereinigt werden.

Unmittelbar vor dem Auftragen des Verputzes werden die Mauerflächen befeuchtet, damit dem Mörtel nicht zu rasch das Wasser entzogen werde.

Die Herstellung des groben oder rauhen Verputzes geschieht in der Weise, daß ein dünnflüssiger Mörtel aus reinem, reschem Sande und fettem Kalke mit der Mauerkelle scharf an die Mauerfläche angeworfen wird, so daß der Mörtel auch in alle Fugen eindringt. Hat dieser erste Anwurf — auch Spritzanwurf genannt — so weit angezogen, daß er einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht, so wird ein zweiter Anwurf mit etwas dickerem Mörtel ausgeführt und an der Oberfläche mit der Mauerlatte abgezogen.

Um möglichst ebene Verputzflächen zu bekommen, werden zuerst an den Mauerflächen von 2·00 zu 2·00 m Entfernung zirka $\frac{15}{15}$ cm große Mörtelplättchen so aufgetragen, daß ihre Oberflächen in einer Ebene liegen. Diese werden dann mit vertikalen, zirka 15 cm breiten, an der Oberfläche glatt abgezogenen Mörtelstreifen (Lehrstreifen) verbunden, welche, nachdem sie genügend angezogen haben, zur Führung der Latte beim Abziehen der zwischen den Streifen gebliebenen Felder dienen. Bei ausspringenden Ecken wird an der anschließenden Mauerfläche eine Latte mittels Haken so befestigt, daß selbe um die Verputzstärke über die Mauerkante vorragt und so zur Führung der Latte beim Abziehen dienen kann.

Dieser grobe oder raue Verputz ist für sich allein nur für Wandflächen in untergeordneten Räumen (Kellern, Dachböden, Magazinen oder an Feuermauern u. dgl.) geeignet. Gewöhnlich wird auf denselben noch ein feiner Verputz aufgetragen, welcher auf folgende Art ausgeführt wird: Nachdem der grobe Anwurf gut ausgetrocknet ist, wird die Wand mit Wasser befeuchtet und an diese ein dünnflüssiger Mörtel — aus fein gesiebtem Sande und magerem Kalke — angeworfen und mit einem großen „Reibbrett“ (Hobel) abgezogen und glattgestrichen. Hat dieser feine Mörtel so weit angezogen, daß er sich mit dem Finger nicht leicht eindrücken läßt, so wird die Wandfläche mit einem kleineren Reibbrett unter fortwährendem Befeuchten (Anspritzen mittels eines Maurerpinsels) so lange gerieben, bis die Oberfläche eben und glatt ist und sich keine Sprünge mehr bilden.

Wenn man den Kalkmörtelverputz mit einer scharfen Lösung von Eisenvitriol bestreicht, so erhärtet die Oberfläche des Verputzes bald, nimmt eine rostbraune Farbe sowie das Aussehen von Sandstein an und wird wetterbeständiger; das Korn des Verputzes bleibt aber erhalten.

2. Stein-Imitationsverputz.

Durch verschiedenartige Bearbeitung der Oberfläche eines Verputzes kann man demselben ein steinähnliches Aussehen geben. Solche Verputzarten sollen möglichst nur mit Zementmörtel oder wenigstens mit rasch bindendem Weißkalkmörtel hergestellt werden. Man unterscheidet je nach der Herstellungsweise folgende Verputzarten:

a) Den gestuppten oder Stuppverputz, bei welchem die noch weiche Oberfläche des wie früher ausgeführten, aber etwas stärker aufzutragenden Verputzes, mit einem sehr steifen, kurzen Reisigbesen so lange gestuppt wird, bis sie ein rauhes, steinähnliches Aussehen annimmt.

b) Den Spritzanwurf; auf den ersten dünnflüssigen, groben Anwurf wird dünnflüssiger, mit erbsen- bis haselnußgroßem Kies gemengter Zementmörtel einfach scharf angeworfen, ohne mit der Latte abgezogen zu werden.

c) Die Nachahmung rauher Bruch- oder bossierter Steinflächen. Hiefür wird auf den ersten Anwurf ein zweiter, etwas stärkerer Verputz mit dickerem Zementmörtel, aufgetragen. Sobald derselbe angezogen hat, wird mit spitzigen Eisen durch Herausbrechen von Mörtelteilen die Oberfläche

des Verputzes derart rauh gemacht, daß sie das Aussehen von Bruch- oder bossierten Steinflächen erhält. Der hiezu verwendete Sand soll ziemlich gleichmäßig im Korne sein.

d) Die Nachahmung gestockter Steinflächen, indem die Oberfläche des noch weichen Verputzes mit einem Stockhammer derart gedrückt wird, daß hiedurch die entsprechenden Vertiefungen gleich einer gestockten Fläche entstehen.

e) Den Kunststeinverputz. Handelt es sich darum, den Mauerflächen nicht nur ein steinähnliches Aussehen, sondern auch eine dem Steine gleichkommende Festigkeit und Dauerhaftigkeit zu geben, so kann ein Verputz aus Kunststeinmasse hergestellt werden. Diese Masse besteht aus Steinpulver, welches mit einem besonderen Bindemittel zu einer Mörtelmasse vermenget und auf die gereinigten und befeuchteten Mauerflächen wie gewöhnlicher Verputz aufgetragen wird. Sobald dieser Verputz erhärtet ist, wird die Oberfläche desselben vom Steinmetz so wie natürlicher Stein bearbeitet, d. h. die Flächen können rauh bossiert, gestockt oder auch geschliffen werden. Durch solche Verputze können Steinsockel u. dgl. vorteilhaft und billig ersetzt werden.

Die Firmen Schöberl & Birchmann, dann Matscheko & Schrödl, Zelenka & Co. in Wien übernehmen die Herstellung solcher Verputzarbeiten.

f) Den geglätteten Verputz mit Portlandzement. Dieser ist sehr fest, dauerhaft und wasserdicht. Er wird auf folgende Art hergestellt:

Der grobe und feine Verputz mit Portlandzementmörtel wird auf die früher beschriebene Art aufgetragen, der letztere, sobald er etwas angezogen hat, mit kleinen, eisernen Reibrettern oder Glasstäben gerieben, bis eine glatte, schwarze Fläche hervortritt. Der hiezu verwendete Sand muß sehr rein und resch sein.

Geeignete Mischungsverhältnisse von Zement und Sand sind für den groben Verputz 1:3 bis 1:4 und für den feinen 1:2 bis 1:3.

3. Stukkaturverputz.

Dieser dient dazu, um Holzflächen (Zimmerdecken, Plafonds oder Holzwänden) ein mauerartiges Aussehen und einen gewissen Grad von Feuersicherheit zu geben. Die zu verputzenden Holzflächen müssen zur Aufnahme des Verputzes entsprechend vorbereitet werden, d. h. sie müssen mit einer Hacke aufgeraut (gespranzt), eventuell noch mit breitköpfigen Nägeln beschlagen oder verrohrt werden.

Zum Verrohren verwendet man Schilfrohr, ausgeglühten Eisendraht und zirka 3 cm lange Stukkaturnägel. Das ausgewachsene Schilfrohr muß gut getrocknet und abgeschält sein. Beim Verrohren werden zuerst für eine Rohrlänge drei Drahtzüge weitläufig angenagelt, hinter diese die Rohrstengel abwechselnd mit dem Stamm- und Wipfelende eingeschoben, hienach die Halme um ihre Dicke auseinandergerückt und sodann die Drahtzüge auf je 15 cm Entfernung festgenagelt, dazwischen werden die übrigen Drahtzeilen auf 15 cm Entfernung gezogen und auf die gleiche Entfernung genagelt. Die Drahtzeilen müssen immer nach der Längsrichtung der Holzfasern gezogen werden, während das Rohr senkrecht darauf gelegt wird, da sonst der Mörtel nach der Richtung der Holzfasern Risse erhalten würde. Es gibt auch fertige Rohrdecken, die man nur anzunageln braucht.

Ist es notwendig, größere Unebenheiten durch den Verputz auszugleichen, so nimmt man eine doppelte Verrohrung, welche wie die einfache, jedoch mit zwei sich unter 90° kreuzenden Lagen ausgeführt wird.

Statt der Verrohrung können auch gebrannte Tonknöpfe in Form von niedrigen Kegelstützen angewendet werden, welche mit der kleineren Basis in Entfernungen von 8 cm voneinander an die zu verputzende Wand zu nageln sind; eventuell kann man auch trapezförmige Latten mit der schmalen Seite gegen die Wand an die Holzflächen nageln.

Nachdem auf diese Weise die Holzfläche für die Aufnahme des Mörtels vorbereitet ist, wird ein dünner Kalk- oder Gipsmörtel als Spritzanwurf und, nachdem dieser genügend angezogen hat, ein zweiter Anwurf mit etwas konsistenterem Mörtel aufgetragen und entweder mit einer Latte roh abgezogen oder bloß mit dem Hobel glattgestrichen. Nach dem vollständigen Austrocknen dieses groben Anwurfes werden die, besonders im Weißkalkmörtel entstehenden zahlreichen Risse mit dem dritten (feinen) Verputz aus gesiebtem, fettem Mörtel geschlossen.

Bei Plafonds verwendet man, besonders in feuchter Jahreszeit, zumeist Gipsmörtel. Dieser muß dünnflüssig angemacht und schnell verarbeitet werden. Gewöhnlich mischt man Kalk- und Gipsmörtel zusammen, damit die Erhärtung etwas verzögert werde.

Die Plafondbegrenzungen werden zur Vermeidung von scharfen Ixen gewöhnlich mit einer Hohlkehle versehen, so daß der Übergang von der horizontalen Decke zu den vertikalen Wänden allmählich erfolgt.

4. Stuckarbeiten.

Hierher gehört der sogenannte „Stuck“, eine eigentümliche Gattung des Mauerverputzes, mit spiegelnder Oberfläche. Stuck wird bei reich ausgestatteten Räumen angeordnet. Man unterscheidet den Gipsstuck, den Stuckmarmor, Stuckolustro usw.

Zu den Stuckarbeiten zählt man auch die Anfertigung architektonischer Ornamente aus Gips, Zement, Terrakotta usw. und deren Befestigung an Wänden und Decken, endlich die Mosaikarbeiten.

Der Gipsstuck wird aus einem, aus fein gesiebtem Gipsmehl und dünner Leimlösung bereiteten Mörtel erzeugt. Mit diesem Mörtel wird auf der verputzten Fläche eine 5—8 mm starke Schichte aufgetragen, diese dann eben abgezogen, nach teilweiser Eintrocknung abgeschliffen und endlich auf Glanz poliert. Das Abschleifen geschieht unter fortwährendem Nässen mit einem Schwamme, zuerst mit Bimsstein, dann mit rauhem, später mit feinem Grünstein und schließlich mit einem Filzlappen. Dabei müssen eventuelle Risse ausgekratzt und verschmiert werden. Das Polieren erfolgt durch Reiben mit Tuchlappen oder mit Leinenbauschen, die zuerst mit Seifenwasser und nach dem Trocknen des Verputzes mit Leinöl getränkt werden.

Der Stuckmarmor (künstlicher Marmor), welcher das Aussehen von geschliffenen Naturmarmorflächen hat, wird auf folgende Art hergestellt:

Auf die gut gereinigten und austrockneten Mauerflächen oder auf doppelt behohrte Holzflächen wird zuerst ein Gipsmörtelverputz (zur Hälfte aus Gips, zur Hälfte aus grobem Sande mit Leimwasser angemacht) mit rauher Oberfläche aufgetragen und gut austrocknen gelassen. Sodann werden aus feinem Gipsteig, welcher entsprechend gefärbt und geädert wurde, dünne Scheiben geschnitten und diese nach vorherigem Anspritzen des Grundverputzes in denselben dicht aneinanderschließend eingedrückt und mit Eisen glatt gestrichen. Nach dem Abbinden der Gipsmasse wird die Fläche zuerst abgehobelt, sodann mit einem groben Sandstein ganz abgeschliffen und wieder durch einige Tage austrocknen gelassen. Erst dann werden die Flächen mit feinem Grünstein abgeschliffen und je nach Bedarf mit in Leimwasser angemachtem Gipsbrei überpinselt, so daß dadurch alle kleinen Poren und Risse geschlossen werden. Nach jedesmaligem Austrocknen wird dieser Überzug mit immer feineren Steingattungen abgeschliffen und endlich mit Blutstein (Roteisenstein) poliert, wobei die zu schleifenden Flächen mit einem nassen Schwamme wiederholt gereinigt werden müssen. Nach dem vollständigen Austrocknen werden die färbigen Marmorimitationen mit Leinöl getränkt und mit Wachs poliert.

Der *Stuckolustro* wird mit einem Mörtel aus Weißkalk, gepulverten Marmorabfällen (Alabaster) und ungebranntem Gipsstaub erzeugt. Mit diesem durch Farbenbeimengungen entsprechend gefärbten Mörtel wird ein feiner Verputz auf einem rauhen, gewöhnlichen Grundverputz hergestellt. Die noch feuchte Verputzfläche wird sodann mit feinen Pinseln entsprechend bemalt (geadert).

Nach dem Anziehen wird die Fläche mit heißen Eisen gebügelt und nach dem vollständigen Austrocknen mit einer zum Teile aus Wachs hergestellten Politur überzogen.

5. Sgraffito.

Sgraffito ist eine besonders für den künstlerischen Schmuck von Putzflächen geeignete Malerei. Bei derselben wird ein durch Verwendung von schwarzem Sand, Steinkohlenschlacke, Holzkohlenstaub usw. mit gewöhnlichem und hydraulischem Kalke sich ergebender dunkler Putzgrund in vier Schichten aufgetragen. Auf den feuchten, gut geglätteten Putzgrund kommt ein dreimaliger Anstrich mit Kalkmilch, der den schwarzen Grund zu decken hat und zirka 3 mm dick ist. Aus diesem Anstrich werden nun, so lange der Putz noch feucht ist, die gewünschten Zeichnungen herausgekratzt, so daß dieselben sich in dunklen Umrissen abheben.

Durch herausgekratzte Schraffierungen können die Zeichnungen schattiert werden, wodurch sie plastisch erscheinen; man kann aber auch durch Flächenabhebung die Zeichnung dunkel auf hell oder umgekehrt erscheinen lassen.

6. Die Fugarbeiten.

Bei Rohbauten (mit unverputzten Mauerflächen) werden bloß die Fugen mit Mörtel ausgefüllt. Nach der Art der Ausführung unterscheidet man:

a) Das *Fugenverstreichen*, bei welchem der Mörtel mit der Kelle bis in die Mauerflucht aufgetragen und über den Fugen glatt verstrichen wird.

b) Das *Fugenverbänden*, bei welchem über die Fugen ein erhabenes Mörtelband gelegt wird. Dies ist aber nicht zu empfehlen, weil das Mörtelband leicht abfällt.

c) Das *Fugenverbrämen*, bei welchem in die vertiefte Fuge ein zäher, fester Mörtel eingestrichen und mit dem Fugeisen glatt verrieben wird.

Die Fugarbeiten sollen besonders im Freien nur mit Romazement oder Portlandzement ausgeführt werden. Die Fugen müssen vorher ordentlich ausgekratzt, die Mauerflächen mit Besen abgekehrt und mit Wasser bespritzt werden. Bei einem Ziegelrohbau empfiehlt es sich außerdem, die Mauerflächen mit verdünnter Salzsäure zu waschen, wodurch alle Flecken und Ausscheidungen verschwinden. Beim Reinigen der Ziegel muß eine Beschädigung der wetterfesten Oberfläche derselben vermieden werden.

7. Verputz auf Lehmwänden.

Die Lehmwände werden zuerst mit einem möglichst mageren Lehmörtel (mit Zusatz von Häckerling, Flachsabfällen oder Quarzsand), dem etwas Weißkalk zugesetzt werden kann, verputzt; haltbarer wird der Verputz, wenn in den noch weichen Lehmputz kleinere Ziegelplättchen oder poröse Steinchen eingedrückt werden. Nach dem Austrocknen wird ein Kalkmörtelputz, welcher an den Steinchen besser haftet als auf reinem Lehmverputz, aufgetragen und verrieben. Sollen Lehmsteinmauern verputzt werden, so muß man die Lehmsteine schon früher hiezu geeignet machen, indem man dieselben aus magerem Lehm herstellt und die für die Verputzung bestimmten Flächen besandet.

E. Weißen und Färbeln der Verputzflächen.

Verputzte Mauerflächen werden meistens mit Kalkmilch bepinselt, das heißt geweißt. Beim Weißen ist folgendes zu berücksichtigen:

1. Die Kalkmilch darf nicht zu dickflüssig genommen werden, sondern muß die Konsistenz gewöhnlicher Milch haben, weil die trockene Weißung sonst abblättert.

2. Man muß wenigstens zweimal weißen, um eine gleichmäßig gefärbte Fläche zu erhalten. Für das zweite Streichen kann die Lösung etwas dicker sein. Die zweite, eventuell dritte Weißung darf erst dann vorgenommen werden, wenn die vorherige getrocknet ist.

3. Der Kalkmilch ist etwas Lackmus (blauer Farbstoff) oder Frankfurterschwärze beizumengen, um das blendende Weiß einigermaßen zu dämpfen und den gelblichen Stich zu verhindern.

4. Für alle bereits öfters geweißten Flächen soll der Kalkmilch etwas gesiebter Sand beigemischt werden, um die Haltbarkeit zu erhöhen.

5. Alte, schon mehrmals geweißte Wände müssen vor dem Weißen gut abgekratzt werden. Dadurch wird die obere, lockere Kalkschicht entfernt und ein späteres Abblättern verhindert.

6. Vom Rauch gelb gewordene Flächen werden mit einer mit Frankfurterschwärze und etwas Asche zubereiteten Kalkmilch überzogen, um die gelbliche oder rötliche Farbe zu decken.

Für die Färbung setzt man der Kalkmilch die notwendigen Erdfarben zu, welche 1—2 Tage vorher im Wasser aufgelöst werden. Man soll immer eine hinreichende Menge Farbe anmachen, da man sonst nur schwer den gleichen Farbenton wieder erhält.

Die Weißung oder Färbung darf nur auf vollkommen ausgetrocknetem Verputz und nur bei trockener, warmer Witterung vorgenommen werden.

Kleinere Verputzausbesserungen an alten Zimmerwänden sollen mit Gipsmörtel bewirkt werden, weil Weißkalkmörtel bei dem Austrocknen reißt, weiters die eventuell aufgetragenen Farben meist zersetzt, so daß in der Färbung oder in der Malerei dauernde Flecken bleiben.

Zur Erhöhung der Haltbarkeit bei Fassadefärbungen wird der Kalkmilch oft etwas Leinöl beigemischt.

Für Färbungen in geschlossenen Räumen nimmt man statt Weißkalk häufig „Pfeifenton“, welcher mit dünnem Leimwasser vermischt wird. Bei noch feuchten oder der Witterung ausgesetzten Wänden, an denen das Leimwasser nicht hält, kann dem Pfeifenton 15% Harz und 1% Terpentin beigemischt werden.

Von den Freiherr Brennerschen Industrialien in Gainfahn (Depot: Wien, I. Hoher Markt 3) wird als Zusatz für Kalkanstriche Pinol offeriert. Es ist dies ein dickflüssiges Gemenge von Natronharzseife mit in Terpentinöl aufgelöstem Harz. Zum Gebrauche wird eine Mischung (1 : 3) mit Wasser hergestellt und entweder zum Grundieren der Wandflächen oder als Zusatz zur Kalkmilch oder zu Zimmermalernfarben verwendet. Die Wirkung des Pinols kommt jener des Leimes bei Zimmermalernarbeiten gleich, weil es die Haltbarkeit der Farben an den Flächen erhöht. Pinol soll auch Ungeziefer in alten Wohnungen vertilgen. Zu diesem Zwecke sind die Wandflächen und Plafonds nach vorhergegangener Reinigung mit einer Mischung von $\frac{1}{4}$ Teil Pinol und $\frac{3}{4}$ Teil Wasser anzustreichen. Natürlich müssen auch die Fußböden, welche vom Ungeziefer verunreinigt sind, ebenso behandelt werden. Auch als Desinfektionsmittel soll Pinol verwendbar sein.

Zum Weißen und Färbeln kann man auch Anstreichmaschinen verwenden. Das Prinzip eines solchen Apparates besteht im

allgemeinen darin, daß mit einer Pumpe die streichfertige Tünche durch ein entsprechend langes Rohr in einen Zerstäuber gepreßt wird, aus welchem die Tünche in fein verteilten, äußerst dünnen Strahlen unter hohem Druck auf die Anstrichfläche getrieben wird. Es erfolgt also nicht ein Bestreichen, sondern ein Bespritzen der zu tünchenden Fläche, was wohl eine sehr rasche Arbeitsleistung gewährleistet, aber auch eine sorgfältige Führung des Zerstäubers erfordert, damit die Fläche ganz gleichmäßig mit der Tünche bespritzt werde. Selbstredend muß die Fläche vorher gereinigt, eventuell auch abgekratzt werden.

Bei Verwendung eines langen Bambusrohres kann man ohne Gerüstung und ohne Leitern bis auf 10 m Höhe die Anstrichflächen bespritzen.

Derartige Maschinen werden von der Firma Franz Nechvile in Wien, V/1 Margaretenstraße 98, geliefert.

F. Maurerarbeiten bei Frostwetter.

Ist man genötigt, bei Frostwetter Maurerarbeiten auszuführen, so müssen dazu absaugende, also trockene und auch frostfeste Ziegel oder Steine verwendet werden; der hydraulische Mörtel ist in kleinen Portionen mit möglichst wenig, aber vorgewärmtem Wasser (wenn möglich auch vorgewärmtem Sande), mit Romanzement oder besser Portlandzement und einem Zusatze von Soda (siehe frostsicherer Mörtel) anzumachen und sogleich zu verwenden; bei Betonarbeiten ist es vorteilhaft, auch den Schotter vorzuwärmen. Das Vorwärmen der Materialien beschleunigt das Abbinden des Mörtels; selbst die Siedetemperatur des Wassers ist dem Zemente nicht schädlich. Hat er einmal abgebunden, so ist sogar starker Frost ohne Nachteil für ihn. Tritt der Frost während des Abbindens ein, so ist derselbe nur dann schädlich, wenn der Mörtel mehr Wasser enthält, als er zum Abbinden braucht, weil das gefrierende Wasser den Zementkörper auseinandertreibt.

Man kann also unter Beobachtung der angegebenen Maßregeln selbst bis zu einer Temperatur von -20° C Mauerwerks- oder Betonarbeiten ausführen, ohne daß durch die Einwirkung der Kälte die Festigkeit der ausgeführten Objekte beeinträchtigt wird. Äußere Verputzarbeiten, insbesondere das Verreiben und Glätten des Verputzes, dürfen jedoch bei Frostwetter nicht vorgenommen werden.

Bei sehr starkem Froste (unter -20° C) sollen die ausgeführten Mauer- oder Betonkörper, wenigstens auf die Dauer des Abbindens, durch eine provisorische Umhüllung mit Stroh, Laub, Sand u. dgl. vor der direkten Einwirkung des Frostes geschützt werden.

Die Anwendung von ungelöschtem Kalk als Bindemittel des Mörtels oder als Zusatz zum Zementmörtel gestattet ebenfalls die Ausführung von Maurerarbeiten selbst bei strenger Kälte. Der mit ungelöschtem Kalk bereitete Mörtel darf aber nur in geringen Mengen, unmittelbar vor dem Gebrauche zusammengemischt werden; niedere Temperaturen erfordern stets eine größere Menge von ungelöschtem Kalk. Die Verarbeitung des Mörtels muß so rasch erfolgen, daß die durch das Ablöschen des Kalkes erzeugte Wärme nicht vor seiner Verwendung verloren geht.

Bei jeder Mauerung im Winter muß sowohl das zu verarbeitende Material als auch die oberste Schichte der Mauern vor der direkten Einwirkung des Frostes und der Niederschläge geschützt werden.

Nach Erfahrungen kann behauptet werden, daß der verlängerte Portlandzementmörtel der Einwirkung des Frostes besser widersteht als reiner Romanzementmörtel; die Anwendung von Portlandzement wird sich also nicht nur zweckmäßiger, sondern meistens auch ökonomischer erweisen.

G. Maueröffnungen.

(Tafel 17 und 18.)

Die in den Wänden eines Gebäudes notwendigen Fenster-, Tür- und sonstigen Öffnungen werden je nach ihrer Bestimmung verschiedenartig konstruiert.

Die zum Verschließen einzurichtenden Öffnungen erhalten gewöhnlich eine steinerne, hölzerne oder eiserne Verkleidung (Gewände, Stöcke), an welche die Fenster- und Türflügel usw. anschließen. Das Versetzen dieser Stöcke, d. h. das Verbinden derselben mit dem Mauerwerke kann entweder gleichzeitig mit der Aufmauerung des Gebäudes vorgenommen werden oder erst später, wenn das Gebäude eingedeckt ist. Bei letzterer Art haben die Stöcke von den unvermeidlichen Setzungen und vom Regen nicht so zu leiden wie bei ersterer Art.

Sind die Stöcke gleichzeitig mit der Mauerung zu versetzen, so werden sie auf das abgegliche Mauerwerk gestellt, durch Unterlegen von Ziegeln und Holzkeilen in die richtige Lage gebracht und mit Latten und Brettern provisorisch festgehalten. Die Einmauerung der Stöcke wird sodann unter Einhaltung der Verbandregeln für Mauerendungen bewirkt.

Bei nachträglich zu versetzenden Stöcken wird in den Mauern auf die Breite der Stöcke eine Verschmätzung frei gelassen, welche ein festes Anschließen der später zu versetzenden Stöcke gestattet.

Bei Maueröffnungen ohne Gewände (Stöcke) erfolgt die Herstellung der Umrahmung wie bei Mauerendungen.

Die Überdeckung von Maueröffnungen richtet sich nach der Breite derselben. Schmale Öffnungen werden einfach mit Steinplatten oder Ziegeln nach Fig. 1, T. 17, horizontal überdeckt; breitere können nach Fig. 2 und 3, T. 17, durch Überkragung oder Spreizung, am besten aber durch Einwölben nach Fig. 4, T. 17, überdeckt werden. Sehr breite Öffnungen müssen aber immer mit Gewölben oder mittels eiserner Träger und dazwischen gelegtem Mauerwerk (Fig. 5, T. 17) überdeckt werden.

Die Anordnung, Größe und sonstige Einrichtung der Maueröffnungen ist nach dem Zwecke, welchem sie dienen sollen, sehr verschieden.

1. Die Fenster.

(Tafel 17.)

Fenster sollen grundsätzlich nur an den ins Freie führenden Außenmauern angeordnet werden; ist man aber gezwungen, Fenster in den inneren Mauern gegen einen Gang oder einen Vorraum anzuordnen, so sollen sie womöglich Außenfenstern unmittelbar gegenüberliegen.

Die Größe und Anzahl der Fenster wird zumeist durch die Größe der zu beleuchtenden Räume selbst bestimmt, muß aber auch der Außenarchitektur der Gebäude entsprechen. Die Höhe und Breite des Stockes (innere Lichte) nennt man die „Stocklichte“ und die daraus resultierende Fläche die „Lichtfläche“.

Die für einen Raum erforderliche Lichtfläche wird gewöhnlich im Verhältnis zur Fußbodenfläche bestimmt. Für Wohnräume u. dgl. Räume fordert man im allgemeinen $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ der Zimmergrundfläche, für Stallungen $\frac{1}{12}$ der Bodenfläche.

Die gefälligste Form der Fenster ist die eines Rechteckes, dessen Höhe annähernd gleich der doppelten Breite ist. Im oberen Teile segment- oder halbkreisförmig abgeschlossene Fenster werden wegen schlechter Lichtverteilung und wegen komplizierter Konstruktion seltener angeordnet.

Für Wohnräume u. dgl. werden die gewöhnlichen Fenster zumeist 0·90—1·20 m breit und 1·80—2·40 m hoch gemacht und mit nach einer oder nach beiden Seiten aufzuschlagenden Fensterflügeln versehen. Breitere Fenster müssen drei- oder mehrteilig angeordnet werden. Das zwischen zwei Fenstern liegende Mauerwerk, Fensterpfeiler genannt, soll womöglich breiter als die Fenster selbst sein.

Die Fenster der verschiedenen Stockwerke sollen vertikal übereinander liegen.

Die Teile eines Fensterstockes (Fig. 6, T. 17) haben folgende Benennung:

α) Fenstersohlbank, β) Wandstück oder Seitenteil, γ) Fenstersturz und δ) Vorköpfe oder Ohren. Der Mauerteil zwischen Fußboden und Sohlbank heißt Fensterbrüstung oder Parapet, der Gewölbbogen ober dem Fenstersturz heißt Sturz- oder Ramenabogen, die Verbreiterung der Maueröffnung nach innen heißt Spalettierung.

Die Fenstersohlbank legt man gewöhnlich zirka 0.85 m über den Fußboden. Der Fenstersturz soll möglichst nahe der Geschoßdecke angeordnet werden. Bei gewölbtem Sturzbogen wird der Fenstersturz meistens 0.50 m unter der Zimmerdecke liegen müssen, während bei einer Überdeckung mit Eisenträgern der Fenstersturz nur um die Trägerhöhe von der Deckenkonstruktion abzustehen braucht.

a) Nach außen aufgehende Fenster.

Bei diesen können die äußeren Fensterflügel nur nach außen geöffnet werden, haben daher unter den Witterungseinflüssen stark zu leiden.

Die Detailkonstruktion dieser Fenster erfolgt häufig nach der in Fig. 6 a, b, c, d und e, T. 17, angedeuteten Weise.

Der Fensterstock wird vorteilhaft aus $\frac{5}{15}\text{ cm}$ starkem Kiefern- oder Lärchenholz erzeugt und auf den inneren drei Seiten gehobelt.

Bei nachträglichem Versetzen der Fensterstöcke wird das Mauerwerk neben den Wandstücken bis zum Sturze aufgeführt, und zwar so, daß es auf jeder Seite um 7.5 cm von der Stocklichte absteht. Außerdem wird auf die Höhe des Fensters eine 15 cm breite und 7.5 cm tiefe Schmatzung zum Versetzen des Fensterstockes offen gelassen. Diese Zurückschmatzung hat beim Parapet die Breite der später herzustellenden Parapetmauer; 7.5 cm über der lichten Fensterhöhe beginnt der Anlauf des Sturzbogens, welcher als scheidrechter Bogen oder als $30\text{--}60$ gradiger Bogen ausgeführt wird.

Beim Versetzen wird der Fensterstock in die Öffnung geschoben, in die richtige Höhe und in die Verputzfläche der Außenseite gestellt, hierauf mit $\frac{1}{4}$ Ziegeln die Schmatzung derart ausgemauert, daß das Mauerwerk fest an den Stock anschließt und diesen festhält. Bei großen Fenstern empfiehlt es sich, den Stock außerdem an vier Stellen mit eisernen Klammern in das Mauerwerk zu verankern. Die Fensterbrüstung wird sodann aufgemauert und der segmentförmige Teil ober dem Sturze als gerades Mauerwerk ausgeführt, wenn nicht — was jedenfalls vorzuziehen ist — der Sturzbogen scheidrecht aufgeführt wurde. Die Mauerflächen werden sodann, anschließend an den Stock, verputzt und die Fuge zwischen Holz und Mauerwerk mit einer Falz- oder Zierverkleidung gedeckt, welche aber gewöhnlich schon vor dem Versetzen des Stockes an diesen festgenagelt wird (Fig. 6 e, T. 17).

Statt der hölzernen, können auch steinerne Fensterstöcke verwendet werden, deren Teile zumeist einen quadratischen Querschnitt von $\frac{1}{6}\text{--}\frac{1}{8}$ der Fensterbreite erhalten (Fig. 11 a, b, c und d, T. 17). Die Wandstücke greifen hier mit einem Falz etwa 2 cm in die Sohlbank und in den Sturz ein; die Vorköpfe entfallen ganz. Die Versetzung dieser Stöcke geschieht stückweise, indem zuerst die Sohlbank auf die gemauerte Brüstung so gelegt wird, daß sie einerseits horizontal liegt und andererseits nur an beiden Enden unterstützt ist, in der Mitte aber hohl liegt; sodann werden die beiden Seitenteile lotrecht aufgestellt und schließlich wird der Sturz wagrecht darüber gelegt.

Bei steinernen Stöcken müssen sowohl der Sturz als auch die Sohlbank vor jeder Beanspruchung auf Biegung sorgfältig bewahrt werden, weshalb zwischen dem Sturze und dem in der Leibung jedenfalls scheidrecht herzustellenden Bogen, dann zwischen der Sohlbank und der Fensterbrüstung ein kleiner Zwischenraum

(von zirka 2 cm) zu belassen ist, welcher beiderseits an den Mauerflächen verputzt wird. Die Stoßfugen zwischen den einzelnen Stockteilen werden gewöhnlich mit gelöschtem Weißkalk ausgefüllt.

Zur Aufnahme der inneren Fensterflügel wird häufig an den Stock ein Holzrahmen befestigt, welcher entweder mit Holzschrauben nach Fig. 11 d, T. 17, an eingegipsten Holzklötzchen festgeschraubt oder nach Fig. 11 e, rechte Seite, an eingegossenen Steinschrauben mit Schraubenmuttern festgehalten wird.

b) Nach innen aufgehende Fenster.

Bei dieser in besseren Neubauten fast ausschließlich angewendeten Fensterkonstruktion wird der vollständig beschlagene Stock 15 cm von der äußeren Mauerflucht nach einwärts versetzt, so daß er gegen die Witterung besser geschützt ist (Fig. 7 a bis f, T. 17). Die Mauerschmatzen des zum Versetzen des Stockes bestimmten Mauerteiles werden nach der früher beschriebenen Art ausgeführt, während der 15 cm breite, äußere Mauerteil so gemauert wird, daß derselbe etwa 2 cm über die äußere Kante des von innen zu versetzenden Stockes vorspringt, wodurch das Herausfallen des Stockes verhindert wird. An der inneren Seite wird eine etwa 7½ cm zurückspringende Spalettierung angelegt (Fig. 7 f, T. 17), welche das Anmauern an den Stock in den Mauerschmatzen gestattet. Häufig wird aber diese Spalettierung auch weggelassen und der Stock nach Fig. 7 e, T. 17, ohne Mauerschmatzen in die Öffnung versetzt. Diese Ausführung ist zwar einfacher, aber es kann, nachdem die Schmatzen fehlen, an den Stock nicht angemauert werden, so daß zwischen dem Stocke und dem Mauerwerk immer nachteilige Hohlräume bleiben. Manchmal läßt man die Mauerschmatzen bis zum äußeren Mauerhaupte reichen und vermauert diese Schmatzen mit Kopfstücken von der Außenseite des Gebäudes.

Bei besser ausgestatteten Fenstern wird manchmal statt des einfachen ein Doppelstock mit Futter angeordnet, wie dies Fig. 8, T. 17, im Grundriß zeigt. Bei einer derartigen oder ähnlichen Konstruktion wird zuerst der Doppelstock mit dem Futter versetzt, an diesen angemauert und hierauf an den inneren Stock eine Deckverkleidung *v* festgenagelt oder eine Spalettverkleidung angeschlossen.

Bei den nach innen aufgehenden Fenstern soll der Sturzbogen im äußeren Teile eine scheinrechte Leibung erhalten.

Für die Fensterrouleaux werden im Sturzbogen oft Vertiefungen, sogenannte Rouleauxnischen (am häufigsten bei runden Oberflügeln) hergestellt und mit Holz verkleidet.

c) Spalettierung und Fensterbrett.

Die Spalettierung wird gewöhnlich verputzt und nur bei besserer Ausstattung mit einer Holzvertäfelung verkleidet. Im Erdgeschosse werden manchmal mit der Spalettverkleidung auch Spalettläden verbunden, siehe Tischlerarbeiten.

Die Parapetmauer erhält eine Abdeckung mit einem 2—3 cm dicken Fensterbrett (Fig. 6 c, T. 17), welches mit einer Feder in eine Nut der Fenstersohlbank eingreift und über die innere Mauerflucht etwa 2 cm vorspringt. Bei nach innen aufgehenden Fenstern und 30 cm dicker Parapetmauer ist das Fensterbrett nicht untermauert (Fig. 7 c, T. 17), sondern steckt an den beiden Enden im Verputz und wird von diesem festgehalten. Bei großen und breiten Fensterbrettern wird jedoch außerdem noch an beiden Seiten eine Befestigung mit Bankeisen und eine stärkere Dimensionierung des Fensterbrettes, eventuell unter demselben eine Verstärkungsleiste nötig sein.

d) Eiserne Fensterflügel.

In allen jenen Räumen, in denen das Holz durch Feuchtigkeit zu sehr leiden würde, ist es zweckmäßig, sowohl die Fensterflügel als auch die Rahmen aus Eisen herzustellen, jedoch gut anzustreichen.

Derartige Rahmen werden meistens aus Winkelseisen erzeugt und mit Prätzen bündig in das Mauerwerk versetzt (Fig. 13, T. 17). Der Raum zwischen Rahmen und Mauerwerk wird mit gutem Zementmörtel voll ausgefüllt. Die Flügel sind zumeist aus Fassoneisen gefertigt (siehe Schlosserarbeiten, T. 62 und 63).

e) Fenster ohne Stock.

Kleine, untergeordnete Fenster können auch ohne Stock hergestellt werden und wird dann an die Spalettierung ein Holzrahmen in derselben Weise, wie dies beim steinernen Stocke beschrieben wurde, festgeschraubt oder mittels Bankeisen befestigt, an den die Fensterflügel in einen Falz anschließen. Bei runden und halbkreisförmigen Fenstern wird diese Anordnung am häufigsten angewendet.

f) Gekuppelte Fenster.

Wenn Fenster mit ihren Gewänden unmittelbar aneinander schließen oder durch ein Mittelstück aus Holz oder Stein oder nur durch einen schwachen Mauerpfeiler voneinander getrennt sind, so nennt man sie „gekuppelte Fenster“. Der Gurtbogen wird in diesem Falle über beide Öffnungen gemeinschaftlich gespannt (siehe Fig. 17, T. 14). Gewöhnlich wird derselbe in einfacher und zweckmäßiger Weise durch eiserne Träger oder Beton ersetzt. Ist der Mauerkörper, welcher die beiden Fenster trennt, genügend tragfähig hergestellt, so kann er auch als gemeinschaftliches Widerlager für geteilte Gurtbögen dienen. Die sonstige Konstruktion für derartige Fenster ist gleich jener, wie bei den einfachen Fenstern.

g) Fensterflügel.

Die Fensteröffnungen werden durch verglaste, einfache oder doppelt angeordnete Fensterflügel geschlossen. Für unbeheizte Räume, Gänge, Stiegen, Aborte, Magazine usw. genügen in den meisten Fällen nur äußere Fensterflügel, für beheizte Räume müssen aber doppelte Flügel angeordnet sein. Statt der äußeren, verglasten Fensterflügel werden in südlichen Gegenden oft Flügel mit Jalousien angeordnet, welche im Winter durch verglaste Fensterflügel ersetzt werden können.

h) Kellerfenster.

Bei unterkellerten Gebäuden müssen im Sockel auch Fenster angeordnet werden, deren Verteilung gewöhnlich nach den Fensterachsen der Geschosse erfolgt. Die Größe dieser Fenster hängt zumeist von der Sockelhöhe, von der Höhe des Fußbodens über dem Bauhorizont und von der Bestimmung der Keller ab.

Kellerfenster können an der Außenseite entweder mit einem steinernen Stocke ausgekleidet oder bloß mit einem Anschlag gemauert sein. Gegen innen muß die Fensteröffnung so erweitert werden, daß die Lichtstrahlen den Kellerraum möglichst gleichmäßig erhellen können. Oben wird die Öffnung meistens von einem fallenden, in das Kellergewölbe eingreifenden Gewölbeschilder überdeckt.

Die Sohlbank der Kellerfenster soll mindestens 10 cm über dem Außenterrain liegen, die Gewölbstärke des Schildes mindestens 15 cm betragen und so angeordnet werden, daß der Rücken desselben mit einer mindestens 8 cm hohen Schuttlage bedeckt werden kann.

Bei 0·65 m über dem Bauhorizont liegendem Fußboden des Erdgeschosses wird daher die Fensteröffnung nicht höher als 0·30 m gemacht werden können (Fig. 9, T. 17).

Die Breite der Kellerfenster kann je nach der erforderlichen Lichtfläche bis zur doppelten Höhe betragen.

Für Wirtschaftskeller und Depoträume wird diese Fenstergröße im allgemeinen genügen, für Waschküchen, Duschlokale u. dgl. jedoch mit Rücksicht auf die notwendige Beleuchtung nicht hinreichen. Für solche Räume müssen also größere

Fenster angeordnet werden. Dies erreicht man entweder durch Höherlegen des Sturzes oder Tieferlegen der Sohlbank. Im ersteren Falle muß häufig die Parapetmauer im Erdgeschoße voll, d. h. gleich der Mauerstärke gemacht werden; der Fenstersturz kann dann so hoch gehoben werden, daß der Rücken des Schildes noch zirka 8 *cm* mit Schutt bedeckt werden kann, siehe Fig. 10, T. 17. Im letzteren Falle muß vor dem Fenster ein kleiner Schacht (Lichtschacht), wie z. B. in Fig. 12, T. 17, angelegt werden. Dieser Lichtschacht wird entweder mit Glas abgedeckt oder nur mit einem Stangengitter verschlossen, dann muß aber die Sohle des Schachtes nach außen fallend gemacht und das Niederschlagswasser durch ein Rohr abgeleitet werden.

Für mehrere in einer Front liegende Fenster kann man einen durchlaufenden Schacht anlegen, so daß vor dem Gebäude eine Art Graben (Lichtgraben) entsteht, welcher gleichzeitig das Kellermauerwerk gegen Eindringen der seitlichen Erdfeuchtigkeit schützt. Dieser Graben kann entweder mit Glas abgedeckt werden oder offen bleiben, muß aber im letzteren Falle eine entsprechende Entwässerung erhalten.

Der Verschluß der Kellerfenster erfolgt bei Depoträumen bloß mit durchbrochenen, eisenblechernen Flügeln; bei Räumen, die eine Beleuchtung erfordern (z. B. Waschküchen), mit verglasten Fensterflügeln aus Fassoneisen.

Ist man gezwungen, unterhalb einer Eingangstür mit vorgelegten Stiegenstufen ein Kellerfenster anzubringen, so kann dies nach Fig. 14, T. 17, mit einem vor die Stufen gelegten Lichtschachte geschehen, welcher mit dem Kellerraume durch eine möglichst große Öffnung in der Hauptmauer verbunden ist. Dieser Schacht wird entweder bloß mit einem Eisengitter oder mit einem mit starkem Gußglas verglasten Eisenrahmen geschlossen. Derartige Gitter werden in einen steinernen oder betonierten Schachtsockel entweder fix oder abnehmbar versetzt.

Fensteröffnungen der unteren Geschosse sollen bei Kanzleien, Magazinen, bei in Gängen ausmündenden Wohnräumen u. dgl. auch einbruchssicher, d. h. mit eisernen Stangengittern geschlossen werden. Bei Magazinen werden aus Sicherheitsrücksichten außerdem noch Drahtgitter angebracht, welche so befestigt werden müssen, daß sie das Öffnen der Fensterflügel nicht hindern.

Zum Schutze gegen Feuersgefahr werden bei Magazinen die äußeren Fensterflügel durch eiserne Fensterläden ersetzt; in diesem Falle dürfen natürlich auch nur steinerne oder eiserne Fensterstöcke angewendet werden.

2. Die Türen und Tore.

(Tafel 18.)

Türen vermitteln die Verbindung der Räume untereinander. Sie müssen so angelegt werden, daß einerseits der freie Eintritt in die Räume nicht gestört wird und andererseits in den Räumen möglichst große Wandflächen zum Aufstellen der Einrichtung und der Öfen verfügbar bleiben. Sie sollen demnach 0·80—1·00 *m* von den Raumecken abstehen, wenn nicht andere Umstände die Lage derselben bestimmen, so z. B. ist dem Auflager der eisernen Deckenträger möglichst auszuweichen und sind Glastüren womöglich gegenüber von Fenstern anzuordnen.

Die Größe der Türen ist abhängig von der Art der Frequenz und von der Größe und Bestimmung des Raumes. Haustüren macht man gewöhnlich 1·30—1·60 *m*, Wohnungstüren 0·95—1·20 *m*, Türen für untergeordnete Räume, Aborte u. dgl. zumeist unter 0·95, selbst bloß 0·65 *m* breit und gibt ihnen zur Höhe etwas mehr wie die doppelte Breite.

Bis zur Breite von 1·10 *m* sollen die Türen nur einflügelig, über 1·10 *m* Breite immer zweiflügelig, und zwar entweder mit gleich breiten oder mit ungleich breiten Flügeln hergestellt werden, in welchem letzterem Falle der breitere Flügel zum Öffnen eingerichtet wird.

Türen mit angeschlossenen Oberlichtern werden mit Rücksicht auf die notwendige Beleuchtung und die Geschoßhöhe dimensioniert, die Türe selbst wird dabei zumeist etwas niedriger (zirka 2·2 m) gehalten, damit die Oberlichte möglichst groß ausfallen.

Die Türöffnungen erhalten gewöhnlich einen einfachen Verschuß mit Türflügeln, nur bei direkt ins Freie oder auf einen kalten Gang führenden Türöffnungen oder wegen Schalldämpfung werden manchmal Doppeltüren angewendet; es können aber auch bei solchen Türen inner- oder außerhalb des Raumes Windfänge, das sind gedeckte Ein- oder Vorbauten aus Glas- oder Holzwänden mit einer Türe angeordnet werden.

Die Herstellung der Türöffnungen geschieht ähnlich jener der Fensteröffnungen. Der untere Teil des Türstockes oder des Türgewändes heißt „Schwelle“, die seitlichen Bekleidungen heißen „Seitenteile“ oder „Wandstücke“ und der obere Teil der „Türsturz“.

Im Innern der Gebäude verwendet man vorteilhaft 5/15 oder 8/15 cm starke Pfostenstöcke, welche entweder auf drei Seiten gehobelt sind und die Türflügel direkt aufnehmen oder mit einer Holzverkleidung „Futter“ versehen werden, wodurch gleichzeitig ein Falz für die Türflügel gebildet wird. Bei den ins Freie führenden Türen verwendet man häufig steinerne Stöcke oder stärkere Stöcke aus Holzbalken.

Ist eine Türöffnung bloß mit einem Stocke, an welchen der Türflügel direkt anschließt, versehen, so nennt man die Türe eine „Spalettür“; der Stock kann hiebei in der Mauerflucht (Fig. 1, T. 18) oder in der Mitte der Mauer (Fig. 2, T. 18) versetzt sein. Ist die Türöffnung ganz mit einer Bretterverkleidung (Futter), die zumeist an zwei, zu beiden Seiten der Mauer versetzte, rauhe Pfostenstöcke genagelt wird, versehen, so spricht man von einer „Futtertür“ (Fig. 3, T. 18).

a) Spalettüren.

Der Stock wird meistens an einer Mauerflucht angeordnet (Fig. 1, T. 18). Die Versetzung erfolgt gewöhnlich erst nach der Eindeckung des Gebäudes. Die Spalettierung wird der Türbreite (inklusive Türenanschlag) entsprechend vollständig rein ausgemauert. An der Mauerflucht, an welcher der Stock versetzt werden soll, werden auf die Breite des Stockes Schmatzen so aufgemauert, daß der Stock mit einem 2 cm breiten Spielraume in die Öffnung paßt. Nachdem der Stock mit Libelle und Senkel in die richtige Lage gebracht und entsprechend festgekeilt wurde, sind die Schmatzen auszumauern, wodurch der Stock festgehalten wird. Bei starker Frequenz soll man den Stock außerdem durch 2 oder 4 Eisenklammern in das Mauerwerk verankern.

Steinerne Stöcke läßt man zirka 2 cm über die Mauerflucht vorspringen (Fig. 1 c, T. 18); hölzerne Stöcke stellt man in die Verputzebene und schließt die Fuge zwischen Stock und Mauerung mit einer darüber genagelten Verkleidung (Fig. 4, T. 18). Soll der Stock aber von der Mauerflucht zurückgesetzt sein (Fig. 2, T. 18), so wird er in der Regel gleichzeitig mit der Mauerung versetzt und das Mauerwerk an den Stock gut angeschlossen; es ist aber auch möglich, durch Freilassen einer entsprechenden, mit Mauerschmatzen versehenen Öffnung den Stock erst nach dem Aufmauern zu versetzen und die Spalettierung auf einer Seite durch Vollmauern der Schmatzen nachträglich herzustellen.

Der Türsturz wird gleichzeitig mit der Mauerung durch einen flachen Segmentbogen überwölbt, welcher bei steinernen Stöcken über dem Türsturze scheidrecht herzustellen ist, damit der steinerne Sturz nicht belastet werde. Bei hölzernen Stöcken kann der Teil zwischen Bogen und Türstock auch mit geradem Mauerwerke geschlossen werden, welches auf den Stock aufgelegt wird.

Die Spalettierung muß so hergestellt werden, daß die Türflügel vollständig geöffnet und bequem ausgehängt werden können, weswegen auch der Türsturz

entsprechend hoch anzulegen ist. Bei starken Mauern kann daher die Spalettierung, wie im Grundriß α der Fig. 1, T. 18, dargestellt, nach innen zu schräge, bei schwächeren Mauern (Grundriß β) senkrecht zur Mauerflucht angelegt werden.

b) Futtertüren.

Bei diesen sind die Wandflächen der Türöffnung mit einer Holzvertäfelung (Futter) ausgekleidet. Das Türfutter wird gewöhnlich an zwei in der Mauerflucht versetzte Holzstöcke angenagelt.

Die Türstöcke werden um die Stärke der beiden Türfutter (mehr $\frac{1}{2}$ cm auf jeder Seite als Spielraum) breiter und höher gemacht als die verlangte Türlichte. Die ungehobelten Stöcke werden auf den beiden Seiten der Türöffnung in der Verputzebene versetzt und durch Vollmauern der Mauerschmatzen festgehalten, eventuell außerdem mit vier Flacheisen in entsprechender Höhe miteinander verschraubt, siehe Fig. 3 b, T. 18.

Der Mauerkörper zwischen den beiden Stöcken ist voll aufzumauern, daher nur die Vertiefungen für die Stöcke und die Schmatzen zum Versetzen derselben auszusparen sind.

Nach Herstellung des Verputzes wird das 2—3 cm dicke Türfutter an die Türstöcke derart angenagelt, daß dasselbe genau in den Verputzflächen abschließt. Auf die Schwelle der Türstöcke ist eine 3 cm dicke, glatt gehobelte, gemeinsame Brettafel (Fußtritt) anzuschrauben.

Hierauf ist auf derjenigen Seite, an der die Türflügel angebracht werden, eine Falzverkleidung so an den Stock zu nageln, daß ein etwa $1\frac{1}{2}$ cm breiter und 2 cm tiefer Falz vom Türfutter und der Falzverkleidung gebildet wird, in welchen sich die Türflügel lagern (Fig. 3 d, T. 18). Auf der anderen Seite ist durch eine Zierverkleidung ohne Falz die Fuge zwischen Stock und Mauerwerk zu decken.

Bei 15 cm starken Mauern wird nur ein Stock in der Breite der Mauerdicke verwendet (Fig. 5, T. 18). Auch für 30 cm starke Mauern wird manchmal nur ein, der Mauerdicke entsprechend breiter Stock verwendet, was aber nicht zu empfehlen ist, weil breite Stöcke sich leicht werfen.

Die Fußtritte sollen womöglich aus Eichenholz hergestellt werden; bei Verwendung von weichem Holze sollen die Kanten mit $\frac{3}{20}$ mm starken, angeschraubten Flacheisen oder mit entsprechend starken Winkeleisen vor Abnutzung geschützt werden. Das Gleiche gilt natürlich auch für die Schwellen der Spalettüren. Auch bei hartem Holze und stärkerer Frequenz wird sich ein derartiger Beschlag empfehlen.

c) Eiserner Türen.

Diese werden entweder in steinernen Stöcken mittels Bändern und Kegeln versetzt (Fig. 6, T. 18) oder sie erhalten einen Rahmen aus Winkeleisen (Fig. 7, T. 18), welcher in das Mauerwerk mittels angenieteten Pratzen zu versetzen ist. Bei starker Frequenz und schweren Türflügeln soll man an beiden Seiten der Türöffnung einen Winkeleisenrahmen versetzen und diese durch Flacheisenbänder miteinander verbinden, da die Pratzen im Mauerwerke sich bald lockern. Die Versetzung der Rahmen erfolgt so, daß die Winkeleisen mit der Putzfläche bündig liegen. Der Rahmen kann entweder gleichzeitig mit der Mauerung oder besser nach der Setzung der Mauern versetzt werden.

Bei Winkeleisenrahmen wird die Türöffnung ohne Rücksicht auf die Rahmen voll ausgemauert, weil die Dicke der Winkeleisen ohnehin kaum die Stärke des Verputzes erreicht; etwa vorstehende Ziegel sowie die Öffnungen für die Pratzen werden beim Versetzen ab-, bezw. ausgestemmt.

d) Tore.

Tore sind breitere Türöffnungen, welche das Durchfahren mit beladenen Wagen gestatten.

Für das Durchfahren eines gewöhnlichen Wagens genügt eine Breite von 1·80 m; bei stärkerer Frequenz gibt man jedoch, um den übrigen Verkehr nicht zu stören, eine Breite von mindestens 2·20—2·50 m, für sehr breite Fuhrwerke (Heu- und Strohwagen) eine Breite bis zu 4 m.

Die Höhe richtet sich zwar in erster Linie nach der Stockwerkshöhe, muß aber die ungehinderte Kommunikation gestatten; im allgemeinen wechselt sie zwischen 3 und 4 m. Der Sturzbogen muß wegen der größeren Spannweite besonders solid hergestellt werden; ist nur eine geringe Konstruktionshöhe verfügbar, so wird man vorteilhaft einen geraden Sturz mittels eiserner Träger anordnen.

Die Toröffnung wird gewöhnlich mit einer soliden Mauerung ausgekleidet, an deren innerer Flucht die Torflügel direkt (ohne Stock) befestigt werden. Bei starken Mauern kann man nach Fig. 8, T. 18, eigene Gewände mauern, an deren innerer Flucht die Torflügel anschlagen. Im letzteren Falle müssen die Anläufe des inneren Bogens so hoch gelegt werden, daß sie das Öffnen der Torflügel nicht hindern. Der innere Torbogen wird also meistens flacher einzuwölben sein als der äußere, siehe Fig. 8 b, T. 18.

Kleinere Tore erhalten manchmal auch steinerne Gewände, diese müssen aber entsprechend stark hergestellt und mit dem Mauerwerke gut verankert werden; der Sturz derselben muß vor jeder Belastung geschützt sein. Ein Beispiel hierfür gibt die in Fig. 9, T. 18, dargestellte Haustür.

Die Torflügel sind meistens so angebracht, daß der untere Teil des Flügels mit einem Zapfen in einer im Torschweller versetzten, korrespondierenden Pfanne ruht und der obere Teil mit einem Zapfen in einem, im Sturzbogen versetzten Ringe (Halse) in lotrechter Lage festgehalten wird. Es ruht so die ganze Last des Torflügels in der Pfanne, wodurch eine sehr leichte Bewegung der Torflügel erreicht wird (Fig. 6 und 7, T. 60).

Sehr breite Tore werden oft als Schiebetore mit einem oder auch mit zwei Flügeln angeordnet (siehe Schlosserarbeiten, T. 65).

Tore, durch welche gefahren wird, sollen zum Schutze der Torgewände steinerne oder eiserne „Radabweiser“ und zum Schutze der verkehrenden Fußgänger in der Hausflur erhöhte Trottoirs — Perrons genannt — erhalten.

3. Ventilationsöffnungen.

Diese haben den Zweck, reine, unverdorbene Luft in die Räume, oder die verdorbene, schlechte Luft aus denselben gelangen zu lassen. Die Zufuhr der reinen Luft kann bei großen Räumen durch in Außenmauern angebrachte, verschließbare Öffnungen erfolgen, welche bei beheizten Räumen mit dem Ofen durch Kanäle verbunden sein sollen; bei unbeheizten Räumen münden diese Öffnungen unmittelbar ober dem Fußboden in dieselben.

Den Querschnitt der Ventilationsöffnungen macht man bei Ziegelmauerwerk gewöhnlich als Vielfaches der Ziegeldicke, also $\frac{15}{15}$, $\frac{15}{23}$, $\frac{23}{23}$, $\frac{30}{30}$ u. dgl.; er muß nach der Größe des Raumes bestimmt werden (siehe Ventilationsanlagen). Führt die Öffnung direkt von außen durch die Mauer in den Raum, so ist sie womöglich nicht geradlinig, sondern gebrochen anzulegen, um dadurch den direkten Luftzug zu verhindern. Die Wände der Luftkanäle sind möglichst glatt zu verputzen und vor Feuchtigkeit zu schützen. An der Außenseite sind diese Öffnungen gegen das Eindringen von Ungeziefer mit einem Drahtgitter zu versehen, an der inneren Seite werden schließbare, eiserne Klappen oder Schuber angebracht und diese mittels Pratten bündig in das Mauerwerk versetzt.

Die Abfuhr verdorbener Luft erfolgt meist durch Abzugskanäle, welche schlotartig in den Haupt- oder Mittelmauern angebracht und bis über Dach geführt werden. Die Einmündung in diese Schlote erfolgt 10—30 cm ober dem Fußboden und unter dem Plafond und wird ebenfalls durch Klappen oder Jalousien abgeschlossen.

V. Fundierungen.

Für die Dauerhaftigkeit eines jeden Bauwerkes ist es unbedingt notwendig, daß der Baugrund gleichmäßig und genügend tragfähig sei, damit das Bauwerk keine ungleichmäßigen Setzungen erfahre.

Die infolge der Last des Bauwerkes durch Pressung des Baugrundes beinahe immer eintretenden Setzungen müssen gleichmäßig vor sich gehen und bald zum Stillstande kommen. Bei einem ungleichartigen oder wenig tragfähigen Baugrund würden sich einzelne Teile des Bauwerkes mehr, andere weniger oder gar nicht setzen, so daß Risse in dem Mauerwerk entstehen müßten, welche den Bestand des Baues eventuell gefährden könnten.

Bei gleichartigem und genügend tragfähigem Baugrunde ist die Fundamentbasis so groß zu machen, daß der Baugrund durch die Last des Baues in keinem Teile mehr als zulässig — je nach der Bodengattung $1\frac{1}{2}$ —6 kg pro cm^2 — belastet werde. Ferner muß die Fundamentsohle so tief gelegt werden, daß sie vom Froste nicht erreicht werden kann. Die Frosttiefe beträgt je nach den klimatischen Verhältnissen 0.70—1.20 m.

A. Arten des Baugrundes.

Die verschiedenen Bodengattungen werden je nach ihrer Tragfähigkeit in guten, mittleren und schlechten Baugrund eingeteilt.

Als guter Baugrund werden alle Fels- und jene Bodengattungen bezeichnet, welche eine sichere Tragfähigkeit von mindestens $2\frac{1}{2}$ —6 kg pro cm^2 besitzen, also wie erwähnt, Felsen, ferner Schotter, rescher Sand, trockener Ton und Lehm.

Zu dem mittleren Baugrund zählen jene Bodenarten, die eine Tragfähigkeit von zirka 1—2 kg pro cm^2 besitzen, z. B. nasser Lehm oder Ton, weicher, eventuell mit Lehm oder Ton gemengter Sand u. dgl.

Als schlechter Baugrund gelten: Humuserde, Torf, Moor und alle aufgeschütteten oder angeschwemmten, weichen Bodengattungen, welche eine geringere Tragfähigkeit als 1 kg pro cm^2 besitzen, daher für eine solide Gründung vorerst entweder ganz entfernt oder künstlich verstärkt werden müssen.

Felsboden kann bei einer Mächtigkeit von 3.00 m und bei günstiger, vor dem Abgleiten gesicherter Schichtung auch dann als vorzüglicher Baugrund gelten, wenn unter demselben eine mindere Bodengattung lagert. Bei verwitterbarem Felsen muß mit der Fundamentsohle bis auf die Frosttiefe hinabgegangen werden. Zerklüftungen müssen bezüglich ihrer Haltbarkeit und Wasserundurchlässigkeit vorerst untersucht werden. Ungefährliche Klüfte werden einfach voll gemauert, gefährliche aber vorerst ausgebrochen.

Schotter, Kies oder rescher Sand bilden bei einer Mächtigkeit von 3.00 m und vor dem seitlichen Ausweichen sowie vor Unterwaschungen geschützt, ebenfalls einen sehr guten Baugrund.

Ton-, Lehm- oder Mergelgrund bilden bei einer Mächtigkeit von 3.00 m einen guten Baugrund, wenn derselbe vor Wasserandrang geschützt ist und nicht zu rasch austrocknen kann, in welchem Falle er Risse bekommen und ungleiche Senkungen veranlassen würde.