# I. Teil.

# Der Aufbau.

## I. Erd- und Steinbrecherarbeiten.

(Tafel 1.)

Bei den für verschiedene Zwecke vorkommenden Arbeiten im Erdboden unterscheidet man im allgemeinen den „Abtrag oder die Aushebung", d. h. die Ab- oder Ausgrabung im Erdboden und Ab- oder Aussprengung im Felsboden, dann den „Auftrag oder die Anschüttung", d. h. die Erhöhung des Erdbodens mit dem gewonnenen Erd- oder Steinmaterial. Unter Erdförderung versteht man den Transport des gewonnenen Materials zur Verbrauchsstelle.

Je nach der Beschaffenheit des Bodens, ob Erd- oder Steinmaterial, teilen sich die zur Bewältigung desselben notwendigen Arbeiten in Erd- und Steinbrecherarbeiten, zu denen auch die notwendigen Aussteckungen, Profilierungen und Erdbekleidungen gehören.

### *A.* Erdarbeiten.

Je nach der größeren oder geringeren Schwierigkeit der Bearbeitung unterscheidet man folgende Erdgattungen:

Leichtes Erdreich, welches bloß mit der Schaufel ausgehoben werden kann, d. i. Humus, leichter Lehm, Sand und feiner Schotter.

Mittleres Erdreich, zu dessen Aushebung man auch die Krampe benötigt, z. B. Lehm, sandiger Schotter u. dgl.

Festes Erdreich, d. i. jenes, welches nur mit der Krampe gelockert werden kann, z. B. fester Ton, Mergel, Kalkboden, fester, grober Schotter.

In bezug auf die Kostenberechnung unterscheidet man: die Erdaushebung in engen, bis zu 4·00 *m* breiten Räumen und die Erdaushebung in großen Dimensionen, in über 4·00 *m* breiten Räumen. Erstere werden noch in Tiefenschichten von 2 zu 2 *m* geteilt.

#### 1. Erdaushebung.

Vor der Aushebung ist der Boden von dem etwa vorhandenen Strauchwerk oder Baumwuchs zu befreien, die Rasen- und Humusschichte abzunehmen und für eventuelle spätere Verwendung seitwärts in Figuren zu deponieren.

Je nach der Haltbarkeit des Bodens können die Aus- und Abgrabungen mit vertikalen oder geböschten Wänden (Böschungen) bewirkt werden (Fig. 1 und 2, T. 1). Wegen Einsturzgefahr sollen vertikale Erdwände nur bei sehr halt-

barem Boden und nur bis 1·5 *m* Höhe freistehend bleiben, sonst sind solche Erdwände stets mit Bölzungen zu versehen (Fig. 3 und 4, T. 1), d. h. mit Pfosten zu belegen und mit Balken entsprechend abzuspreizen.

In haltbarem Boden kann man auf zirka 1·00 *m* Tiefe mit vertikalen Wänden abwärts graben; die Wände werden dann stellenweise mit Pfosten belegt und mit Balken gegeneinander (Fig. 3) oder gegen die Sohle (Fig.4) verspreizt. Erst nach vollkommen verläßlicher Bölzung kann man tiefer graben, muß aber in entsprechenden Entfernungen neuerdings bölzen, damit jede Einsturzgefahr ausgeschlossen werde.

Bei minderhaltbarem Boden wird man nur auf Pfostenbreite tiefer graben und dann sofort bölzen, so daß die ganze Erdwand allmählich mit einem horizontalen Pfostenbelag versehen wird.

Sowohl die horizontalen Bölzungsriegel als auch die geneigten Streben müssen mit starken Keilen gegen die Erdwände bzw. Sohle festgekeilt werden.

Bei schmalen Gräben verwendet man statt der hölzernen Verspreizungsriegel oft eiserne Spreizen mit entgegengesetzten Schraubengewinden (Fig. 5, T. 1).

Bei unhaltbarem Erdreiche (Sandboden) muß entweder mit Böschungen gearbeitet werden oder es können die vertikalen Erdwände nach Art der hölzernen Schachtbrunnen (siehe Brunnenarbeiten) mit vertikalen Verzugsbrettern bekleidet werden, welche gegen horizontale Balken abgekeilt und je nach Bedarf einzeln nachgetrieben werden (Fig. 6, T. 1).

Für die Ableitung des Regen- oder Grundwassers muß stets Vorsorge getroffen werden, indem man der Sohle eine entsprechende Neigung gibt, das Wasser entweder durch Gräben direkt ableitet, auspumpt oder an geeigneten Orten Sickergruben anlegt, welche bis zur wasserdurchlässigen Schichte hinabreichen sollen.

Wird die bei der Aushebung gewonnene Erde zu Anschüttungen verwendet, so ist auf die den verschiedenen Bodenklassen eigentümliche und stets zu ermittelnde Erdvermehrung Rücksicht zu nehmen.

## 2. Erdförderung.

Nach der Förderweite und Fördermasse richtet sich das Förderungsmittel.

### *a*) Das Überwerfen und Überschaufeln.

Dies wird angewendet, wenn das Material nur auf geringe Distanz oder Höhe zu fördern ist. Bei größeren Distanzen bzw. Höhen, welche ein zwei- oder mehrfaches Überschaufeln nötig machen, wird diese Erdförderung nur bei Mangel an Raum zur Anlage von Rampen oder bei Mangel von Transportgefäßen angewendet.

### *b*) Förderung mit Traggefäßen.

Über Stiegen, steile Böschungen oder auch bei Mangel an Fahrmitteln kann die Förderung mit Körben, leichten Eimern oder Säcken durch einen Mann oder mit Erdtragen durch 2 Mann bewirkt werden, wenn die Distanz nicht zu groß ist.

Je nach den lokalen Verhältnissen sind dabei verschiedene Arbeitsmethoden gebräuchlich, und zwar:

Der Kreislauf. Die Arbeiter tragen die gefüllten Transportgefäße von der Erzeugungsstelle zum Abladeplatz, entleeren sie dort und kehren mit den leeren Gefäßen wieder zurück. Damit keine Unterbrechung eintritt, muß stets ein Vorrat gefüllter Gefäße vorhanden sein.

Bei größeren Distanzen können auf halbem Wege die gefüllten Gefäße gegen die von einer zweiten Arbeitspartie zurückgebrachten entleerten Gefäße eingetauscht werden.

Die Kette. Die Arbeiter werden von der Erzeugungsstelle bis zum Abladeplatz auf entsprechende Distanz in 2 Reihen aufgestellt. Die Leute reichen sich von der Erzeugungsstelle zum Abladeplatz die vollen und zurück die leeren Gefäße.

Die Förderung aus der Tiefe kann mit ein oder zwei solchen Ketten und für größere Tiefen mit der Rolle, besser aber mit der Haspel bewirkt werden. (Siehe Brunnenarbeit).

### *c*) Verführung mit Schiebtruhen.

Diese Förderungsart ist auf kürzere, nicht über 150 *m* lange Entfernungen und auch dann ökonomisch, wenn die Steigungsverhältnisse selbst auf weitere Distanzen die Anwendung von größeren Transportgefäßen unmöglich machen.

Für das Ausgraben und Aufladen soll eine eigene Arbeitspartie angestellt werden, welche nach entsprechenden Zeitintervallen mit der Schiebtruhenpartie abwechselt.

Im allgemeinen ist der Kreislauf üblich, doch ist auf größere Distanzen, besonders über Steigungen, die Verführung mit Stationswechsel auf je 50 bis 80 Schritt vorteilhaft.

Die Fahrbahn soll bei weichem und nassem Boden mit Gerüstpfosten belegt werden.

Rampen oder ansteigende Gerüstungen (Laufbrücken) sollen womöglich nicht steiler als 1: 10 und für 2 Fahrreihen 2·50 *m* breit sein.

Die Laufbrücken müssen bei nasser Witterung und schlüpfrigem (tonigem) Materiale mit Querlatten auf Schrittweite versehen und mit Sand bestreut werden. Für die Räder sind selbstverständlich die Bahnen frei zu lassen.

### *d*) Verführung mit zweirädrigen Karren.

Für den Transport größerer Erdmassen und bei Distanzen über 80 *m* ist die Förderung mit zweirädrigen Karren empfehlenswert. Auf ebenem oder fallendem Terrain können hierzu kleinere Handkarren von 0·15 bis 0·25 $m^3$ Fassungsraum dienen, welche von 2 bis 4 Mann gezogen werden. Für größere Erdmassen und auf Steigungen sind Wipp- oder Sturzkarren — Kabs genannt — mit 0·50 bis 0·60 $m^3$ Fassungsraum ökonomisch, welche von einem Pferde gezogen werden. Je 4, manchmal auch 2 Kabs (ein Zug genannt) werden von einem Mann geführt.

### *e*) Verführen mit zweispännigen Wagen.

Diese Förderung kann erst bei Distanzen von über 300 *m* als ökonomisch bezeichnet werden, wenn die Steigung nicht zu groß ist und auf Straßen gefahren werden kann. Die Wagentruhen haben einen Fassungsraum von zirka 1·00 $m^3$. Jeder Wagen wird von einem Fuhrmanne geführt.

Bei Distanzen von 300 bis 800 *m* ist es vorteilhaft, wenn für jedes Gespann 2 Wagen vorhanden sind, so daß das Aufladen nicht unterbrochen werden braucht und am Ladeplatz bloß umgespannt wird.

### *f*) Verführung auf Rollbahnen.

Für größere Erdbewegungen, namentlich auf unebenem oder straßenlosem Terrain wird die Anlage von Schienensträngen (oft mit Überbrückungen) und der Transport mit Rollwägen (zum Umkippen eingerichtet) in den meisten Fällen sich als sehr praktisch erweisen. Je nach den Verhältnissen kann dabei der Betrieb mit Menschen, Zugtieren oder Maschinen bewirkt werden.

### 3. Erdanschüttung.

Die Grundlage jeder Anschüttung soll so beschaffen sein, daß letztere vollkommen sicher darauf ruhen und sich mit dem gewachsenen Boden verbinden kann. Hierzu ist die Bodenfläche entsprechend rauh und von allen vegetabilischen Stoffen, welche einer Veränderung (Verwesung) unterworfen sind, frei zu machen. Demgemäß muß das Ausroden der Bäume und Sträucher samt Wurzeln, das Abheben der Rasendecke, das Ausfüllen tiefer Gruben oder Löcher und das Ebnen der Bodenfläche vorgenommen werden, damit dieselbe ein möglichst horizontales Lager bilde.

Nur bei sehr hohen Anschüttungen und festem Boden kann die Zurichtung des Grundes entfallen. Felsiger Boden ist insbesondere aufzurauhen und sind in demselben, wenn er sehr geneigt ist, auch Stufen herzustellen. Schnee ist zu entfernen. Ist das Erdreich an der Oberfläche locker, schlammig und verschiebbar, also rutschig, so muß dieses ebenfalls entfernt werden. Sehr morastiger Grund ist durch Anlage von Entwässerungsgräben (Drainagen) zu entwässern, der etwa vorhandene Schlamm ist bis auf den festen Boden zu entfernen oder, wenn dies untunlich ist, durch in Wasser unlösliche Materialien wie: Steine, Schutt oder Senkfaschinen (in Lagen gekreuzt) so zu verdichten, daß der Boden eine genügend sichere Unterlage für die Anschüttung bilden kann.

Auf Abhängen erfordert die Ausführung von Anschüttungen ganz besondere Vorsicht, um Abrutschungen zu verhindern.

Die einfachsten Vorkehrungen zur Sicherung solcher Erdanschüttungen sind: bei mäßig geneigtem Boden die A b t r e p p u n g und bei stärker geneigtem die V e r z a h n u n g (Fig. 7, *a* und *b*, T. 1). Bei ersterer erhalten die Treppen ein geringes Gefälle nach abwärts. Bei der Verzahnung erhält jede Stufe ein entsprechendes Längengefälle, welches — je nach der Feuchtigkeit des Bodens — durch mehr oder weniger zahlreiche Querleitungen (Querschlitze) unterbrochen wird. Die Querschlitze leiten das etwa vorhandene oder sich ansammelnde Wasser nach auswärts ab. Der Fuß der Böschung kann durch eine entsprechende Vorlage (Mauer usw.) gesichert werden.

Kommen bei Erdarbeiten auf geneigtem Terrain wasserführende Schichten vor, welche durchschnitten werden müssen, so sind noch vor Beginn der Abgrabung Sickergruben oder Saugröhren in entsprechender Entfernung vom Einschnittsrande anzulegen und die Wässer dahin abzuleiten, um durch diese Trockenlegung des Grundes Abrutschungen zu vermeiden. Die Herstellung dieser Entwässerungsanlagen geschieht nötigenfalls bergmännisch, d. h. durch Vortreiben von Stollen vom Tag aus oder aus Schächten, welche sodann mit Steinen angefüllt werden und so dem Wasser einen unschädlichen Weg vorschreiben.

Vor Beginn jeder Erdarbeit müssen grundsätzlich alle jene Momente genau erwogen werden, welche geeignet sind, eine schädliche Bewegung der Erdmassen zu veranlassen. Die geeigneten Maßnahmen zur Verhinderung solcher Bewegungen dürfen unter keinen Umständen versäumt werden.

Jede Anschüttung wird je nach der Gattung der Erde und nach der Art der erfolgten Komprimierung derselben eine mehr oder minder starke Senkung (Setzung) erfahren.

Um diese Setzungen möglichst zu reduzieren, soll die Anschüttung lagenweise, in horizontalen, zirka 25 *cm* hohen Schichten erfolgen, jede Schichte etwas ausgeglichen und mit Erdstößeln festgestampft werden (L a g e n s c h ü t t u n g).

Bei Anschüttungen, bei denen eine größere Setzung unschädlich ist, z. B. bei langen Dämmen im Freien, kann die K o p f s c h ü t t u n g eintreten, d. h. es wird die Erde u. dgl. in höheren Lagen (1·00 bis 2·00 *m*), selbst auf die ganze Höhe der Anschüttung, von einem Ende gegen das andere nach und nach fortschreitend, über den jeweiligen Kopf angeschüttet, wobei eine Verdichtung der

Anschüttung bloß durch den Verkehr der Transportmittel (Schiebtruhen, Kabs usw.) über die bereits angeschütteten Teile erfolgt. Diese Art der Anschüttung ist besonders dann vorteilhaft, wenn das Beschüttungsmaterial in höheren Lagen gewonnen wird, z. B. wenn das Niveau der Anschüttung mit der Sohle der Abgrabung in gleicher Höhe liegt.

Die Setzungen der Anschüttungen werden um so größer sein, je größer die Volumvermehrung des Erdreiches bei der Auflockerung oder Gewinnung war. Auf die Setzungen muß man bei Anschüttungen Rücksicht nehmen, indem man die Höhe derselben bei denjenigen, die nicht gestampft werden, um $^1/_6$ bis $^1/_8$, wenn sie in dünnen Lagen aufgeführt und sorgfältig gestampft werden, um $^1/_{12}$ bis $^1/_{24}$ ihrer endgültigen Höhe vermehrt. Bei Dammanschüttungen muß auch die Kronenbreite entsprechend vergrößert werden.

## 4. Ausstecken und Profilieren.

Jede Aushebung und Anschüttung ist vor Beginn derselben in den Begrenzungslinien mit Pflöcken auszustecken, höhere Anschüttungen und tiefe Einschnitte sind außerdem mit Stangen und Latten zu profilieren. Als Basis für die Aussteckung dient eine hinreichend kotierte Aussteckungsskizze. Zuerst sind die Haupteinrichtungs- und Niveaupunkte auszustecken, an welche dann die Detailaussteckung und Profilierung anschließt.

Alle Profile sind n u r senkrecht zur Böschungsebene zu schlagen, siehe Fig. 12, T. 1; es sind daher in den Verschneidungslinien der Böschungen keine Profile anzuordnen, weil bei der geringsten Verschiebung solcher Profile die genaue Böschung verloren geht.

Je nach der zu erwartenden Setzung des Anschüttungsmaterials sind auch die Profile um dieses Maß höher zu schlagen, damit nach erfolgter Setzung der Anschüttungskörper (Damm) die richtige Höhe besitze (Fig. 12 *b*, T. 1). Diese Setzung wird bei gestampfter Anschüttung erfahrungsgemäß bei Humuserde $^1/_{12}$ und bei sandigem oder schotterigem Boden $^1/_{24}$ der ganzen Höhe betragen.

Der Vorgang beim Profilieren ist folgender: Anknüpfend an die Hauptpunkte, werden an den Enden oder Brechungspunkten Vollprofile, d. h. über die ganze Anschüttung reichende Profile geschlagen; zwischen diesen Vollprofilen können die erforderlichen Zwischenprofile entweder auch als Vollprofile oder, wie bei höheren Anschüttungen, bloß als Halbprofile (Fußprofile), Fig. 10, T. 1, durch Einvisieren errichtet werden.

Bei sehr hohen Anschüttungen werden zu Beginn der Anschüttung nur die Fußprofile geschlagen (Fig. 12, T. 1) und diese mit dem Wachsen der Anschüttung nach und nach verlängert bzw. erhöht.

Für die Anschüttung von Straßen-, Bahndämmen u. dgl. ist es üblich, außer den bei jeder Brechung notwendigen Hauptprofilen, Zwischenprofile auf je 20 *m* Distanz anzuordnen. Fig. 9 bis 12 zeigen einige Profile für Einschnitte und Anschüttungen.

### Ausstecken von Gebäuden (Fig. 8, T. 1).

Soll die Erdaushebung für die Keller oder Fundamente eines Gebäudes ausgesteckt werden, so sind zuerst in der Baulinie die beiden Eckpunkte des Gebäudes durch Pflöcke mit Punktnägeln genau zu bezeichnen; diese Eckpunkte liegen in der über dem Sockel befindlichen Verputzebene (Mauerflucht).

Hierauf werden an der Hand des angefertigten Aussteckplanes in den Ecken die betreffenden Winkel aufgetragen und die rückwärtigen oder sonstigen Eckpunkte des Umfanges durch Messen genau bestimmt. Durch im Aussteckplane angegebene Sehnen- und Diagonalmessungen ist die Richtigkeit der ersten Aussteckung mehrmals zu prüfen, bis der erforderliche Grad der Genauigkeit erreicht ist. In ange-

messener Entfernung (1·00 bis 1·50) von dem so ausgesteckten Umfange des Gebäudes wird das sogenannte Schnurgerüst geschlagen, und zwar zumeist nur bei den Ecken, eventuell noch für die Bezeichnung der Risalitmauern, selten längs des ganzen Umfanges.

Das Schlagen des Schnurgerüstes.

Außerhalb der Ecken des Gebäudegrundrisses werden 8 bis 15 *cm* starke Pflöcke oder Pfähle parallel zur Mauerflucht so eingeschlagen oder eingegraben, daß sie zirka 0·50 bis 1·50 *m* über den Boden herausragen. In einer angenommenen, überall gleichen Höhe werden nun gesäumte Bretter horizontal angenagelt (Fig. 8 *a*, T. 1). Bei stark abfallendem Terrain können die Schnurgerüste gruppenweise auch in verschiedenen Höhen angebracht werden, um sie nicht zu hoch über dem Bauhorizonte anlegen zu müssen.

Mit Hilfe von Trassierschnüren und dem Senkel werden nun die früher bestimmten Umfangsrichtungen auf die Bretter der Schnurgerüste übertragen und die Mauerdicken mit haltbaren Strichen oder Sägeschnitten aufgerissen (Fundament-, Sockel-, ebenerdiges Mauerwerk).

Man kann also jede Mauerstärke mittels zweier Schnüre in richtiger Lage markieren und mit Hilfe des Lotes auf die Fundamente herabsenkeln.

Vor Beginn der Aushebung werden die Begrenzungslinien derselben mit Pfosten belegt (Fig. 8 *b*, T. 1), welche im Terrain mit Pflöcken befestigt, eventuell auch nur mit aufgelegten Steinen beschwert werden. Dadurch wird nicht nur die Aushebungsfigur am Terrain bezeichnet, sondern es sind auch die Kanten der Aushebung gegen Abtreten u. dgl. geschützt.

Sind so die Fundamentgruben bezeichnet, werden die Schnüre an den Schnurgerüsten entfernt und die Aushebung kann beginnen. Die Schnurgerüste bleiben aber so lange stehen, bis die Mauerflucht durch einige in den Ecken verlegte Ziegelscharen fixiert ist.

## 5. Erdbekleidungen.

Die Böschungen der Anschüttungen und Einschnitte müssen durch eine entsprechende Verkleidung vor der zerstörenden Wirkung der Witterungseinflüsse geschützt werden. Die gebräuchlichen Erdbekleidungen bezwecken zumeist, einen raschen Graswuchs auf der Böschungsebene zu erzielen. Hierzu dient das Plackwerk und die Rasenziegelbekleidung.

Das Plackwerk wird gleichzeitig mit der Anschüttung ausgeführt, indem man an der Böschungsebene das Anschüttungsmaterial lagenweise sorgfältig feststampft und in jeder Lage nach dem Feststampfen eine Reihe Queckenwurzeln einlegt (wildes Plackwerk).

Bei schottrigem oder lehmigem Material muß für das Plackwerk Humus verwendet werden. In diesem Falle wird auch das Plackwerk regelmäßiger, d. h. in dünneren Lagen und mit sorgfältiger Abskarpierung der Böschungsebene ausgeführt (regelmäßiges Plackwerk). Hierzu sind in den Profillatten auf je 10 *cm* Höhe Kerben eingeschnitten (Fig. 13 *a*, T. 1), an welche für die Ausführung jeder einzelnen Lage eine Schnur gespannt wird, welche als Richtungslinie für die genaue Abskarpierung der Böschungsebene dient.

Bei trockenem Erdmaterial soll jede Lage Queckenwurzeln gleich nach dem Legen ordentlich begossen werden. Flache Böschungen können außerdem noch mit Grassamen besät werden, wozu aber die Böschungsebene mit dem Rechen etwas aufzurauhen ist.

Die Bekleidung mit Rasenziegeln wird bei flachen Böschungen mit Deckrasen (Fig. 13 *b*, T.1) und bei steilen Böschungen mit Kopfrasen (Fig. 13, *c* und *d*, T. 1) hergestellt. Die Rasenziegel werden 20 × 30 *cm* groß geschnitten oder mit der Schaufel gestochen.

Bei Deckrasenbekleidung werden die Ziegel mit der Grasfläche nach oben reihenweise und nach der Schnur in Verband gelegt und an der Oberfläche mit dem hölzernen Schlägel flach geklopft. In besonderen Fällen (steilen Böschungen) kann jeder Ziegel außerdem mit zwei kleinen Pflöcken angeheftet werden. Die Bekleidung mit Deckenrasen soll erst dann durchgeführt werden, bis der vollständig aufgeschüttete Erdkörper auch die unvermeidlichen Setzungen durchgemacht hat.

Die Kopfrasenbekleidung wird zumeist gleichzeitig mit dem Aufschütten der Böschung hergestellt. Die Ziegel werden lagenweise mit der Grasfläche nach unten (Fig. 13 *e*, T. 1) in Verband gelegt, jeder Ziegel flachgeklopft und eventuell mit zwei Haftpflöcken befestigt. Auf diese Weise werden die einzelnen Scharen nach der Schnur übereinander aufgebaut. Die oberste Schar schließt, mit der Grasfläche nach oben gerichtet, die Böschung ab. Schließlich wird die Böschungsebene mit der Skarpierschaufel eben abgestochen (skarpiert). Ist die Erde trocken, so muß jede einzelne Schar nach deren Ausführung begossen werden.

## *B.* Steinbrecherarbeiten.

Den felsigen Boden teilen wir in drei Klassen, und zwar: Lockeren Felsen, welcher so arg zerklüftet ist, daß man ihn mit der Brechstange loslösen kann; mittleren Felsen, welcher nur teilweise zerklüftet ist, so daß zu dessen Lostrennung auch Sprengmittel verwendet werden müssen; festen Felsen, welcher zuerst mit Sprengmitteln zerklüftet und dann mit Stangen gebrochen werden muß.

Wo das Sprengen nicht zulässig ist, z. B. in der Nähe von Gebäuden, kann das Ausbrechen bei mittleren und festen Felsen auch mit Meißeln und Keilen bewirkt werden. Das Abtrennen von größeren Werkstücken geschieht mit eisernen Keilen (siehe Steinmetzarbeiten).

### 1. Steinbrechen.

Zum Steinbrechen dienen eiserne, 1·00 bis 2·00 *m* lange Brechstangen, Steinkrampen und eiserne Keile. Unter Ausnutzung der vorhandenen Klüfte, Lassen usw. werden die lockeren oder durch vorherige Sprengung zerklüfteten Felsstücke entweder mit der Krampe oder Brechstange abgebrochen oder mit Keilen abgekeilt und sodann abgeräumt.

### 2. Steinsprengen.

Beim Steinsprengen werden in den abzutrennenden Felsen zuerst Löcher gebohrt, diese mit einem Sprengmittel (Pulver, Dynamit, Ekrasit u. dgl.) teilweise gefüllt (geladen), sodann verdämmt, d. h. mit Sand, Steinpulver oder Wasser vollgefüllt, und schließlich wird das Sprengmittel entzündet.

Zum Bohren bedient man sich zumeist des Meißelbohrers (Fig. 8, T. 19), welcher entweder als Schlagbohrer mit 0·50 bis 1·00 *m* Länge oder als Stoßbohrer mit 2 bis 3 *m* Länge gebraucht wird; Kreuz- und Kronenbohrer (Fig. 9 und 10, T. 19) sind seltener in Verwendung.

Der Ansatz für den Beginn der Bohrarbeit wird zuerst mit dem Spitzeisen entsprechend hergerichtet (zugebürstet), worauf das Bohren mit einem kurzen Schlagbohrer begonnen, mit einem längeren Schlagbohrer fortgesetzt und bei tiefen Bohrlöchern erst mit dem Stoßbohrer vollendet wird.

Der Schlagbohrer wird gewöhnlich von einem Arbeiter geführt und von einem oder zwei Mann mit eisernen Schlägeln getrieben; bei Bohrlöchern von geringer Tiefe kann ein Mann mit der linken Hand den Bohrer, mit der rechten Hand die Schläge führen (einmännisches Bohren).

Nach jedem Schlag muß der Bohrer entsprechend gedreht werden, damit das Bohrloch kreisrund werde und der Bohrer sich im Bohrloche nicht einzwänge. Der Stoßbohrer wird von zwei Mann gehandhabt, indem diese den Bohrer unter fortwährender, entsprechender Drehung im Bohrloche heben und wieder hineinstoßen. Anfänglich wird das Bohrloch naß gehalten, wodurch die Leistung bedeutend erhöht und auch das Räumen des Bohrloches erleichtert wird. Erst zum Schlusse wird trocken gebohrt, damit das Bohrloch austrockne und die Ladung nicht verderbe, falls diese vor Nässe geschützt werden muß (Pulver). Die Entfernung des Bohrschlammes oder Bohrpulvers geschieht mit dem Raumkratzer und dem Raumlöffel (Fig. 11, T. 19). Mit dem schraubenförmigen Raumkratzer wird der dicke Schlamm zuerst aufgelockert und dann mit dem Raumlöffel aus dem Bohrloche gehoben.

Die Anlage des Bohrloches, d. h. dessen Richtung und Tiefe, hat einen bedeutenden Einfluß auf die Wirkung der Bohrmine. Fig. 14, T. 1, bringt verschiedene Bohrlochanlagen zur Darstellung. Bei vertikalen Anbruchflächen soll das Bohrloch möglichst parallel zur Wandfläche angeordnet sein (Fig. 14 *a*), in welchem Falle die gestreckte Ladung ebenfalls parallel zur Wandfläche läuft und der Widerstand des abzusprengenden Wandteiles in jedem Teile der Ladung der gleiche ist. Es wird also die Kraft des Sprengmittels in jedem Teile des Bohrloches voll ausgenutzt, daher auch die Wirkung der Mine die beste sein.

Wo die Verhältnisse eine derart günstige Anlage der Bohrmine nicht ermöglichen, wie z. B. bei Fig. 14 *b* und *c*, muß das Bohrloch unter einem spitzen Winkel zur Ausbruchswand angelegt werden, welcher je nach der Festigkeit des Steines zwischen 30 und 45° betragen kann; auf ähnliche Art erfolgt auch die Anlage der Bohrlöcher bei horizontalen Anbruchflächen (Fig. 14 *e*).

Die Weite und Tiefe sowie die senkrechte Richtung des Bohrlochendes zur Anbruchswand — letztere Vorgabe genannt — müssen in einem gewissen Verhältnis zueinander und zur Größe der Ladung stehen.

Bei einer Bohrlochweite von 40 *mm* für Pulver, 35 *mm* für Ekrasit und 25 *mm* für Dynamit kann je nach der Festigkeit des Gesteines die Höhe der Ladung bei Pulver höchstens $^1/_3$ bis $^1/_2$ und bei den anderen, stärkeren Sprengmitteln $^1/_6$ bis $^1/_3$ der ganzen Bohrlochtiefe betragen. Die Vorgabe soll bei Pulverminen das $1^1/_2$- bis 2fache der Ladungshöhe (je nach der Festigkeit des Steines) betragen; daraus ergibt sich dann auch die Tiefe des Bohrloches. Bei zu großer Bohrlochtiefe wird häufig, wie in Fig. 14 *d* dargestellt, eine sogenannte Pfeife im unteren Teile des Bohrloches stehen bleiben.

Handelt es sich um Gewinnung von möglichst großen Steinen, so wird man stärker wirkende Sprengmittel vermeiden und die angegebene Ladungshöhe noch vermindern. Das Gestein wird in diesem Falle bloß zerklüftet und muß dann noch abgebrochen werden, während bei starken Ladungen oder stärkeren Sprengmitteln das Gestein stark zerrissen und zum größten Teile von der Mine herausgeschleudert wird, somit nur wenig Abraum erübrigt.

Die Ladung der Bohrlöcher darf nur in festes (nicht lassiges) Gestein eingebracht werden, damit die Mine bei den Lassen nicht ausblase; die Bohrlöcher müssen also bei lassigem Gestein möglichst senkrecht zu den Lassen stehen; auf keinen Fall dürfen sie in vorhandenen Zerklüftungen oder parallel zu diesen angelegt werden.

Das Z ü n d e n der Bohrminen erfolgt häufig mit der englischen Zündschnur, wovon 1 *m* 100 Sekunden brennt, so daß man bei entsprechender Zündschnurlänge noch Zeit gewinnt, einen geschützten Ort aufzusuchen. Bei größerem Betriebe empfiehlt sich die elektrische Zündung oder jene mit detonierender Zündschnur. Andere Zündungen werden seltener gebraucht.

Mit der Zündschnur ist eine Sprengkapsel entsprechend zu verbinden und in die Ladung einzuführen.

Das Sprengmittel selbst wird lagenweise (Ekrasit und Dynamit in Papierpatronen) in das Bohrloch eingebracht und mit einem hölzernen Ladstock mäßig festgedrückt, damit es das Bohrloch vollkommen ausfülle, dabei ist aber — besonders bei Dynamit, welches schon bei + 8° C gefriert und dann durch stärkeren Druck leicht entzündbar ist — besondere Vorsicht geboten. Gefrorene Dynamitpatronen sollen daher vor der Einführung in das Bohrloch etwas erwärmt werden, indem man sie einfach einige Minuten in der Tasche behält oder bei größerem Bedarf in eigenen Wärmeapparaten auftaut.

Die oberste Patrone wird unmittelbar vor dem Laden mit der Sprengkapsel verbunden (adjustiert) und mit einem aufgesetzten Pfropf aus Werg, Moos, Papier oder Letten mit dem hölzernen Ladstock vorsichtig in das Bohrloch geschoben. Der übrige Teil des Bohrloches wird entweder mit Lehm, Letten oder Erde lagenweise ausgefüllt und mit dem Ladstock festgestampft (fester Besatz) oder mit Sand vollgefüllt (loser Besatz). Beim festen Besatz wird die erste Schichte nur mäßig gedrückt, die übrigen Lagen aber immer stärker festgestampft. Bei Anwendung von Sprengkapseln ist dabei Vorsicht geboten, weil diese durch Schlag sich leicht entzünden.

Der feste Besatz wird meistens nur bei Pulverminen angewendet, während der lose Besatz für brisante Sprengmittel mit Rücksicht auf deren leichte Entzündbarkeit durch den Schlag empfehlenswerter erscheint.

In manchen Fällen kann bei Dynamit- oder Ekrasitladung der Wasserbesatz vorteilhaft werden, dabei muß die Zündleitung mit der Sprengkapsel wasserdicht verbunden werden. Das Dynamit bedarf keines besonderen wasserdichten Verschlusses, indem selbst feuchtes Dynamit explodiert, nur darf es nicht so lange unter Wasser bleiben, bis die Abscheidung des Nitroglyzeringehaltes erfolgt. Beim Wasserbesatz wird nach eingebrachter Ladung und Zündleitung der übrige Teil des Bohrloches einfach mit Wasser vollgefüllt.

Das Zünden der Bohrminen erfolgt zumeist während der üblichen Arbeitspausen, unmittelbar nach dem Laden. In der Regel werden alle Bohrlöcher gleichzeitig oder nur in geringen Zwischenpausen gezündet. Das gleichzeitige Zünden erfolgt durch elektrische Zündung von einem außerhalb der Streuungsgrenze gelegenen oder gedeckten Orte mit einer frei liegenden Drahtleitung oder durch die detonierende Zündschnur, wobei die von sämtlichen Bohrlöchern ausgehenden Schnüre an einer Stelle (Herd) vereinigt und dort mit einer entsprechend langen englischen Zündschnur verbunden werden. Gewöhnlich erhält jedoch jede Bohrmine eine entsprechend lange englische Zündschnur und wird dann das Zünden jeder einzelnen Mine von einem oder von zwei Mann rasch nacheinander vorgenommen.

Sollte eine Bohrmine versagen, so kann sie neuerdings gezündet werden, mißlingt aber auch dieser Versuch, so werden Pulverminen durch Eingießen von Wasser ersäuft. Ekrasit- und Dynamitminen durch daneben angelegte Bohrminen zur Explosion gebracht.

Nach erfolgter Sprengung werden die losgetrennten Steine mit Brechstangen, Steinkrampen und Keilen abgebrochen, wobei sämtliche beim Anschlagen hohl klingenden Steine abgebrochen werden müssen, bevor neue Bohrlöcher dort angelegt werden.

---

# II. Zimmermannsarbeiten.

(Tafel 2 bis 5.)

Die Zimmermannsarbeiten umfassen im allgemeinen alle Holzarbeiten gröberer Natur, bei denen die Verbindungen der einzelnen Konstruktionsteile in der Regel mit Eisen (Klammern, Nägel, Schraubenbolzen u. dgl.) verstärkt werden, während bei den Tischlerarbeiten die Verbindungen meistens verleimt werden.

Das Holz kommt entweder in unbearbeitetem Zustande als Rundholz oder in behauenem als Kantholz oder als Schnittholz in Gestalt von Balken, Pfosten, Brettern, Latten u. dgl. zur Verwendung.

Der Zimmermann besorgt sowohl die Zurichtung des Bauholzes als auch dessen Verbindung zu Konstruktionen, welche bei möglichster Materialersparnis die größte Stabilität und Tragfähigkeit besitzen sollen.

Die Arbeiten des Zimmermannes umfassen demnach:

das Zurichten des Holzes, um demselben die verlangte zweckmäßige Form zu geben; das Abbinden, d. h. das gehörige Zuschneiden, Verbinden und teilweise Zusammenstellen der Teile eines Zimmerwerkes, und das Aufstellen oder Aufschlagen, d. h. das bleibende Zusammenfügen des abgebundenen Zimmerwerkes.

## *A.* Zurichten des Bauholzes.

(Tafel 2.)

Zum Behauen oder Beschlagen des Rundholzes wird der entrindete Stamm möglichst wagrecht auf zwei Zimmerböcke gelegt und an den Enden festgeklammert (Fig. 1, T. 2); durch den Mittelpunkt des Stammes wird sodann an den beiden, senkrecht abgeschnittenen Enden eine Lotrechte mit dem Senkel und eine Wagrechte mit dem Winkeleisen vorgezeichnet. Diese Hilfslinien ermöglichen das Vorreißen eines quadratischen oder rechteckigen Querschnittes (Fig. 2 *a* oder *b*, T. 2) für den Balken, dessen Seitenflächen in je einer Ebene liegen. Nach dem Vorreißen des Balkenquerschnittes erfolgt das Abschnüren des Balkens; hierzu wird der Stamm so gewendet, daß zwei Balkenseitenflächen lotrecht liegen, diese werden dann am Stammumfang mit einer in eine Wasserfarbe (Rötel) getauchten Schnur bezeichnet (abgeschnürt), indem man die Schnur längs der Linie *a b* und *c d* mäßig spannt, in der Mitte etwas emporhebt und an den Baumstamm aufschnellen läßt.

Nun werden an den vertikal liegenden Balkenseitenflächen mit der Bandhacke auf zirka 60 *cm* Entfernung bis nahe zum Schnurschlag reichende Kerben eingehauen, die zwischen den Kerben haftenden Schwarten grob abgehackt und endlich die ganze Fläche bis zum Schnurschlag mit dem Breitbeil rein abgebeilt. Das Behauen der beiden anderen Seitenflächen geschieht auf dieselbe Weise, nur muß der Balken umgekantet werden, damit die zu behauenden Flächen vertikal zu liegen kommen.

Ein nach vorstehendem behauener Balken wird „vollkantig" behauen genannt.

Für untergeordnete Zwecke (Gerüstholz u. dgl.) wird das Rundholz zumeist nur auf zwei Seiten oder auch auf allen vier Seiten, jedoch ohne scharfe Kanten, „waldkantig" behauen.

Das größte Tragvermögen für einen aus Rundholz herzurichtenden rechteckigen Balken erreicht man dann, wenn man das Verhältnis der Breite zur Höhe, $b : h = 5 : 7$ macht. Das gebräuchlichste Gevierte ist das mit dem Verhältnis $b : h = 3 : 4$. Die Konstruktion dieser Querschnitte im Kreise ist in den Fig. 2 *a* und 2 *b*, T. 2, dargestellt.

Das Schneiden des Holzes zu Balken, Pfosten usw., erfolgt entweder maschinell in Sägewerken oder durch Handarbeit, indem der Stamm auf mannshohe Gerüste festgeklammert und in der Richtung des Schnurschlages mit der Spaltsäge von zwei Mann durchsägt wird. Hierbei steht ein Mann unter und ein Mann auf dem Gerüste. Beide ziehen die Säge längs der aufgeschnürten Linie in vertikaler Richtung so lange auf- und abwärts, bis der Schnitt durchgeführt ist.

Kurze Stämme, die nicht übermäßig dick und nicht besonders ästig sind, können mit der Band- oder Waldhacke und mit hölzernen Keilen gespalten

werden, wenn eine genaue Einhaltung gewisser Querschnitte nicht unbedingt nötig ist.

Das Abbinden erfolgt zumeist am Zimmerplatze. Die zusammengehörigen Teile müssen dabei durch Einhacken oder Einbrennen von je gleichen Ziffern erkenntlich gemacht werden, damit sie beim späteren Aufstellen oder Aufschlagen des abgebundenen Zimmerwerkes, das erst auf der Baustelle erfolgt, leicht gefunden werden und eine Verwechslung ausgeschlossen bleibt.

## *B.* Holzverbindungen.

Jede künstliche Zurichtung der Hölzer zum Zwecke ihrer Verbindung untereinander heißt eine Holzverbindung. Die Art und Weise, wie die einzelnen Holzverbindungen auszuführen sind, richtet sich selbstverständlich nach der Lage der Hölzer in den Konstruktionsteilen und der hierdurch bedingten Inanspruchnahme, d. h. ob dieselben gedrückt, gezogen oder gebogen werden. Darnach kann man vier Hauptgattungen von Verbindungen unterscheiden, und zwar: 1. Verlängern der Hölzer; 2. Verbreitern der Hölzer; 3. Verstärken der Hölzer, um ihr Tragvermögen zu erhöhen; 4. Verknüpfen der Hölzer, wenn diese in verschiedener Richtung zusammentreffen oder sich kreuzen.

Alle Holzverbindungen sollen in ihrer Ausführung möglichst einfach sein und müssen, um die geforderte Festigkeit zu besitzen, genau ineinander passen. Dies bedingt vor allem, daß das Holz gut ausgetrocknet sei. Die Verbindungen können außerdem noch durch Anwendung von eisernen Klammern, Bändern, Schienen, Platten, Schuhen, Nägeln, Schraubenbolzen und anderen Eisenbestandteilen verstärkt werden.

Man trachtet immer, die Dimensionen der Hölzer so zu wählen, daß sie an zwei gegenüberliegenden Seiten bündig, d. h. in einer Ebene liegen. Wo dies aus konstruktiven Gründen nicht angeht, wird eine Seite bündig gelegt und in dieser Bundseite auch die Bezeichnung der Hölzer bezüglich ihrer Zusammengehörigkeit vorgenommen.

Vor der Ausführung muß jede Holzverbindung mit dem rechten Winkel an dem Umfange der Hölzer genau vorgezeichnet werden, wozu die Stirnflächen der zu verbindenden Enden — ausgenommen schiefwinkelige Verbindungen — senkrecht zur Längenachse abgesägt werden.

### 1. Verlängern der Hölzer.

(Tafel 2.)

Dieses kann erfolgen: durch das Stoßen, Anblatten und Aufpfropfen.

*a*) Durch das Stoßen werden zumeist horizontal oder wenig geneigt liegende Balken verlängert, welche ihrer ganzen Länge nach oder wenigstens an der Verbindungsstelle unterstützt sind. Fig. 3, T. 2, zeigt den geraden Stoß, bei welchem die zu verlängernden Hölzer einfach mit den Hirnflächen aneinanderstoßen und oft, namentlich wenn sie einem Zuge ausgesetzt sind, mit eisernen Schienen oder Laschen nach Fig. 4 und 5 oder auch nur mit Klammern verstärkt werden. Wo es die Verhältnisse gestatten, kann der gerade Stoß auch mit Holzzangen (Fig. 13) verstärkt werden.

Fig. 6 zeigt den schiefen Stoß, welcher ebenfalls, wie der gerade Stoß, mit Eisen verstärkt werden kann.

Werden die Hölzer auf Zug in Anspruch genommen, so kann man in Ermanglung von eisernen Schienen oder Laschen auch den geraden Stoß mit eingesetztem Hakenstück (Fig. 7) anwenden. Diese komplizierte Verbindung muß mindestens fünf Balkenhöhen lang gemacht werden, um möglichst große Ab-

scherungsflächen zu erzielen. Die in der Figur angedeuteten Keile aus hartem Holze dienen zum Spannen der Verbindung.

*b*) Das Anblatten. Dieses ist eine solidere Verbindung von zu verlängernden Balken gleichen Geviertes als das Stoßen. Hierbei hat man zu unterscheiden:

Das gerade Blatt (Fig. 8), welches für ruhige Belastung, z. B. für Mauerbänke bei Dachstühlen, Schwellen u. dgl., geeignet ist. Um ein Verschieben der Hölzer zu verhindern, werden dieselben „verbohrt", d. h. die Verbindung wird mit zwei, zirka $2\frac{1}{2}$ *cm* starken, hölzernen Nägeln verstärkt, welche am besten in der Diagonale (in $\frac{1}{3}$ Längenteilung derselben) angeordnet werden.

Das schiefe Blatt (Fig. 9) unterscheidet sich vom geraden nur durch den schrägen Schnitt. Der tragende Querschnitt der Balken ist hier in der Mitte der Verbindung gleich der halben Querschnittsfläche und nimmt gegen die Mitte der Balken zu, so daß an den Enden der Verbindung die Tragfähigkeit größer ist als beim geraden Blatt.

Das gerade Hakenblatt (Fig. 10) sichert die Holzverbindung gegen Längenverschiebung, die Balken erleiden aber eine bedeutende Schwächung; diese Verbindung wird auch verbohrt, und zwar in der Längenachsenrichtung.

Beim schiefen Hakenblatt (Fig. 11) soll ebenfalls durch die ineinandergreifenden Haken ein Auseinanderziehen der Balken in der Längenrichtung verhindert werden, nachdem aber die Abscherungsflächen $x\,y$ und $x'\,y'$ sehr klein sind, so wird diese Verbindung nur eine geringere Beanspruchung auf Zug gestatten als die vorige; dafür ist hier der tragende Querschnitt der Balken an den Enden der Verbindung größer.

Beim schiefen Hakenblatt mit Keil (Fig. 12) soll außerdem durch die Keile die Verbindung entsprechend gespannt werden, was aber mit Rücksicht auf die ebenfalls geringen Abscherungsflächen $x\,y$ mit Vorsicht geschehen muß. Für starken Zug ist eine Verbolzung der Verbindung unerläßlich.

*c*) Das Aufpfropfen wird bei vertikalen oder sehr wenig geneigten Hölzern (Piloten, Ständern usw.) angewendet. Die Art und Weise, wie die Hölzer verlängert werden, richtet sich darnach, ob dieselben eingerammt, d. h. in den Boden eingetrieben werden sollen oder nicht. Pfähle, welche eingerammt werden, verbindet man mit einem geraden Stoß und einem in der Mitte eingebohrten, eisernen Dorn von etwa 300 *mm* Länge und 30 *mm* Dicke (Fig. 14); die Stoßfuge deckt ein aufgezogener Eisenring; derselbe verhindert das Aufbürsten der Stoßflächen beim Einrammen. Zur Sicherung gegen Zug können über den Stoß eiserne Klammern eingeschlagen werden.

Fig. 15 zeigt eine in Deutschland gebräuchliche Art, wobei der Stoß mit vier Klammern verbunden ist, welche wieder mit zwei aufgezogenen Reifen festgehalten werden.

Fig. 16 stellt eine in England gebräuchliche Art dar, bei welcher um die beiden Köpfe des Stoßes ein eiserner Zylinder greift, welcher in der Mitte einen Boden hat, der zwischen die Stoßflächen zu liegen kommt.

Die in Fig. 17 dargestellte, in Frankreich gebräuchliche Art mit viertelkreisförmiger Überblattung ist nicht zu empfehlen, weil der durch die Verbindung geschwächte Pfahl beim Einrammen leicht zerbrechen kann. Für hohe Pfähle, welche mehr dem seitlichen Ausweichen widerstehen sollen und nicht mit bedeutender Kraft eingerammt werden müssen, wäre sie noch anwendbar.

Pfähle, welche nicht eingerammt werden, können mit der geraden Überblattung verbunden und mit Bolzen verschraubt, eventuell noch mit eisernen Reifen verstärkt werden (Fig. 18).

Die schlitzartige Aufpfropfung (Anblattung), Fig. 19, kann bei Kanthölzern Anwendung finden; das Holz wird dabei aber sehr geschwächt, daher das gerade Blatt den Vorzug verdient.

## 2. Verbreitern der Hölzer.

(Tafel 2.)

Die Verbindung der Balken, Bohlen, Pfosten und Bretter an den Stoßflächen ihrer Langseiten, eventuell zu ganzen Wänden, kann durch das Fugen (bzw. Messern und Kalfatern), Spunden, Falzen und Federn geschehen.

*a*) Beim F u g e n (Fig. 20) werden die Stoßfugen der Pfosten oder Bretter senkrecht zur Holzoberfläche eben und glatt gehobelt, die Bretter stumpf aneinandergestoßen, fest aneinandergepreßt und zumeist an Unterlagshölzer u. dgl. festgenagelt. Bei Blockwänden oder Dippeldecken (Fig. 28) werden die aneinanderstoßenden Balken bzw. Dippelbäume, an den Stoßflächen durch zirka 15 *cm* lange, 2·5 *cm* dicke, zumeist harte Holzdübel verbunden, welche auf 1·50 bis 2·50 *m* Entfernung angeordnet und senkrecht zu den Stoßflächen eingebohrt werden. Bei Dippeldecken ist dies von großer Wichtigkeit, weil dadurch die einzelnen Träme zu einem Ganzen verbunden erscheinen und eine ungleichmäßige Belastung sich auf einen größeren Teil der Decke verteilt.

Können die Dübel nicht senkrecht zu den Stoßflächen angeordnet werden, wie z. B. beim Auswechseln einzelner schadhafter Träme, so sind sogenannte Kreuzdübel (Fig. 28, rechte Seite) von oben einzubohren, welche ähnlich wirken.

Beim M e s s e r n (Fig. 21) stehen die Stoßflächen nicht senkrecht, sondern schief zu den Holzflächen.

K a l f a t e r n (Fig. 22) nennt man das wasserdichte Verschließen der Fugen, z. B. beim Schiffbau.

Die Säume der Stoßfugen werden an der Wasserseite schräge abgehobelt. In diese klaffenden Fugen werden mit dem Kalfatereisen entweder trockenes Baummoos oder zu einem leichten Stricke gedrehtes Werg oder sonst stark quellende Körper voll eingetrieben und darüber eine dünne Leiste von zähem Eichen- oder Birkenholz mit eisernen Klammern (Fröschen) befestigt. Statt Moos oder Werg kann man die Fugen auch mit weichem Holze (Weide, Linde oder Pappel) verschließen, welches in die Fuge, passend zugearbeitet, hineingepreßt und auch mit Fröschen befestigt wird; durch das Aufquellen des weichen Holzes im Wasser werden die Fugen dicht abgeschlossen. Bei beiden Arten werden die Fugen zur vollkommenen Dichtung mit einem siedenden Gemenge von gleichen Teilen Pech, Teer und Unschlitt oder mit einem Gemenge von 2 bis 3 Teilen Steinkohlenteer und 1 Teil Baumharz bestrichen, darüber wird noch ein mit dieser Mischung getränkter Jute- oder Leinwandstreifen geklebt.

*b*) S p u n d e n nennt man jene Verbindung, bei der die Hölzer an den Stoßflächen auf die ganze Länge mit einem Teile ihres Querschnittes ineinandergreifen. Der eingreifende Teil heißt F e d e r und der ausgearbeitete heißt N u t oder S p u n d.

Die Q u a d r a t s p u n d u n g (Fig. 25) ist nur bei stärkeren Hölzern gebräuchlich, während für schwächere Hölzer die K e i l s p u n d u n g (Fig. 23) oder die s t u m p f e K e i l s p u n d u n g (Fig. 24) vorteilhafter ist, wobei die Federn gleichseitige, bei Fig. 24 abgestumpfte Dreiecke bilden.

*c*) Das F a l z e n (Fig. 26) wird nur bei schwachen Hölzern (Brettern), wo eine Spundung nicht mehr ausführbar ist, und meist nur bei vertikaler Lage derselben gebraucht.

*d*) Das F e d e r n (Fig. 27) unterscheidet sich von der Quadratspundung nur dadurch, daß an beiden Stoßflächen die Nut ausgearbeitet und in diese eine gut passende, zumeist harte Holzleiste (Feder) eingetrieben wird.

## 3. Verstärken der Hölzer.

Legt man zwei vierkantige Balken von gleichem Querschnitte ohne jede Verbindung übereinander, so wird dieser doppelte Balken auch das doppelte Tragvermögen des einfachen Balkens besitzen. Verbindet man jedoch die übereinander-

gelegten Balken derartig fest miteinander zu einem Ganzen, daß kein Verschieben der Balken eintreten kann, so wird dadurch das Tragvermögen bedeutend vergrößert, weswegen man einen derart zusammengesetzten Balken einen verstärkten Balken nennt.

Nach den Lehren der Baumechanik wächst nämlich das Tragvermögen eines Balkens von bestimmter Breite im quadratischen Verhältnisse der Balkenhöhe. Darnach wird also z. B. die Tragfähigkeit eines aus drei Einzelbalken zusammengesetzten, verstärkten Balkens, dessen Höhe somit $3\,h$ ist, sich zur Tragfähigkeit eines einzelnen Balkens wie $(3\,h)^2 : h^2 = 9\,h^2 : h^2$ verhalten, also neunmal so groß als die Tragfähigkeit des Einzelbalkens sein, während drei lose übereinandergelegte Balken nur eine dreimal so große Tragfähigkeit als der einzelne Balken besitzen. In Wirklichkeit wird infolge Schwächung des Holzes bei Ausarbeitung der Verbindungen die Tragfähigkeit eines verstärkten Balkens um zirka $^1/_9$ geringer sein als die berechnete Tragfähigkeit.

Man hat also durch das Verbinden der Balken ein Mittel, auch für größere Spannweiten bzw. Belastungen Holzbalken als Träger verwenden zu können.

Diese Verstärkung der Balken kann erfolgen: *a*) durch die Verzahnung, *b*) durch die Verdübelung, *c*) durch Einlegen von Klötzeln und *d*) durch Armierung mit Zuhilfenahme von Eisen.

### *a*) Verzahnte Balken oder gesprengte Rosse.

(Fig. 29, T. 2.)

Die übereinanderliegenden Hölzer greifen sägezahnartig ineinander und sind überdies durch Schraubenbolzen verbunden. Zwischen das Hirnholz der Zähne (*Z*) legt man manchmal Eisenplatten oder man treibt eichene Keile ein, um das gegenseitige Einpressen der Hirnholzflächen zu vermindern. Die Gesamthöhe eines verzahnten Balkens soll $^1/_{15}$ bis $^1/_{12}$ der freien Länge nicht überschreiten. Die Länge der Zähne beträgt gewöhnlich das Doppelte und die Höhe derselben $^1/_{10}$ bis $^1/_8$ der Trägerhöhe.

Verzahnte Balken werden zumeist auf folgende Art hergestellt: Die übereinanderliegenden Balken werden zuerst auf $^1/_{60}$ bis $^1/_{200}$ ihrer Länge durchgebogen (gesprengt), indem selbe entweder in der Mitte unterstützt und an beiden Enden mit Winden oder Ketten hinabgedrückt werden oder indem man sie an beiden Enden auflegt und in der Mitte entsprechend belastet. Nun werden von der Mitte der Balken gegen beide Enden vertikale Teilstriche in gleichen, der doppelten Trägerhöhe entsprechenden Entfernungen vorgerissen, sodann werden die Zähne mit einer der Höhe und Länge derselben entsprechenden linealartigen Schablone *S* vorgezeichnet, indem man diese mit einer Diagonalen an zwei Schnittpunkte der vertikalen Teilungslinien mit den Tramauflagerflächen anlegt und den Umfang der Schablone an den Trämen genau vorreißt. Die vorgerissenen Dreiecke werden sodann genau ausgearbeitet, die Balken in gebogener (gesprengter) Lage mit den Zähnen aufeinandergelegt und auf die 1- bis 2fache Zahnlänge mit Schraubenbolzen entsprechend verbunden.

Der obere Balken kann, da er nur auf Druck beansprucht wird, auch aus zwei Teilen bestehen, in welchem Falle nur der untere Balken gesprengt und der obere in der Mitte gestoßen wird, wie es die Fig. 29 zeigt.

Ein Nachteil der verzahnten Balken ist der, daß man durch das zeitraubende Ausschneiden der Zähne auch noch an Höhe, daher auch an Tragfähigkeit verliert.

Wenn das Holz vollkommen gut ausgetrocknet ist, die Zähne sehr genau ineinander passend ausgearbeitet, eventuell mit Eisenplättchen an den Hirnholzflächen belegt sind, ferner die Schraubenbolzen genau in die Bohrlöcher passen und gut angezogen sind, so kann die Tragfähigkeit eines solchen verstärkten Balkens nur $^1/_9$ geringer als die eines vollen Balkens von gleichen Dimensionen, wie beide

Balken zusammen, angenommen werden. Da aber dieser Voraussetzung in den seltensten Fällen entsprochen wird und auch das Schwinden des Holzes nachträgliche Lockerung verursacht, so ist diese umständliche und wenig entsprechende Verstärkung der Hölzer durch neuere, einfache, bessere Konstruktionen nach und nach verdrängt worden.

### *b*) Verdübelung.

Durch die Verdübelung wird einerseits die volle Balkenhöhe ausgenützt und andrerseits die Unverschieblichkeit der miteinander verschraubten Balken auf sehr einfache Weise durch Eintreiben von verschieden geformten, harten Holzkeilen (Dübeln) in entsprechende Ausnehmungen der Träme erzielt.

Nachdem die Verschiebung zweier aufeinanderliegender, belasteter Balken derart erfolgt, daß die Verschiebung gegen die Enden immer mehr zunimmt, in der Mitte aber gleich Null ist, so sollte man dementsprechend die Dübeln gegen die Enden zu, immer näher aneinanderrücken; in der Praxis aber genügt die Anordnung der Dübeln an den äußeren Balkenvierteln, während in der Mitte die Balken bloß verschraubt werden. Dadurch wird auch der Balken in der Mitte, also in dem am meisten beanspruchten Teile, in seiner vollen Stärke erhalten.

Es können 2 bis 5 Balken durch Verdübelung miteinander verbunden werden, und es empfiehlt sich auch hier, den einzelnen Balken eine Sprengung wie bei der Verzahnung zu geben.

Die Fig. 30, T. 2, zeigt die Verdübelung mit prismatischen Dübeln (Zahndübeln), wobei die $^1/_5$ Balkenhöhe dicken und eine Balkenhöhe langen Zähne in den äußeren Balkenvierteln in Abständen gleich den beiden Balkenhöhen so eingesetzt werden, daß sich Hirnholz gegen Hirnholz stemmt, nach welcher Richtung die Holzfasern die größte Druckfestigkeit besitzen.

In Fig. 31, T. 2, ist die Verdübelung mit Doppelkeilen (Keildübeln) dargestellt, bei welcher wieder in den äußeren Balkenvierteln in Abständen gleich den beiden Balkenhöhen in rechteckige, $^1/_5\,h$ hohe Ausnehmungen harte Doppelkeile eingetrieben werden, nachdem früher die beiden Balken locker verschraubt wurden. Nach dem Eintreiben der Keile werden erst die Schraubenmuttern ganz angezogen.

Gegenwärtig ist die in Fig. 32, T. 2, dargestellte Verdübelung gebräuchlich, bei welcher die Balken mit Zwischenräumen von $^1/_{10}\,h$ übereinandergelegt und durch Schraubenbolzen verbunden werden.

Um dieselben fest anziehen zu können, werden bei den Schraubenbolzen zwischen die Balken Brettstücke eingelegt. Vor dem Eintreiben der Keile sollen sämtliche Verbindungsbolzen nur lose, nach dem Eintreiben der Doppelkeile aber möglichst stark angezogen werden. Für die harten Doppelkeile sind die Löcher $^4/_5\,h$ bis $h$ breit und $^3/_{10}\,h$ hoch zu machen.

Diese Konstruktion bezweckt die Gewinnung größerer Balkenhöhen, also auch einer größeren Tragfähigkeit des verstärkten Balkens, und die Möglichkeit eines raschen Austrocknens an den verdübelten Stellen, was bei Trägern, welche im Freien eingebaut werden, für die Dauer des Holzes von großer Wichtigkeit ist.

Ausgeführte Zerbrechungsversuche von verstärkten Trägern haben ergeben, daß die Vermehrung der Reibung zwischen den aufeinandergelegten Balken durch festeres Anziehen der Schraubenbolzen zur Verstärkung des Balkens nur wenig beiträgt, daher ist es besser, die Balken nach Fig. 32, T. 2, mit Zwischenräumen aufeinanderzulegen.

### *c*) Klötzelholzträger.

Durch Aufeinanderlegen mehrerer Balken mit größeren Zwischenräumen, in welche von Strecke zu Strecke kurze Balkenstücke — Klötzel genannt —, teilweise in die Balken versetzt, eingelegt und mit den Balken verschraubt werden,

entstehen die sogenannten Klötzelholzträger (Fig. 33, T. 2). Die Klötzel sind aus dem gleichen Material zu erzeugen wie die Balken und müssen genau in die Balkenausschnitte passen, sind daher etwas größer zu schneiden und genau abzuhobeln. Die einzuhaltenden Dimensionen sind aus der Figur ersichtlich.

Die Vorzüge der Klötzelholzträger gegenüber den verdübelten Balken bestehen darin, daß die Gesamthöhe der Träger größer ist, wodurch ein größeres Tragvermögen bei einfacherer Konstruktion erreicht wird, und daß die durch die Schraubenbolzen unmittelbar festgehaltenen Klötzel sich nicht so leicht lockern können wie die Dübel, welche bloß zwischen den Bolzen angeordnet sind.

### *d*) Armierte Träger.

Durch die Anordnung von eisernen Zugstangen, etwa nach Fig. 34, T. 2, können Balken ein- oder auch mehrmals unterstützt werden, wodurch auch deren Tragvermögen bedeutend erhöht wird. Zum Anspannen der ganzen Konstruktion müssen die Zugstangen an den Enden mit starken Schraubengewinden versehen sein.

## 4. Verknüpfen der Hölzer.

(Tafel 3.)

Sind zwei oder mehrere Hölzer in sich kreuzender Lage zu verbinden, so nennt man die hierzu erforderliche Holzverbindung Verknüpfung.

Diese kann erfolgen, und zwar durch: *a*) Überblattung und Überschneidung, *b*) Verzapfung, *c*) Versatzung, *d*) Verkämmung, *e*) Aufklauung und *f*) Anschiftung.

### *a*) Die Überblattung.

Bei dieser Verbindung werden gleichstarke Balken je zur Hälfte des Balkenquerschnittes ausgeschnitten und mit den Einschnitten so übereinandergelegt, daß sie bündig, d. h. mit ihren oberen und unteren Flächen in eine Ebene zu liegen kommen. Ungleich starke Hölzer werden so überblattet, daß sie nur mit einer Balkenseite bündig liegen, dabei ist zu beachten, daß das tragende (untere) Holz niemals zu stark ausgeschnitten (geschwächt) werde. Fig. 1 zeigt die volle Überblattung, wenn beide Hölzer über die Verbindungsstelle hinausreichen; Fig. 2 eine solche, wenn das eine Holz bloß anstößt, also in der Verbindung endet, und Fig. 3 eine Ecküberblattung, bei welcher beide Hölzer in der Verbindung enden. Die zwei letzteren Verbindungen müssen zur Verhinderung einer Seitenverschiebung verbohrt werden. Dürfen die zu verbindenden Hölzer nicht um den halben Querschnitt geschwächt werden, handelt es sich also bloß darum, dieselben gegen eine seitliche Verschiebung zu sichern, so werden in jedem Holze nur zirka 4 *cm* des Querschnittes herausgearbeitet; es entsteht so die teilweise Überblattung (Fig. 4), bei welcher die Hölzer selbstredend nicht bündig liegen können.

Darf ein Holz in seinem Querschnitt gar nicht geschwächt werden, so wendet man die Überschneidung (Fig. 5) an; bei dieser ist nur ein Balken ausgeschnitten und muß einer Verschiebung in der Richtung des ganzen Holzes auf andere Weise vorgebeugt werden, z. B. durch Anordnung eines Schraubenbolzens.

Die hakenförmige Ecküberplattung (Fig. 6) soll gegen ein seitliches Ausweichen der Hölzer sichern; die Abscherungsfläche des eingearbeiteten Hakens ist aber viel zu klein, um einen größeren Zug auszuhalten.

Die Überblattung nach Fig. 7 mit ganzem und nach Fig. 10 und 11 mit halbem Schwalbenschwanz sichert gegen das Herausziehen der Hölzer, wird aber meist dennoch verbohrt.

Die schräge Ecküberblattung nach Fig. 8 verhindert das Herausziehen der Hölzer nur nach einer Seite, muß daher verbohrt werden.

Bei dem in Fig. 9 dargestellten Tirolerschnitt ist das Herausziehen der Hölzer nach keiner Seite möglich, daher eine Verbohrung überflüssig.

### *b*) Die Verzapfung.

Die Verzapfung wird meistens angewendet, wenn von den zu verknüpfenden Hölzern mindestens eines am Kreuzungspunkte endet. Das anstoßende Holz wird mit einem entsprechend zugearbeiteten Zapfen in ein korrespondierendes Zapfenloch des anderen Holzes gesteckt. Diese Verbindung ist mit Rücksicht auf den meistens kleinen Zapfenquerschnitt in dieser Richtung weniger fest und hat auch den Nachteil, daß sich bei im Freien verwendeten Hölzern in den unteren Zapfenlöchern Wasser ansammeln kann, welches zur raschen Fäulnis des Holzes Anlaß bietet. Gegen seitliche Verschiebung kann die Verzapfung durch Verbohrung, Verschraubung, am besten aber durch eiserne Bänder gesichert werden.

Fig. 12 zeigt den einfachen, geraden Zapfen; er ist $^1/_3 b$ breit und $^1/_3 h$ hoch.

Fig. 13 stellt den zurückgesetzten oder geächselten Zapfen dar, welcher bei Ecken gebraucht wird; derselbe ist so dimensioniert wie der gerade Zapfen; der fehlende Teil des Zapfens bildet in seiner Grundfläche ein Quadrat.

Der Scherzapfen nach Fig. 14 wird häufig zur Verbindung der Dachsparren am First gebraucht. Der Ausschnitt beträgt $^1/_3$ der Holzbreite und heißt Gurgel, das hineinpassende Stück ist der Zapfen.

Der Kreuzzapfen (Fig. 15) leistet mehr Widerstand gegen Verschiebung und wird $^1/_4 h$ hoch gemacht. Derselbe hat bei Anwendung im Freien den Vorteil, daß er keine Wassersäcke bildet; er wird daher häufig zur Verbindung von Ständern mit Schwellen angewendet.

Der schräge Zapfen (Fig. 16) wird bei Hölzern (Streben u. dgl.), die unter schiefen Winkeln zusammentreffen, gebraucht. Um das etwa eingedrungene Regenwasser aus dem Zapfenloche ableiten zu können, macht man das Zapfenloch nach einer Seite tiefer und bohrt ein Loch nach außen durch.

Fig. 17 zeigt den doppelten, geraden Zapfen, welcher nur bei sehr starken Hölzern verwendet wird.

Der Blattzapfen (Fig. 18) und der Seitenzapfen (Fig. 19) lassen eine gute Verbindung von Ständern mit Schwellen und Kappen zu. Sie werden im Hochbau selten, im Wasserbau öfter angewendet.

Der Jagdzapfen (Fig. 20). Dieser ist sonst gleich dem schrägen Zapfen und wird bei fertig aufgestellten Konstruktionen angewendet, wenn diese durch schräge angeordnete Hölzer (Büge) zu verspreizen sind. Der schräge Zapfen des unteren Endes, des Buges, wird in das entsprechende Zapfenloch gesteckt; der an dem oberen Ende zugearbeitete Zapfen muß nach der Sehne $a\,b$ eines Kreisbogens zugeschnitten sein, dessen Mittelpunkt in $c$, dem Endpunkte des anderen Zapfens, liegt und dessen Radius gleich der Länge des Buges ist, damit letzterer durch entsprechende Schläge in das korrespondierende Zapfenloch getrieben (gejagt) werden kann. Eine gute Verbohrung ist für diese Verbindung unerläßlich.

Bei Wasserbauten, wenn es sich darum handelt, Kappen gegen den Auftrieb des Wassers zu sichern, wendet man den sogenannten Grundzapfen (Fig. 21) an; diese Verbindung besteht darin, daß man das Zapfenloch durch die Kappenhöhe reichen läßt, dasselbe nach oben erweitert und den Zapfen durch Eintreiben von Keilen spaltet, so daß derselbe das Zapfenloch ganz ausfüllt.

### *c*) Die Versatzung.

Stößt ein Balken mit dem Hirnholze unter schiefem Winkel an die Langseite eines anderen, so können diese Hölzer statt mit dem schrägen Zapfen, dessen geringer Querschnitt leicht abgeschert werden könnte, durch eine Versatzung ver-

bunden werden, welche außerdem in ihrer Fortsetzung mit dem schrägen Zapfen oder auch mit Bolzen, eisernen Bändern u. dgl. verstärkt werden kann.

Die einfache Versatzung (Fig. 22) wird $^1/_4$ bis $^1/_6\,h$ tief gemacht und in der Winkelhalbierung abgeschlossen. Bei spitzen Winkeln muß diese Verbindung unbedingt mittels Klammern oder Schraubenbolzen verstärkt werden, um ein Herausspringen zu verhindern. Die Schraubenbolzen können senkrecht zur schiefen oder horizontalen Balkenrichtung angeordnet werden. Letztere Anordnung ist besser, da die Bolzen hierbei nicht zu sehr in Anspruch genommen und die Hölzer auch in die Verbindung hineingezogen werden.

Bei der einfachen Versatzung mit Zapfen (Fig. 23) ist die Tiefe der Einlassung $^1/_6$ bis $^1/_4$ der Höhe des versatzten Balkens; der Zapfen wird so dimensioniert, wie dies früher angegeben wurde.

Bei starken Hölzern und kleinerem Neigungswinkel ist als solidere Verbindung die doppelte Versatzung mit oder ohne Zapfen zu empfehlen (Fig. 24). Bei der doppelten Versatzung muß der innere Absatz tiefer liegen. Man macht gewöhnlich $^1/_6\,h$ die äußere und $^1/_4\,h$ die innere Versatzung, während der eventuelle Zapfen $^1/_3\,h$ tief ist und auf $^1/_4\,b$ Stärke gearbeitet wird. Das Verstärken der Verbindung mit Schraubenbolzen ist immer notwendig.

Die zurückgesetzte Versatzung mit oder ohne Zapfen nach Fig. 25 wird angewendet, wenn der tragende Balken keinen oder zuwenig Vorkopf besitzt. In der Praxis wird meist nur die rückwärtige Versatzung ausgeführt, die vordere aber weggelassen.

Die Überblattung mit Versatzung nach Fig. 27 ist eine einfache Verbindung, welche hauptsächlich bei einer Kreuzung unter spitzem Winkel gemacht wird. Die Versatzung kann hierbei doppelt oder einfach sein.

### *d*) Die Verkämmung.

Diese Verbindung ist nicht bündig und hat lediglich den Zweck, die Verschiebung von sich kreuzenden Balken zu verhindern. Man macht daher in beiden Balken auf 3 bis 5 *cm* Tiefe verschiedenartige, ineinander passende Ausschnitte (Kämme). Bei dieser Anordnung können die Balken sich wieder vollkommen kreuzen oder es können ein oder auch beide Balken an der Kreuzungsstelle enden. Die am häufigsten vorkommenden Verkämmungen sind: der gewöhnliche Kamm (Fig. 28), der Kreuzkamm (Fig. 29) und der halbe oder ganze schwalbenschwanzförmige Kamm (Fig. 30), letzterer besonders dann anzuwenden, wenn das aufzukämmende Holz bei der Kreuzung endet. Außer diesen kann man den Kämmen noch verschiedene andere Formen geben.

### *e*) Das Aufklauen.

Dieses ist eine Verbindung der Hölzer, welche eintritt, wenn ein Balken den zweiten an der Kante kreuzt (Fig. 31) oder wenn ein Balken mit seinem Hirnholz auf die Kante eines zweiten Balkens stoßt (Fig. 32). Um das Aufspalten der Klaue in Fig. 32 zu verhüten, schaltet man ein gerades Mittelstück, den sogenannten Steg, ein.

### *f*) Das Anschiften.

Diese Verbindung besteht bloß in einem Anschmiegen des Hirnholzes eines Balkens an das Langholz eines anderen Balkens derselben Art (Fig. 33). Die ebene Fläche, an der die Verbindung stattfindet, heißt Schmiegefläche. Eine entsprechende Verstärkung mittels langer Nägel (Schiftnägel), Klammern usw. ist stets notwendig.

Schließlich sei noch die zumeist bei Tramwechseln gebräuchliche, sogenannte Überblattung mit Brüstung erwähnt. Diese Verbindung kann nach

Fig. 34 mit „Rast", mit „Zapfen" oder einfach durch schiefen Schnitt erfolgen, muß aber stets mit Klammern, Schienen u. dgl. hinreichend verstärkt werden.

## *C.* Häng- und Sprengwerke.

(Tafel 4.)

Die Häng- und Sprengwerke dienen zur Unterstützung frei aufliegender, langer Balken und zur Übertragung der Belastung auf die Endwiderlager.

Erfolgt diese Unterstützung durch eine oberhalb des Tragbalkens angebrachte geeignete Holzkonstruktion, so daß der Balken an einem oder mehreren Punkten an diese Konstruktion gleichsam aufgehängt erscheint, so entsteht ein Hängwerk. Wird aber der Tragbalken an einem oder mehreren Punkten durch eine unterhalb angebrachte Holzkonstruktion unterstützt, so ist dies ein Sprengwerk.

Erfolgt die Unterstützung des Tragbalkens in beiden Fällen an einem Punkte, so entsteht ein einfaches, an zwei Punkten ein doppeltes und an mehreren Punkten ein zusammengesetztes Häng- bzw. Sprengwerk (T. 4, Fig. 1, 4 bis 7 und Fig. 27 bis 29).

Vereinigte Häng- und Sprengwerke nennt man jene Konstruktionen, bei welchen beide kombiniert erscheinen (T. 4, Fig. 2 und 3).

### 1. Hängwerke.

Das einfache Hängwerk (Fig. 1, T. 4) besteht aus den Haupt- oder Bundbalken (Tram) *B*, der Hängsäule *H* und den Streben *S*.

Bei dieser Konstruktion kann sich der Hauptbalken in der Mitte nicht durchbiegen, weil er an die Hängsäule aufgehängt ist und diese wieder durch die beiden Streben an der Abwärtsbewegung gehindert wird. Letzteren gibt man eine Neigung von 30 bis 45° gegen den Bundtram.

Das doppelte Hängwerk (Fig. 4, T. 4) hat außer dem Hauptbalken *B* und den beiden Streben *S* zwei Hängsäulen *H* und einen Spannriegel *R*.

Das mehrfache (zusammengesetzte) Hängwerk kann verschieden konstruiert werden. In Fig. 5 besteht es aus zwei einfachen Hängböcken (*1*, *2*, *3*, *6* und *3*, *4*, *5*, *7*), deren innere Streben sich gegen die Mitte des Bundbalkens stützen und aus einem darüber befindlichen großen, einfachen Bock (*A*, *B*, *C*, *3*), dessen Hängsäule den Druck von den kleinen (inneren) Streben aufnimmt.

In Fig. 6 ist über einem doppelten Hängwerke (*1*, *2*, *3*, *4*, *5* und *6*) ein einfaches Hängwerk (*A*, *B*, *C*, *D*) angeordnet, dessen Hängsäule aber nur bis zum Spannriegel reicht. Eine solche Konstruktion kann bei einem Dachstuhl vorkommen, woselbst der Spannriegel gleich die Last einer oberen Etage tragen muß.

In Fig. 7 reicht die Hängsäule des großen, einfachen Hängwerkes bis zum Hauptbalken herab, wodurch derselbe in drei Punkten aufgehängt erscheint.

Hängwerke finden im Hochbau häufige Anwendung; man kann Räume von 7 bis 10 *m* mit dem einfachen und bis zu 15 *m* mit dem doppelten Hängwerk überdecken.

Detailverbindungen beim Hängwerk. Die Mittellinien dreier zusammenstoßender Balken sollen tunlichst in einem Punkte zusammentreffen, damit keine Verdrehung derselben stattfinden kann (Fig. 13 *a*, T. 4). Man bezeichnet eine solche Konstruktion als „harmonische Konstruktion".

*a*) Die Verbindung der Streben mit dem Hauptbalken kann durch die einfache oder doppelte Versatzung (mit oder ohne Zapfen) erfolgen (Fig. 8, 9, T. 4). Bei starken Hängwerkskonstruktionen wird oft ein Schuh aus hartem Holze am Ende des Bundtrams aufgelegt, mit diesem verdübelt und verbolzt (Fig. 10, T. 4). Dieser Schuh, in welchen die Streben versatzt werden, verhindert

die sonst unvermeidliche Schwächung des Bundtrams durch die Versatzung und kann bei eingetretener Schadhaftigkeit leicht ausgewechselt werden.

Bei leichterer Konstruktion kann der Schuh auch nach Fig. 11 angeordnet werden, wobei die Strebe nur stumpf an die Hirnseite des Schuhes anstoßt und mit diesem durch Klammern verbunden wird. Auch eiserne Schuhe, etwa nach Fig. 12, T. 4, können zur Verwendung gelangen.

Bei kleinerem Winkel (unter 35°) müssen die Streben mit dem Bundtram immer verbolzt werden, wobei der Bolzen entweder senkrecht zur Richtung der Streben oder besser senkrecht zum Bundtram gestellt wird. Bei leichteren Hängwerkskonstruktionen (Gerüsten) erfolgt die Verstärkung oft auch nur durch Klammern.

*b*) Die Verbindung der Streben mit den Hängsäulen erfolgt ebenfalls mit der einfachen oder doppelten Versatzung (mit oder ohne Zapfen) und Verstärkung mit Schraubenbolzen nach Fig. 13 *a* und *b*, T. 4. Darf aber die Hängsäule aus konstruktiven Gründen nicht über die Streben hinausreichen, so geschieht die Verbindung meistens nach Fig. 14, T. 4, indem man die Streben mit dem Hirnholz gegen Hirnholz aneinanderstoßen läßt, die Hängsäule an die unteren Seiten der Streben anschiftet und darüber eine eiserne Kappe mit Schraubenbolzen befestigt. Durch Einlegen einer Eisenblechplatte zwischen dem Hirnholze der beiden Streben kann das Ineinanderpressen der Hirnholzflächen verhindert werden.

Besteht die Hängsäule aus zwei Balken (Fig. 15, T. 4), so umfaßt sie zumeist die Streben mittels Bildung eines Vorkopfes oder es kann die Verbindung ähnlich wie in Fig. 14, T. 4, mit eisernem Schuh erfolgen.

Beim doppelten Hängwerk wird die Verbindung der Hängsäulen mit Streben und Spannriegel in analoger Weise vorgenommen wie beim einfachen Hängwerk; siehe Fig. 22 bis 26, T. 4.

*c*) Bei der Verbindung der Hängsäule mit dem Hauptbalken ist zu beachten, daß die Hängsäule den Hauptbalken niemals belasten darf, es muß daher zwischen diesen Hölzern ein kleiner Spielraum bleiben, damit bei eventueller Setzung des Hängbockes die Hängsäule nicht auf den Hauptbalken drückt. Das Aufhängen des Hauptbalkens an die Hängsäule erfolgt zumeist mit eisernen Bändern nach Fig. 16, T. 4, wobei das eiserne Band den Hauptbalken umfaßt und an die Hängsäule festgeschraubt wird, oder nach Fig. 17, T. 4, nach welcher zwei an den unteren Enden mit Schraubengewinden versehene Hängeisen, die unten eine durchlochte Flacheisenschiene tragen, auf welcher der Bundtram aufliegt, an die Hängsäule mit Bolzen festgeschraubt werden.

Diese letztere Art ermöglicht das Anspannen der ganzen Konstruktion durch Anziehen der Schraubenmuttern. Da aber die ganze Last nur von den beiden Schraubenmuttern getragen wird, so müssen diese dementsprechend stark und hoch sein.

## 2. Sprengwerke.

Je nachdem der Hauptbalken einmal, zweimal oder mehrmals unterstützt wird, unterscheidet man einfache, doppelte und mehrfache Sprengwerke (Fig. 27, 28 und 29, T. 4).

Das einfache Sprengwerk besteht aus dem Hauptbalken *B* und den Sprengstreben *S*, die doppelten und mehrfachen außerdem noch aus Spannriegeln (Sprengriegeln) *R*.

Die Unterstützung des Hauptbalkens kann entweder direkt durch die Streben erfolgen (Fig. 27, T. 4), wobei jeder Balken zwei Streben erhalten muß oder es kann (Fig. 28, T. 4) ein Unterzug *U* angeordnet werden, welcher nur unter den Randbalken von den Streben unterstützt wird und den dazwischenliegenden Hauptbalken als Auflager dient.

Sprengwerke finden wegen des starken Schubes, den die Streben auf die Widerlager ausüben, im Hochbau nur selten Anwendung.

Detailverbindungen der Sprengwerke. Feste, solide Verbindungen der Hauptkonstruktionshölzer und unverrückbare Stützpunkte für die beiden Streben sind unerläßlich, da sonst leicht Setzungen eintreten.

*a*) Verbindung der Streben mit dem Hauptbalken. Bei einem einfachen Sprengwerke stoßen die Streben stumpf zusammen oder greifen mit kurzen Zapfen in den Hauptbalken ein (Fig. 31, T. 4); es können hierfür auch eiserne Schuhe (Fig. 33, T. 4) verwendet werden. Befindet sich unter dem Hauptbalken ein Unterzug, so werden die Streben aufgeklaut (Fig. 32, T. 4). Bei doppelten Sprengwerken, bei welchen es sich bloß um die Unterstützung einzelner Balken handelt, können die Streben einfach mit dem Bundtram versatzt und mit Klammern oder Schraubenbolzen verstärkt werden (Fig. 34, T. 4). Besser ist die Anordnung eines Spannriegels nach Fig. 28, T. 4, welcher gleichzeitig den Hauptbalken verstärkt und mit diesem entweder verklammert, verbolzt oder auch verdübelt wird. Die Sprengstreben stoßen dann im Halbierungswinkel stumpf, eventuell mit einer kleinen Rast an die Hirnholzflächen des Spannriegels, Fig. 28, T. 4 und Detail I, oder bei vorhandenem Unterzug an diesen, nach Detail II.

Mehrfache Unterstützungen können durch Kombination mehrerer Sprengwerke, etwa nach Fig. 29, T. 4, gebildet werden. Fallen hierbei die Streben so lang aus, daß sie leicht schwingen können, so ordnet man vertikale oder geneigte Zangenhölzer *Z* zur Versteifung an, welche die Streben umfassen und mit diesen verbolzt werden.

Sind mehrere solche Sprengwerke nebeneinander angeordnet, wie z. B. bei Brücken, so ist auch für eine gute Querverbindung gegen seitliches Ausweichen vorzusorgen. Für diesen Zweck können z. B. Querträger zwischen Hauptbalken und Spannriegel, etwa nach Fig. 35, T. 4, eingelegt und mit diesen verkämmt und verbolzt werden.

*b*) Verbindung der Streben mit den Widerlagern. Je nachdem die Endwiderlager aus Mauerwerk oder Holz sind, ist auch der Anschluß der Strebenfüße an diese verschieden. Bei gemauerten Widerlagern soll die Auflagerfläche tunlichst senkrecht zur Strebe gerichtet und mit Stein oder Eisen derart armiert sein, daß der Strebendruck auf eine hinreichend große Mauerfläche verteilt und der zulässige Druck auf das Mauerwerk nicht überschritten werde. Für den ungehinderten Abfluß des in die Verbindung etwa eindringenden Regenwassers muß hinreichend gesorgt werden, damit die Strebenfüße nicht anfaulen. Sie dürfen daher niemals eingemauert werden.

Einige Beispiele sind in Fig. 36, 37 und 38, T. 4, gegeben, und zwar stößt der Strebenfuß in Fig. 36 gegen zwei in Portlandzement gemauerte Ziegelrollscharen und in Fig. 37 und 38 gegen entsprechende Quadern, wobei die Strebenfüße auch in eisernen Schuhen stecken können.

Sind die Widerlager aus Holz gebildet, wie dies bei Brückenprovisorien, Gerüstungen usw. vorkommt, so werden die Streben nach Fig. 39, T. 4, in den Ständer versatzt und mit Bolzen verschraubt. Für solidere Konstruktionen können auch eiserne Schuhe, etwa nach Fig. 40, T. 4, verwendet werden. Auch können quer über die Ständer Gurthölzer (Fig. 30, T. 4) festgeschraubt werden, gegen welche die Strebenfüße stumpf anstoßen, eventuell mit den Ständern seicht verzapft werden. Bei Mittelfeldern wird diese Konstruktion, wie Fig. 30, T. 4, darstellt, auf beiden Seiten durchgeführt.

### 3. Vereinigte Häng- und Sprengwerke.

Bei diesen liegt die tragende Konstruktion teils ober, teils unter dem Hauptbalken, welcher gewöhnlich aus zwei schwächeren Balken besteht, die anderen Hölzer zangenartig umfaßt und mit diesen verbolzt wird (Fig. 2 und 3, T. 4).

Bei Anordnung des einfachen Hängwerkes (Fig. 3) wird der Bundbalken *B* in der Mitte durch die Hängsäule *H* und außerdem noch an zwei Stellen durch die Streben *S* unterstützt. Bei Anordnung eines doppelten Hängebockes nach Fig. 2, T. 4, wird der Bundbalken an vier Stellen unterstützt.

Die Strebenfüße stützen sich gegen die Widerlagsständer *W*, welche für diesen Druck entsprechend stark dimensioniert sein müssen. Sie werden mit den Ständern versatzt, eventuell auch verzapft und zumeist auch verbolzt.

Die als Doppelzangen angeordneten Bundbalken werden mit den Ständern, Streben und Hängsäulen verbolzt, eventuell auch überschnitten. Die Versatzung der Streben und des Spannriegels mit den Hängsäulen, eventuell auch eine Verzapfung und Verstärkung mit Eisenbändern erfolgt auf die bei den Hängwerken erläuterte Art. Durch eine feste Verknüpfung der Kreuzungsstellen mit entsprechenden Schraubenbolzen werden unverrückbare Dreiecke geschaffen, welche die Konstruktion im Zustande des Gleichgewichtes erhalten.

Bei vereinigten Häng- und Sprengwerken können die Tragbalken auch durch voneinander unabhängige Häng- bzw. Sprengwerke unterstützt werden.

Bezüglich des Unterschiedes zwischen Häng- und Sprengwerken bestehen in der Literatur Meinungsverschiedenheiten. Die im vorhergehenden angewendeten Bezeichnungen sind bei den Zimmermannsarbeiten üblich. Bei größeren Konstruktionen (besonders im Brückenbau) nennt man vielfach, unter Bedachtnahme auf die Wirkung der Streben, S p r e n g w e r k e jene Konstruktionen dieser Art, bei welchen — ähnlich wie bei Bogenbrücken — der Horizontalschub, der von den Streben auf die Endauflager ausgeübt wird, nach außen gerichtet ist; dagegen H ä n g w e r k e solche Konstruktionen, bei denen dieser Horizontalschub — ähnlich wie bei Hängebrücken — nach innen gerichtet ist.

Nach dieser Bezeichnungen wären Fig. 41 bis 43, T. 4, e i n f a c h e S p r e n g w e r k e mit Bahn oben bzw. Bahn in der Mitte bzw. Bahn unten; Fig. 44 bis 46, T. 4, d o p p e l t e S p r e n g w e r k e mit Bahn oben bzw. Bahn in der Mitte bzw. Bahn unten; Fig. 47 bis 49, T. 4, e i n f a c h e H ä n g w e r k e mit Bahn oben bzw. Bahn in der Mitte bzw. Bahn unten; Fig. 50 bis 52, T. 4, d o p p e l t e H ä n g w e r k e mit Bahn oben bzw. Bahn in der Mitte bzw. Bahn unten.

Bei dieser Art der Unterscheidung gibt es noch weitere allgemeine Merkmale, welche für die Konstruktion und Wirkungsweise der Spreng- bzw. Hängwerke charakteristisch sind, und zwar: 1. Bei den Sprengwerken sind die Streben gegen die Mitte ansteigend, bei den Hängwerken gegen die Mitte fallend. 2. Bei den Sprengwerken sind die Streben auf Druck, bei den Hängwerken auf Zug beansprucht.

## *D.* Wände.

(Tafel 5.)

Holzwände können entweder ganz aus Balken bestehen oder bloß aus einem Gerippe von Balken, dessen Zwischenräume mit Brettern, Ziegeln oder anderen Materialien ausgefüllt werden.

Die Holzwände für Hochbauzwecke müssen sorgfältig vor Feuchtigkeit geschützt werden. Sie sind daher nicht direkt auf die Erde, sondern auf gemauerte und gegen das Aufsteigen der Erdfeuchte gut isolierte, 30 bis 45 *cm* hohe Sockelmauern zu stellen. Bei den Holzverbindungen und den Hirnholzflächen muß dem Eindringen von Niederschlägen entsprechend vorgebeugt werden.

Der Einbau der Feuerungsanlagen und Rauchschlote erfordert mit Rücksicht auf die Feuersgefahr bei Holzwänden besondere Vorsicht.

Geeignete Anstriche schützen gegen die Zerstörung durch Witterungseinflüsse, eventuell auch gegen Feuersgefahr (siehe Anstreicherarbeiten).

Nach der Konstruktion unterscheidet man: 1. Blockwände, 2. Spund- und Pfahlwände, 3. Riegel- oder Fachwerkwände, 4. Bretter- und Pfostenwände.

## 1. Blockwände.

Blockwände werden aus horizontal übereinandergelegten, mindestens an beiden Auflagerflächen behauenen Rundhölzern gebildet, welche an den Kreuzungsstellen eine teilweise Überblattung erhalten (Fig. 1, T. 5). Solider wird die Konstruktion mit waldkantig behauenen Hölzern (Fig. 2, T. 5) ausgeführt; vollkantige Hölzer (Fig. 3 und 4, T. 5) kommen seltener zur Anwendung.

An den Kreuzungsstellen werden die Hölzer meistens mit der teilweisen Überblattung und einem über die äußeren Wandflächen vorragenden, zirka 30 *cm* langen Vorkopf verbunden (Fig. 1 und 2, T. 5). Bei Anwendung von Kantholz ist ein Vorkopf nicht gebräuchlich und werden dann die Kreuzungsstellen entweder voll überblattet und verbohrt (Fig. 3, T. 5) oder mit einer Verzinkung versehen (Fig. 4, T. 5).

Nachdem bei einem Objekte der Sockel in der Regel nach oben in einer horizontalen Ebene abschließt, so muß bei Anwendung der teilweisen Überblattung an zwei gegenüberliegenden Wänden mit einem Balken von halbem Querschnitt begonnen werden, damit alle untersten Hölzer am Sockel voll aufliegen können; dasselbe gilt auch beim Abschlusse der Wand in der Deckenhöhe.

Die Balken sollen durch die ganze Wandlänge durchlaufen, nur bei langen Wänden können sie abwechselnd gestoßen werden, müssen aber dann auch auf zirka 2 *m* Entfernung mit abwechselnd schachbrettförmig verteilten Dübeln derart verbunden werden, daß ein seitliches Ausbiegen oder Herausfallen einzelner Balken nicht möglich ist.

Die Tür- und Fensteröffnungen werden seitlich durch Ständer begrenzt, welche mit den unten und oben die Öffnungen abschließenden Balken verzapft werden. Diese Ständer sind an der Wandseite mit einer durchlaufenden Nut versehen, in welche die anschließenden Wandhölzer mit durchlaufenden Zapfen eingreifen (Fig. 2, T. 5).

Die Fugen der aufeinanderliegenden Balken sollen mit Werg oder Moos gut ausgestopft werden, damit Wind und Regen nicht durchdringen können; auch können über die Fugen schwache Latten genagelt werden.

Die Hirnholzflächen an den Außenwänden sollen mit aufzunagelnden Brettern bedeckt werden, damit das Niederschlagswasser in die Poren des Holzes nicht eindringen kann. In den meisten Fällen, besonders aber an der Wetterseite, wird es sich empfehlen, die ganze Außenwand abzudecken. Das geschieht am einfachsten mit Baumrinde, besser aber mit Schindeln oder vertikal anzuordnenden Brettern.

Die inneren Wandflächen können vorteilhaft mit einer gefalzten Bretterverschalung bekleidet werden. Die Herstellung eines Stukkaturverputzes würde sich nicht empfehlen, weil dieser beim Trocknen und Schwinden des Holzes reißen und teilweise abfallen würde.

Blockwände sind nur in holzreichen Gegenden ökonomisch, wo andere geeignete Baumaterialien nicht vorhanden oder teuer sind. Sie geben bei guter Dichtung der Fugen trockene und warme Unterkunftsräume.

## 2. Spund- und Pfahlwände.

Diese Wände dienen meistens dazu, eine in nassem Boden oder unter Wasser anzulegende Bau- oder Fundamentsgrube vor dem Eindringen des Wassers zu schützen oder der Fundamentsohle einen Schutz gegen Unterwaschungen zu bieten. Diesen Zwecken entsprechend, müssen solche Wände möglichst gut abgedichtet und so stark ausgeführt werden, daß sie dem auftretenden Wasserdruck widerstehen.

Bei geringem Wasserdruck und geringer Wandhöhe genügen zur Ausführung dieser Wände Bohlen mit 10 bis 15 *cm* Dicke; bei größerem Wasserdruck und hohen Wänden muß man hierzu Balken (Pfähle) von mindestens 20 *cm* Stärke verwenden (P f a h l w ä n d e). Die Bohlen werden an den anschließenden Langseiten mit der Keil- oder stumpfen Keilspundung versehen (Fig. 8, T. 5). Die Pfähle können ebenfalls mit einer Spundung versehen sein (Fig. 9 *b*, T. 5), meistens werden sie aber ohne Spundung möglichst dicht aneinandergeschlossen; die etwa noch klaffenden Fugen werden dann mit Werg oder Moos verstopft.

Die Bohlen oder Pfähle müssen, da sie in den Boden eingetrieben (eingerammt) werden, armiert, d. h. an der unteren Seite entsprechend zugeschärft und bei hartem oder steinigem Boden außerdem noch mit Eisenschuhen beschlagen werden (Fig. 9 *a* und *b*, T. 5).

Bei Herstellung einer Spund- oder Pfahlwand werden die Pfähle in der Richtung der auszuführenden Wand vertikal nebeneinander aufgestellt und mit einer zangenartigen, auf kurzen, in den Boden eingetriebenen Ständern aufgesetzten, festen Zwinge (Fig. 8, T. 5) gehalten, wobei zwischen die Pfähle und Zangenhölzer nach Bedarf Keile eingetrieben werden, so daß alle Pfähle dicht aneinander schließen und auch vertikal stehen. Eine so aufgestellte Partie von 20 bis 25 Pfählen wird sodann einzeln und vorsichtig von den Enden gegen die Mitte der Partie in den Boden eingerammt, so daß der letzte, mittlere Pfahl gleichsam als Schlußkeil wirkt. Ist die Einrammungstiefe von zirka 1·00 *m* erreicht, so kann die feste Zwinge entfernt werden. Bei über 2 *m* langen Pfählen wird außer der festen Zwinge noch eine lose Zwinge nahe am oberen Ende der Pfähle mit Bolzen an die Endpfähle, eventuell auch an einem Mittelpfahl festgeschraubt. Diese Zwinge dient gleichfalls als Führung beim Einrammen der Pfähle und wird, wenn die richtige Führung sicher erreicht ist, wieder abgenommen.

Sind alle Pfähle auf die richtige Tiefe eingerammt, so werden die Köpfe derselben geradlinig abgeschnitten, mit einem durchlaufenden Zapfen versehen und auf diesen ein entsprechend genuteter Balken (Holm) aufgesetzt (Fig. 8, T. 5). Es können aber die abgesägten Balkenköpfe auch nur durch beiderseits mit Bolzen angeschraubte Balken zangenartig festgehalten werden.

Nachdem das Eindringen des Wassers in die Baugrube durch eine einfache Spundwand selten ganz verhindert werden kann, so wird zumeist hinter dieser ein wasserdichter Lehm- oder Tonschlag ausgeführt oder es werden zwei parallel laufende Spundwände auf entsprechende Entfernung voneinander aufgestellt, der Zwischenraum dann mit wasserdichtem Material ausgestampft (Fangdämme). (Siehe Fundierung unter Wasser.)

Spundwände können auch zur Umschließung von Räumen im Hochbau Verwendung finden. In diesem Falle werden die vertikal nebeneinander aufgestellten Spundpfähle — hier Ständer genannt — in den Fuß- und Kappschwellen verzapft (Fig. 6, T. 5); werden hierbei die Ständer nicht gespundet, wie Fig. 5, T. 5, zeigt, so nennt man diese Wand eine S t ä n d e r w a n d.

### 3. Riegel- oder Fachwerkwände.

Diese bestehen aus einem Gerippe von Balken, welches derart konstruiert sein muß, daß es für sich allein genügend Festigkeit und Tragfähigkeit besitzt.

Die Zwischenräume zwischen den Balken (Fache) können entweder mit Mauerwerk ausgefüllt werden oder es wird das ganze Gerippe an beiden Seitenflächen mit Brettern (Pfosten) in horizontaler oder vertikaler Lage verschalt. Im ersteren Falle nennt man diese Wände R i e g e l- oder F a c h w e r k w ä n d e, im letzteren Falle v e r s c h a l t e W ä n d e.

### *a*) Das Gerippe.

Dasselbe wird für Riegel- und für verschalte Wände in gleicher Weise hergestellt.

Die Fig. 10, T. 5, stellt einen Teil des Gerippes einer Riegelwand für zwei Geschosse dar. Die hierbei vorkommenden Hölzer haben folgende Benennung:

*a* und $a_1$ Fußschwelle des unteren bzw. oberen Geschosses, *b* und $b_1$ Kappschwelle des unteren bzw. oberen Geschosses, *c* Eckständer, *d* Bundständer (hinter denselben eine Abteilungswand im Inneren), *e* Tür-, Fenster- und Zwischenständer, *f* Querriegel, *g* Streben, *h* Brüstungsriegel (bei Fenstern), $h_1$ Sturzriegel (bei Türen und Fenstern), *i* Geschoßbalken oder Deckenträme, *J* Ort- oder Giebelbalken (gleichzeitig auch Kappschwelle des unteren, Schwelle des oberen Geschosses und Deckentram); für letzteren Zweck muß er als Auflager für die Sturzverschalung etwas breiter gehalten werden.

An Stelle der Giebelbalken kann man auch, wie in der Längswand, eigene Kapp- und Fußschwellen anordnen, wobei der anschließende Geschoßbalken als Wechsel (hinter der Mauerflucht liegend) ausgebildet wird, von dem aus kurze Tramstücke (Stiche) zwischen die zwei Schwellen durchreichen.

Die Fußschwellen des Erdgeschosses müssen auf einem mindestens 30 *cm* hohen, gut fundierten und gegen aufsteigende Erdfeuchte isolierten Mauerwerksockel, etwa nach Fig. 10, T. 5, aufgelegt werden. Bei Ziegelmauerwerk wird der Sockel oben mit einer Rollschar abgedeckt und unter diese eine Isolierschichte aus Asphaltpappe u. dgl. angeordnet.

Die Zwischenräume des Gerippes (Fache) werden bei Riegelwänden durch halbziegelstarkes Mauerwerk ausgefüllt. — Die Geripphölzer werden gewöhnlich so dimensioniert, daß sie untereinander an beiden Wandflächen bündig sind und an der Außenseite zirka 2 *cm* über die Mauerflucht vorragen. Unserer Normalziegelbreite entsprechend, sind folgende Holzstärken gebräuchlich:

Für die Schwellen 13/16 und 16/16 *cm*, für die Eck- und Bundständer 16/16 *cm*, für die Zwischenständer, Streben und Riegel 13/16 *cm* und für die Kappschwellen 16/16 und 16/20 *cm*.

Die Schwellen werden manchmal breiter gehalten und über die innere Wandfläche vorspringen gelassen, um dadurch gleichzeitig ein Auflager für die Fußbodenbretter zu schaffen (Fig. 14, T. 5) oder es können für diesen Zweck seitwärts an die Schwellen auch schmale Pfosten angenagelt werden.

Die Austeilung der Ständer erfolgt nach dem gegebenen Gebäudegrundrisse derart, daß außer den Eckständern bei jeder Scheidewand ein Bundständer und zwischen diesen die nötigen Tür-, Fenster- und Zwischenständer in der Weise angeordnet werden, daß einerseits die einzelnen Felder nicht über 2·00 *m* breit sind und andrerseits in der Fassade eine Gleichmäßigkeit herrscht. Sollte ein Bundständer die letztere stören, so kann derselbe unabhängig von der Außenwand unmittelbar hinter dieselbe gestellt werden.

Gegen eine seitliche Verschiebung der Wände, namentlich gegen den Winddruck, werden an den Wandenden Streben in symmetrischer Anordnung aufgestellt. Bei nicht allzu langen Wänden genügt an jeder Ecke eine Strebe. Müssen aber, z. B. bei langen Wänden, Schwellen und Kappen gestoßen werden, so wird bei jedem Schwellenstück ein Strebenpaar anzuordnen sein. (Man denke sich in Fig. 10, T. 5, die Riegelwand über den Bundständer *d* hinaus noch einmal aufgetragen.)

Die Versatzung und Verzapfung der Streben in den Schwellen und Kappen muß von den Ständern mindestens 8 bis 10 *cm* abstehen.

Mitunter werden die Streben kreuzweise angeordnet. Durch die Überblattung solcher, in der Mitte sich kreuzender Streben erfahren diese jedoch eine bedeutende Schwächung. Man läßt daher besser die eine Strebe voll durchlaufen, während die andere, aus zwei Stücken bestehend, an der Kreuzungsstelle in die durchgehende Strebe verzapft wird.

Die zur horizontalen Unterteilung der Felder dienenden Quer-, Sturz- und Brüstungsriegel werden in die Ständer und Streben verzapft, die Sturzriegel wegen größerer Tragfähigkeit außerdem auch versatzt. Die Höhe der Zwischenfelder soll womöglich 1·5 *m* nicht übersteigen.

Die Schwellen und Kappen werden an den Ecken überblattet und an den Stößen entweder bloß gerade gestoßen und verklammert oder (bei stärker auftretendem Zug) überblattet und verbolzt.

Die Sohle der Zapfenlöcher in den Fußschwellen soll nach einer Seite oder gegen die Mitte etwas geneigt und mit einem von der tiefsten Stelle nach außen führenden Bohrloch versehen sein, durch welches das eindringende Regenwasser wieder abfließen kann.

Bei den Ständern kann übrigens statt des einfachen vorteilhaft der Kreuzzapfen angewendet werden, bei welchem eine besondere Entwässerung entfällt.

Bei Riegelwänden für Stallungen, Remisen u. dgl. muß zur Vermeidung von Stufen die Fußschwelle des Eingangstores oft tiefer gelegt werden, als die übrigen Schwellen der Wandkonstruktion. In diesem Falle reichen die beiden Torständer bis zur versenkten, am besten aus Eichenholz erzeugten Torschwelle (Fig. 20, T. 5), mit welcher sie durch den einfachen oder Kreuzzapfen verbunden werden; eventuell können noch an beiden Seiten kurze Streben angeordnet werden, welche gleichzeitig als Radabweiser dienen.

Bei zweigeschossigen Fachwerkwänden sollen die Ständer der zwei Geschosse immer übereinander angeordnet und die Wandflächen stets bündig sein.

Die Eck- und Bundständer werden gewöhnlich stärker gehalten, erstere werden dann nach Fig. 15, T. 5, ausgewinkelt, damit sie mit den übrigen Hölzern bündig liegen, während die Bundständer zum Teile in die Scheidewand eingreifen (Fig. 16, T. 5).

Nach Fig. 10, T. 5, sind auf der Kappe des unteren Geschosses die Deckenträme des oberen Geschosses und auf diesen die Schwelle des oberen Geschosses aufgekämmt. Dadurch kommen drei horizontale Balkenlagen übereinander, weshalb durch das Zusammenpressen dieser Langhölzer unangenehme Setzungen entstehen können. Es ist daher vorteilhafter, die Eck- und Bundständer als Doppelständer durch beide Geschosse durchzuführen und die Verbindung derselben mit den horizontalen Konstruktionshölzern entweder nach Fig. 12 oder nach Fig. 13, T. 5, herzustellen und mit Eisenbändern oder Bolzen zu verstärken. Die Eckständer werden in diesem Falle aus vier verbolzten Balken gebildet (Fig. 18, T. 5).

Die übrige Wandkonstruktion des Obergeschosses erfolgt in analoger Weise wie die des unteren Geschosses.

Wird das untere Geschoß gemauert, das obere aber mit Riegelwänden ausgeführt, so kann man letztere zirka 15 bis 20 *cm* über die Mauerhäupter des unteren Geschosses, etwa nach Fig. 11, T. 5, vortreten lassen.

Soll eine freitragende Riegelwand hergestellt werden, so kann dies mittels einer Hängwerkkonstruktion nach Fig. 19, T. 5, geschehen.

### *b*) Das Ausmauern der Fache.

Dasselbe wird gewöhnlich mit Ziegeln bewirkt, wobei nur schwache Lagerfugen anzuwenden sind, damit nicht allzu große Setzungen eintreten. Die Mauerhäupter liegen zumeist 2 *cm* hinter der Holzwandfläche. Die Kanten der Wandhölzer werden abgefaßt und die Hölzer an der Außenseite zumeist mit Ölfarbe gestrichen.

Eine solide Verbindung des Mauerwerkes mit dem Holzgerippe kann durch Annageln von Dreieckleisten (Friktionsleisten) an die Geripphölzer nach Fig. 10 *a*, T. 5, erreicht werden. Die anschließenden Ziegel des Füllmauerwerkes müssen dann entsprechend der Leiste zugehauen werden.

Die inneren Wandflächen werden gewöhnlich ganz verputzt, wozu das Holzgerippe zuerst mittels Berohrung u. dgl. für die Aufnahme dieses Verputzes hergerichtet sein muß (Stukkaturarbeit). An den Außenflächen wird nur das Mauerwerk verputzt oder meist nur verfugt, so daß das Holzgerippe sichtbar bleibt.

Die Riegelwände können auch mit Gipsdielen, Spreutafeln oder Korksteintafeln verkleidet werden; siehe dünne Wandkonstruktionen bei Maurerarbeiten. Die dickeren Sorten der genannten Baustoffe können auch zum Ausmauern der Riegelwandfelder verwendet werden. Anstatt Korkstein werden aus Kieselgur, Sägespänen u. dgl. verfertigte, leichte Isoliertafeln (sogenanntes KB-Material) empfohlen.

Kleiner - Bodmaier

### 4. Bretter-, Pfosten- und Bohlenwände.

Diese bestehen im allgemeinen aus einem Gerippe von Balken oder Staffelhölzern, dessen Zwischenräume mit Brettern, Pfosten oder Bohlen ausgefüllt werden.

Bei Wänden, welche bloß einen Raum unterteilen, z. B. bei Keller-, Dachboden-, Magazinsräumen u. dgl., genügt eine einfache Verschalung, welche auf ein entsprechendes Gerippe aus Balken oder Staffelhölzern, meistens vertikal (stehend) festgenagelt, eventuell auch mit Fugleisten versehen wird. (Einfache Bretterwände.)

Wände, welche auch warm halten sollen (z. B. bei Wohnbaracken), erhalten zumeist an der Außenseite eine stehende und an den inneren Wandflächen eine liegende Verschalung mit Fugleisten. (Doppelte Bretterwände.) Der Raum zwischen beiden Wandverschalungen kann mit Sägespänen, Torf, Kohlenlösche u. dgl. ausgefüllt werden.

Für Scheidewände dienen manchmal auch doppelte, nach Fig. 25, T. 5, in gekreuzter Lage verschalte Bretterwände, ohne Gerippe, welche an beiden Wandflächen mit einem Mörtelverputz versehen (stukkatur) werden. (Verschalte und stukkaturte Wände.)

Stärkere Wände können aus Bohlen oder Pfosten in der Weise hergestellt werden, daß man eine stärkere Riegelwand macht, die Ständer, wie Fig. 7, T. 5, zeigt, mit entsprechenden Nuten versieht und in diese die Pfosten oder Bohlen liegend einschiebt, diese aber früher an den Stößen mit einem Falz versieht, damit weder Wind noch Regen durch die Fugen eindringen können. Beim Anschlusse an die Ständer kann man die Fuge mit einer innen aufzunagelnden Dreieckleiste decken. Gegen den Winddruck müssen an den Ecken Streben oder eiserne Zugbänder in der Diagonalen, etwa wie Fig. 7, T. 5, zeigt, angeordnet werden.

Bei allen diesen Wänden müssen die äußeren Wandflächen so hergestellt sein, daß die Niederschlagswässer nicht in die Konstruktion eindringen können. Bei Bretterwänden wird man daher die Bretter in der Regel stehend anordnen und die Fugen mit Fugleisten nach Fig. 24 *a* an den äußeren Wandflächen, manchmal auch an beiden Seiten, überdecken. In Ermanglung von Fugleisten können die Bretter auch, wie Fig. 24 *b*, T. 5, zeigt, mit Übergreifung (gestürzt) angeordnet werden. Die Bretter können auch nach Fig. 22 horizontal, mit Übergreifung an die Ständer festgenagelt werden, was aber weniger solid erscheint.

Zum Festnageln der stehend angeordneten Bretter müssen in entsprechenden Entfernungen (zirka 1·5 *m*) Querriegel in die Ständer verzapft werden.

Wände, welche bloß untergeordnete Räume (Keller, Dachböden usw.) unterteilen, können auch aus Latten hergestellt werden, indem man diese stehend auf Lattenbreite voneinander an die Querriegel des Gerippes festnagelt (Lattenwände). Sonst ist die Herstellungsweise wie bei Bretterwänden.

Bretter- und Lattenwände dienen auch zu Einfriedungen als Bretterplanken bzw. Stakete. Hierzu werden lärchene oder besser eichene Ständer,

auf 2 bis 3 *m* voneinander entfernt, nach der gewünschten Richtung in den Boden eingegraben und letzterer gehörig festgestampft. Damit sie nicht so leicht anfaulen, werden sie auf Eingrabungstiefe mit Teer angestrichen, manchmal nur über Feuer angekohlt. Das obere Ende des Ständers soll eine Abdeckung mit Blech oder mit einem Brettstück erhalten.

In die Ständer werden unten und oben schwächere Riegel verzapft oder überblattet, an welche die Bretter oder Latten, 5 bis 10 *cm* vom Boden abstehend, festgenagelt werden. Über diese Nagelung werden schmale, schwache Bretter (Fatschen), manchmal auch nur Flacheisen festgenagelt. (Siehe Fig. 21 und 23, T. 5.) Wenn nötig kann auch der freie Raum über dem Boden durch ein an die Ständer festzunagelndes, stärkeres Sockelbrett gedeckt werden.

Die Fig. 22, T. 5, zeigt eine weniger solide Bretterplanke, bei welcher die Bretter horizontal, mit Übergreifung an die höchstens 2 *m* voneinander entfernten Ständer genagelt sind und die Querriegel entfallen.

---

# III. Gerüste.

(Tafel 6 und 7.)

Gerüste dienen im allgemeinen zur Ermöglichung der Ausführung von Bauarbeiten in höheren oder tieferen Lagen.

Man unterscheidet gewöhnliche Baugerüste für die in kurzer Zeit und mit leichteren Materialien auszuführenden Bauten; Versetzgerüste zum Heben und Verschieben von Quadern u. dgl. bei Monumentalbauten; Gerüstbrücken zum Transporte von größeren Erdmassen u. dgl. und Lehrgerüste für dieHerstellung von Gewölben, Eisenbetonkonstruktionen und sonstigen modernen Decken usw.

Alle Gerüste sind bei möglichster Ökonomie nur aus gesundem, tragfähigem, tunlichst schlankem, leichtem Holze herzustellen. Rundstämme werden zwecks leichterer Handhabung und bequemerer Arbeit zumeist waldkantig behauen.

## *A.* Gewöhnliche Baugerüste.

### 1. Bock- oder Schragengerüste.

Dieser bedient man sich bei Höhen bis zu 4·00 *m*, bei leichtem Baumateriale selbst bis zu 6·00 *m*.

Die hierzu erforderlichen Mauerböcke (Fig. 1, T. 6) werden in Entfernungen von zirka 2·00 *m* senkrecht zur Wand aufgestellt und die Bockkappen ihrer ganzen Länge nach mit 4 bis 5 *cm* dicken Gerüstpfosten belegt, dabei sollen die Stöße der Pfosten oberhalb der Böcke zirka 20 *cm* übergreifen und die Randpfosten mit Nägeln oder Klammern angeheftet werden.

Die gewöhnlichen Mauerböcke (Fig. 1) haben eine Höhe von 0·80 bis 1·60 *m*. Höhere Mauerböcke macht man meistens aus 3 Teilen, und zwar so, daß die beiden Füße in die Bockkappe lose eingezapft werden, daher zum Abnehmen eingerichtet sind (Fig. 2, T. 6). Diese Mauerböcke werden mit einer kleinen Neigung gegen die Wand aufgestellt und gegen dieselbe gut verspreizt (Fig. 3, T. 6). Bei größerer Höhe können auch mehrere Böcke mit entsprechender Sorgfalt übereinander gestellt werden (Fig. 3, T. 6), doch müssen dann alle Böcke gut verspreizt und an den äußeren Rändern Fußpfosten, eventuell auch Brustwehren angeordnet werden.

### 2. Langtennengerüste.

An den Außenfronten von Neubauten errichtet man gewöhnlich die Langtennengerüste, indem auf 2·00 bis 3·00 *m* vom Gebäude und 3·00 bis 4·00 *m* voneinander entfernt, möglichst lange, runde oder waldkantige Stämme — Lang-

t e n n e n genannt — (Fig. 4, T. 6) lotrecht aufgestellt und zirka 1·00 *m* tief in den Boden eingegraben werden. Damit sie in den Boden nicht einsinken, stellt man sie auf eingestampfte Steine oder auf fest gelagerte Brettstücke. Neben den Langtennen *a* werden die Ständer oder Anschifter *b* ebenfalls auf festgelagerte Pfostenstücke aufgestellt und an die Langtennen festgeklammert. Auf diese Ständer werden senkrecht zur Wand die T r a g b a l k e n oder R i e g e l *c* mit einer kleinen Neigung gegen die Wand und zirka 0·40 *m* tief in oder auf die Mauern gelegt und mit den Ständern gut verklammert. Auf die Tragbalken werden parallel zur Wand 1·00 bis 1·50 *m* voneinander entfernt, die L a n g b a l k e n oder P o l s t e r *d* gelegt und an die Riegel festgeklammert. Senkrecht darauf werden in Entfernungen von zirka 1·00 *m* schmale, kurze Pfostenstücke, S t r e u oder S p a t e l n *e* genannt, gelegt, auf welche dann ein Belag aus 4 bis 5 *cm* starken Gerüstpfosten *f*, entsprechend der Gerüstbreite, zu liegen kommt, der mit Nägeln an die jeweiligen Unterlagen festgeheftet wird.

Oft werden die Langtennengerüste nach Fig. 5 α, T. 6, derart ausgeführt, daß die Ständer an der der Mauer zugekehrten Seite der Langtennen zu stehen kommen und auf diese Ständer die Tragbalken, über die ganze Mauerlänge reichend, gelegt und mit den Ständern verklammert werden. Die Querriegel *d* können hier an beliebigen Stellen angeordnet werden. Gewöhnlich legt man sie paarweise bei jeder Fensteröffnung auf den Tragbalken und auf die Fensterbrüstung auf. Wo letztere zum Auflegen der Riegel nicht hinreichen, müssen eigene Riegellöcher in der Mauer ausgespart werden, die man nach Entfernung der Gerüste wieder zumauert.

Man kann auch, wie in Fig. 5 β, T. 6, gezeigt, einen zweiten Tragbalken längs der Mauer in gleicher Höhe mit dem anderen anordnen und mit Ständern unterstützen, welche an die Wand gelehnt und an diese festgeklammert werden. Auf die beiden Tragbalken legt man in entsprechenden Entfernungen voneinander die Querriegel *d* und auf diese direkt den Pfostenbelag *g*. Diese Ausführung empfiehlt sich bei vollen Bruchstein- oder Quadermauern, bei welchen Riegellöcher schwierig zu vermauern sind.

Zur Verbreiterung des Gerüststockes (bei Materialaufzügen, Laufbrücken usw.) können die Riegel mit dem ganzen Belage nach Fig. 5 α, T. 6, auch über die Langtennen hinausreichen, eventuell können zur Unterstützung der vorragenden Riegel Streben angeordnet oder besondere Langtennen außerhalb aufgestellt werden.

Aus Sicherheitsrücksichten sind an der inneren Seite der Langtennen unmittelbar über dem Pfostenbelag Fußpfosten und auf 1 *m* über den Pfostenbelag Bretter *h* (Brustwehren oder Scheuladen) anzunageln.

Die Gerüstetagen werden bei Wohngebäuden in der Fußbodenhöhe eines jeden Stockwerkes, sonst aber nach je 4·00 *m* Höhe angeordnet. Für Arbeiten zwischen diesen Etagen benutzt man vorübergehend verschieden hohe Bockgerüste.

Bei Mangel an Gerüstpfosten kann der Pfostenbelag der unteren Etagen nach der Aufmauerung abgenommen und für die oberen Etagen verwendet werden.

Dem Fortschreiten der Putzarbeiten entsprechend, werden die einzelnen Gerüstetagen, von oben beginnend, nach und nach entfernt und die Riegellöcher vermauert.

T r a n s p o r t d e r B a u m a t e r i a l i e n a u f L a n g t e n n e n g e r ü s t e n. Die Verbindung der einzelnen Etagen untereinander erfolgt gewöhnlich im untersten Geschosse mittels rampenartiger L a u f b r ü c k e n, in den oberen und bei Raummangel auch in den unteren Geschossen mittels Leitern.

Die zur untersten Gerüstetage führende Laufbrücke erhält gewöhnlich ein Profil, ähnlich wie in Fig. 6, T. 6, dargestellt ist. Die Breite und Neigung der Laufbrücke richtet sich nach der Frequenz derselben bzw. nach dem Materialtransport. Für den Transport von schwerem Material soll die Fahrbahn der Laufbrücke

2·00 bis 3·00 *m* Breite und höchstens 15 bis 20% Neigung erhalten. Wird über die Brücke nur leichtes Material getragen oder dient sie bloß als Kommunikation, so kann sie mit geringerer Breite und größerer, selbst bis 30%, manchmal auch bis 40% Neigung und dementsprechend auch mit schwächerer Konstruktion angelegt werden. Die Unterstützung erfolgt gewöhnlich durch Ständerjoche oder Böcke. Das in Fig. 6, T. 6, dargestellte Ständerjoch besteht aus den beiden Ständern *a*, der Kappschwelle *b* und der Strebe *c*. Die Kappschwelle dient zur direkten Unterstützung der Tragbalken *d*, auf welche die Streu *e* und dann der Pfostenbelag *f* gelegt und mit Klammern bzw. Nägeln befestigt wird. Zu beiden Seiten der Brückenbahn wird noch das Geländer (*g h*) hergestellt und mit Streben *s* gestützt. Bei schwächerer Konstruktion kann die Streu entfallen und der Pfostenbelag direkt quer oder diagonal auf die Tragbalken gelegt werden.

Die Laufbrücken werden entweder senkrecht zur Länge der Langtennengerüste angelegt, wenn die Raumverhältnisse es gestatten, oder in der Längsrichtung der Gerüste, wobei man eventuell eine Reihe der Ständer an die Langtennen festklammern kann.

Für Laufbrücken, welche mehrere Gerüstetagen miteinander verbinden, stellt man außerhalb der Gerüstlangtennen noch eine Reihe Langtennen auf und befestigt die notwendigen Schwellen auf die beiden Langtennenreihen bzw. auf daneben angeordnete Ständer. Die Laufbrücke führt in diesem Falle in Wendungen (wie bei zweiarmigen Stiegen) bis zur obersten Gerüstetage; bei jeder Wendung muß — wie bei Stiegen — eine horizontale Verbindung beider Rampenarme angeordnet werden. Die Geländerpfosten (Brustwehren) werden an die Langtennen oder an eigens hierfür aufgestellte kurze Ständer festgenagelt.

Zur Verhinderung des Ausgleitens muß der Pfostenbelag eventuell mit Sand oder Asche bestreut werden. Bei steileren Laufbrücken sind auf den Pfostenbelag außerdem schmale Querleisten (Schrittleisten) auf Schrittlänge aufzunageln.

Erfolgt die Kommunikation zwischen den einzelnen Gerüstetagen mittels Leitern, so müssen in dem Pfostenbelage der einzelnen Gerüstetagen genügend große Öffnungen freigelassen werden, durch welche die Leitern noch 1·5 *m* über den Etagenbelag emporreichen und dort mittels Klammer befestigt werden. Hierbei sollen zwei Leitern nebeneinander aufgestellt werden, die eine zum Hinauf-, die andere zum Herabsteigen.

Der Transport der Baumaterialien auf die einzelnen Gerüstetagen kann auf verschiedene Weise erfolgen; gewöhnlich werden Ziegel und Mörtel mittels Elevatoren, Holz, Eisenträger u. dgl. mittels Winden (Kranen) aufgezogen. Die Ziegel werden bei niederen Bauten oft auch nur hinauf „geschupft", d. h. von einem niederen auf das höhere Gerüste geworfen, dort von Arbeitern aufgefangen und aufgestapelt, oder sie werden von auf einer Leiter übereinander sitzenden Arbeitern von einem zum anderen hinauf gereicht, „gehandelt". Manchmal geschieht der Transport auch mittels Schiebtruhen oder bei schwerem Material mit Rollwagen u. dgl. über Laufbrücken.

### 3. Leitergerüste.

Für ganz geringe Belastungen, z. B. bei Fassadenrenovierungen u. dgl., dienen zumeist Leitergerüste, die entweder mit gewöhnlichen Leitern (Fig. 8, T. 6) oder nach neuerer Art mit eigens hierzu vorbereiteten Gerüstleitern (Fig. 9, T. 6) hergestellt werden.

Aus gewöhnlichen Leitern kann die Eingerüstung nach Fig. 8, T. 6, auf folgende Art bewirkt werden: Durch die Dachbodenfenster oder durch herzustellende Öffnungen in der Dachfläche werden kurze, starke Balken (Ausschußriegel) in Entfernungen von zirka 3 *m* über die Dachtraufe vorgeschoben und mit dem Dachgehölze fest verspreizt und verklammert. An der Außenseite jedes Riegels

wird sodann eine Rolle angebunden, mit dieser eine genügend hohe Sprossenleiter aufgezogen, letztere in lotrechte Stellung gebracht und an den Ausschußriegel festgebunden und der Bund gegen Abrutschen mit Klammern angeheftet. (Kurze Leitern können mit Schnürleinen auf die nötige Länge zusammengebunden werden.) Ist bei jedem Ausschußriegel eine Leiter aufgestellt, so legt man in passenden Höhen Pfosten *b* auf die Leitersprossen und bindet 1 *m* über diese Pfosten schmale Bretter *c* (Brustwehren oder Scheuladen) an die Wangen der Leitern fest. Ist der Raum zwischen dem Gerüstweg und der Gebäudewand breiter als 40 *cm*, so wird der Gerüstweg verbreitert, indem man schmale Riegelhölzer *a* in der Verlängerung der tragenden Sprossen an den Leitern festbindet und auf etwa vorspringende Mauerteile auflegt oder nach Fig. 8, T. 6, mit Streben *s* unterstützt. Auf diese Riegel werden mit 20 *cm* Übergreifung die Pfosten *e* gelegt und festgebunden.

Sämtliche Leitern müssen an der Außenseite mit diagonal angeordneten Latten oder Stangen so verbunden werden, daß diese mit den Leitern fixe Dreiecke bilden, welche seitliche Schwankungen sicher verhindern. Die Befestigungen sollen beim Leitergerüste nur mit Schnürleinen geschehen, weil Nägel und Klammern durch das fortwährende Schwanken der Gerüstung gelockert werden und die Klammern das Holz der Leitern schwächen, eventuell auch spalten würden.

Bei den neuartigen Leitergerüsten (Fig. 9, T. 6) werden alle Verbindungen mit Schraubenbolzen bewirkt, weswegen das betreffende Gerüstmateriale hierzu besonders hergerichtet sein muß. Die Wangen der Leitern sind mit Löchern versehen, durch welche die nötigen Schraubenbolzen eingeschoben werden, die entweder den Pfostenbelag samt Verbreiterung tragen oder die Scheuladen und Streben festhalten. Diese Gerüste werden bei hohen Gebäuden ohne Ausschußriegel aufgestellt und jede Leiter nur in den Fensteröffnungen durch Verspreizungen *n*, $n^1$ (Fig. 9) festgehalten.

Die unterste Etage wird in belebten Straßen über die Leitern hinaus verbreitert, damit etwa herabfallende Gegenstände dadurch aufgefangen werden. Hierzu wird ein entsprechend langes, schmales Brett *a b* (Fig. 9, T. 6) hochkantig an jede Leiter festgeschraubt und am äußeren Ende mit einem Brettstück *a c* nach oben an die Leiter gleichsam aufgehängt. Die Fugen des Pfostenbelages dieser Etage müssen mit schmalen Brettern überdeckt werden, um das Durchfallen von Gegenständen zu verhindern; den äußeren Rand des Belages schließen hochkantig gestellte Bretter ab.

Die Kommunikation zwischen den einzelnen Etagen erfolgt direkt über die lotrecht stehenden Leitern, das notwendige Baumaterial wird bei den Leitergerüsten gewöhnlich mittels Rollen aufgezogen.

Die Leitergerüste dürfen durch Deponierung von Baumaterialien nicht überlastet werden.

### 4. Hängegerüste.

Für geringe Ausbesserungen oder Fassadefärblungen usw. bedient man sich mit Vorteil der Hängegerüste (Fig. 10, T. 6); es sind dies die Gerüste in der Form eines Hängestuhles, welche mit zwei verstellbaren Zugvorrichtungen (Flaschenzügen) an genügend starke Ausschußriegel aufgehängt werden. Der Hängestuhl besteht aus einem Pfostenboden, einem Geländer und je einem Hängeisen an beiden Enden. An den Hängeisen sind die Zugvorrichtungen befestigt, welche den Arbeitern gestatten, durch Drehen der an jeder Zugvorrichtung befindlichen Kurbel das Gerüste vom Hängestuhle aus in jede beliebige Höhe zu stellen.

Die Bestandteile dieser Gerüste müssen besonders solid und genügend tragfähig sein.

Die Baumaterialien und Werkzeuge werden über eine am Hängestuhl angebrachte Rolle aufgezogen. Die größte zulässige Belastung durch Arbeiter ist auf jedem Hängestuhl aufgeschrieben.

Jedes Hängegerüst muß durch geeignete Vorrichtungen (Anbinden) gegen seitliche Schwankungen gesichert sein.

Man kann die Hängestühle von einzelnen Firmen gegen Bezahlung der Abnützungskosten fallweise ausleihen, eventuell besorgt die Firma auch das Aufstellen derselben.

### 5. Ausschuß- oder schwebende Gerüste.

Für Arbeiten an einzelnen Fassadestellen können vorteilhaft Ausschuß- oder schwebende Gerüste (Fig. 11, T. 6) benützt werden. Es werden durch die Fenster- oder sonstige Maueröffnungen Balken *a* (Ausschußbäume) hinausgeschoben, im Innern auf einen Mauerbock *b* mit einer kleinen Neigung nach innen aufgelegt, gegen den Plafond mit einem lotrecht stehenden Balken *c* abgespreizt und gegen seitliche Verschiebung durch einen aufgeklammerten Balken *d* gesichert. Auf diese Ausschußbäume wird der Pfostenbelag *f* so befestigt, daß derselbe nicht aufkippen kann; um diesen Belag wird ein leichtes, aber sicheres Geländer *g* hergestellt. Auf die Fensterbrüstung wird zum Schutze gegen Abnützung ein entsprechendes Brettstück gelegt.

Diese Ausschußgerüste dürfen nicht übermäßig belastet werden. Das Baumaterial wird gewöhnlich den Arbeitern von der Öffnung aus zugereicht, von der aus auch der Austritt aus dem Gebäude auf das Gerüst erfolgt.

Ähnliche Ausschußgerüste wird man häufig auch bei Stockwerkaufsetzungen anwenden, um das Aufstellen höherer Langtennengerüste zu ersparen. Auch zum Abtragen von Gebäuden werden dieselben benützt. In diesem Falle werden für die Ausschußbäume *a* in der Fußbodenhöhe eigene Maueröffnungen durchgestemmt (Fig. 12, T. 6); die Ausschußbäume werden dann mittels Streben *b* gegen die Mauer oder gegen untere Gerüste gestützt und an der inneren Mauerflucht mit festgeklammerten Balken *c* gehalten. Solche Gerüste müssen im allgemeinen stärker konstruiert werden und ein höheres Geländer (*g*, *h*, *s*) zur Verhinderung des Herabfallens von Schutt und Ziegeltrümmern erhalten.

Die Ausschußgerüste eignen sich auch zu Verputzarbeiten bei hohen Feuermauern u. dgl.; hierbei werden nach vollendeter Arbeit die einzelnen Gerüststöcke, von oben beginnend, abgetragen und die ausgesparten Riegellöcher zugemauert.

### 6. Bewegliche Gerüste.

Für Arbeiten in langen, hohen Galerien oder an langen, hohen Mauern können mit Vorteil bewegliche, d. h. verschiebbare Gerüststühle, etwa nach Fig. 3 oder 4, T. 7, zur Verwendung gelangen. Diese Gerüststühle sind auf Bohlen oder Schienen gelagert und längs der ganzen Galerie bzw. Wand verschiebbar, machen daher eine vollständige Eingerüstung entbehrlich.

### 7. Herstellung der Baugerüste.

Die Baugerüste werden von Maurern, besser aber von eigenen, sogenannten „Gerüstarbeitern" oder geübten Zimmerleuten hergestellt. Die Gerüsthölzer, die leicht, jedoch genügend stark und vollkommen gesund sein müssen, läßt man stumpf aneinanderstoßen oder übergreifen und verbindet sie mit Gerüstklammern oder Nägeln. Die Belagsbretter sind besonders dicht aneinander zu schließen; deren Randbretter sind solide mittels Nägeln und Klammern an die Unterlagen zu befestigen, während die mittleren Bretter nur an den Enden mit je einem Nagel angeheftet werden brauchen. Behufs Schonung des Gerüstmaterials soll man Balken und Pfosten möglichst in den vorhandenen Längen, ohne sie zuzuschneiden, verwenden. Rundstämme werden zwecks leichterer Handhabung meist waldkantig behauen.

Bezüglich richtiger Anordnung der Gerüstklammern ist folgendes zu beachten: Im allgemeinen sind die Klammern derart einzuschlagen, daß sie nur auf Zug beansprucht werden und kein Verdrehen derselben stattfinden kann. (Siehe z. B. die Klammern *k* in Fig. 4, T. 6.) Da beim Einschlagen der keilförmigen Spitzen der Klammern die zu verbindenden Holzteile (z. B. *a* und *b*, Fig. 13, T. 6) immer mehr zusammengezogen und schließlich an den Berührungsflächen bei *n n'* aneinandergepreßt werden, so nützt man diesen Vorteil womöglich auch aus. Schlägt man z. B. nach Fig. 4, T. 6, bei Befestigung der Ständer (Anschifter) einzelne Klammern in der Richtung $k_1$ ein, so ziehen dieselben die Anschifter herab und pressen sie an die unteren Riegel *c* fest an. Diese Klammern müssen daher zuerst eingeschlagen werden.

An Stelle der Anschifter werden auch eiserne Träger oder Stützklammern zum Befestigen der Riegel an die Langtennen benützt (Fig. 7, T. 6). Diese ermöglichen zwar ein beliebiges Heben und Senken des Gerüststockes, sind aber nicht so sicher wie die Anschifter.

## *B.* Versetzgerüste.

Zum Versetzen schwerer Konstruktionsteile (Quadern) bei länger andauernden Bauten sind vom Zimmermann a b g e b u n d e n e V e r s e t z g e r ü s t e (Fig. 1 und 2, T. 7) notwendig, welche eine solidere, planmäßig ausgeführte, mit Schraubenbolzen verstärkte Konstruktion erfordern.

Das System eines abzubindenden Gerüstes richtet sich nach dem Zweck, welchem es dienen soll. Seine Tiefe ist so anzunehmen, daß außer dem Raume für die aufzuführenden Mauern auch genügend Platz zum Aufwinden sämtlicher Baumaterialien vorhanden sei. Das Gerüst muß vollkommen frei stehen, darf also nicht auf den herzustellenden Mauern aufruhen.

Fig. 1, T. 7, zeigt ein solches Gerüst für Hochbauten. Die Ständer werden gewöhnlich vor der Mitte der Fenster- und Türöffnungen innen und außen paarweise aufgestellt, dann mit durch die Öffnungen reichenden Querriegeln und Streben so verbunden, daß der Raum zur Aufführung der Mauern ganz frei bleibt. Die Ständer *a* ruhen auf Langschwellen *b* und diese auf Querschwellen $b^1$ aus hartem Holze (manchmal auch auf steinernen Sockeln); sie erhalten eine solche Länge, daß sie durch zwei Etagen reichen und die Stöße sich in den Etagen übergreifen. Auf jedem Stoß ruhen die Tragbalken *c* und auf diesen die Riegel *d*; gegen Schwankungen schützen die Querstreben *e* und die Langstreben *f*. Alle Hölzer werden, wie in Fig. 1 angedeutet, mit Schraubenbolzen verbunden. Auf die Tragbalken *c* können bei jedem Fenster beliebig viele Riegel gelegt werden, auf welchen dann der Pfostenbelag ruht (in der Figur nicht gezeichnet). Auf den obersten Tragbalken $c^1$ sind Schienen befestigt, auf welchen die Räder der Aufzugwinde laufen.

In den meisten Fällen, z. B. bei größerer Fensterentfernung, legt man, wie beim Langtennengerüste, auf die Riegel entsprechend viele Langbalken, auf diese die Streu (Spateln) und darauf den Pfostenbelag.

Die weitere Gerüstung innerhalb der einzelnen Etagen erfolgt mittels Mauerböcken.

Die Ständer können auch nur einfach, wie in Fig. 2, T. 7, angeordnet werden. Sie reichen dann nur von einer Etage zur anderen; zwischen deren Stoß liegt der Tragbalken, welcher samt den Ständern von einem Zangenpaar umfaßt wird, das an die Ständer verbolzt ist. Die Riegel können auch als Doppelzangen auf beiden Seiten der Ständer angeordnet werden. Die Eckständer werden in beiden Fällen aus 4 Balken gebildet.

Bei sehr hohen Gerüsten (für Türme u. dgl.) wird man auch noch zur Sicherung gegen Windstoß lange Streben anordnen und der Gerüstung im unteren Teile eine möglichst große Basis geben müssen.

## C. Gerüstbrücken.

Für den Transport größerer Erd- oder Steinmassen über trockene oder nasse Gräben, über schmale Täler u. dgl. werden oft entsprechende Überbrückungen auszuführen sein, die im allgemeinen so wie hölzerne, provisorische Brücken hergestellt werden.

Über schmale Gräben werden die den Brückenbelag tragenden Balken bloß auf zwei Langschwellen gelegt; für breitere Gräben sind außerdem zur Unterstützung der Brücke die erforderlichen Ständerjoche nach Fig. 5, T. 7, herzustellen. Bei tiefen Gräben, bei denen die unterstützenden Joche zu hoch ausfallen würden, kann eine Unterstützung der Tragbalken mit einfachen oder doppelten Sprengwerken erfolgen. Hängwerke oder zusammengesetzte Balken sind für derart provisorische Überbrückungen schon zu kompliziert.

Gerüstbrücken über unebenes oder versumpftes Terrain, für auf Schienen laufende Rollwagen können nach Fig. 5, T. 7, hergestellt werden. Die Ständer *a* werden je nach ihrer Höhe 0·80 bis 1·50 *m* tief in den Boden eingegraben oder eingerammt, auf die erforderliche Höhe abgesägt und auf diese die Kappschwellen *b* aufgezapft und mit den Ständern verklammert. Gegen seitliche Schwankungen wird, über sämtliche Ständer eines Joches reichend, eine zangenartige Strebe *c* mit diesen verbolzt. Auf den Kappschwellen liegen die erforderlichen Tragbalken *d* und auf diesen die Querriegel *e*, welche die Schienen und den Bohlen- oder Pfostenbelag *f* aufnehmen. Sind keine Schienen erforderlich, so kann der Bohlen- oder Pfostenbelag unter Weglassung der Querriegel direkt auf die Tragbalken gelegt werden.

---

# IV. Maurerarbeiten.

### Allgemeines über Benennung und Verband der Mauern.

Unter Mauerwerk versteht man übereinandergelegte 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 verschiedensten 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 Wandflächen oder Wände. Die sichtbaren Wandflächen, die nicht durch anschließende Erde u. dgl. verdeckt sind, daher rein bearbeitet werden, nennt man Mauerhäupter. 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 Lagerflächen. Die Berührungsflächen eines Steines mit den Nachbarsteinen, die keinen Druck auszuhalten haben, heißen Stoßflächen.

Der Raum zwischen den Lagerflächen heißt Lagerfuge, jener zwischen den Stoßflächen Stoßfuge. Die am Mauerhaupte sichtbaren Mörtelfugen nennt man Mörtelbänder.

Liegt der Mauerstein mit seiner Längendimension parallel zur Längenrichtung 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- o d e r 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.

S c h e i d e m a u e r n, welche bloß zur Unterteilung einzelner Räume dienen.

M i t t e l m a u e r n, das sind jene Hauptmauern, welche das Gebäude parallel zur Längenachse unterteilen, im Verein mit den Hauptmauern die Deckenkonstruktion tragen und die meisten Rauch- und Ventilationsschlote aufnehmen.

S e i t e n- o d e r S t i r n m a u e r n, welche das Gebäude an der Schmalseite (Stirnseite) abschließen. Der Abschluß eines Gebäudes gegen das Nachbargebäude, den Nachbargrund wird durch die F e u e r m a u e r gebildet.

B r a n d m a u e r n, 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.

W i d e r l a g s m a u e r n, an welche sich die Gewölbekonstruktionen stützen; E n d w i d e r l a g e r, das sind Mauern, die nur auf einer Seite von der Gewölbskonstruktion belastet sind; g e m e i n s c h a f t l i c h e W i d e r l a g e r hingegen auf beiden Seiten.

B e k l e i d u n g s m a u e r n; sie dienen lediglich zum Schutze von Böschungen gegen Verwitterung.

S t ü t z- o d e r F u t t e r m a u e r n, welche zum Schutze von Anschüttungen oder Böschungen gegen Einsturz dienen.

P f e i l e r, das sind Mauern von kleinem, horizontalem Querschnitte und verhältnismäßig großer Höhe. Runde Pfeiler nennt man S ä u l e n.

Werden Pfeiler anschließend an eine Mauer mit dieser in Verband hergestellt, so nennt man sie W a n d p f e i l e r, in der Architektur auch L i s e n e n. Wandpfeiler, welche dem Druck einer Erdwand oder eines Gewölbes (z. B. bei Kirchen) entgegenwirken, nennt man S t r e b e p f e i l e r oder K o n t r e f o r t s.

V e r b a n d i m s t e h e n d e n M a u e r w e r k e. 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 hierzu 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 $m^3$ 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 $m^3$. Deutschland hat ein Ziegelformat von $25 \times 12 \times 6{\cdot}5$ *cm*.

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:

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ½ | Stein | stark | = 15 *cm*; | ohne | Verputz | genau | 14 *cm*; | mit | 2 + 2 = 4 *cm* | beiders. | Verputz | 18 *cm* |
| 1 | ,, | ,, | = 30 *cm*; | ,, | ,, | ,, | 29 *cm*; | ,, | 2 + 2 = 4 *cm* | ,, | ,, | 33 *cm* |
| 1½ | ,, | ,, | = 45 *cm*; | ,, | ,, | ,, | 44 *cm*; | ,, | 2 + 2 = 4 *cm* | ,, | ,, | 48 *cm* |
| 2 | ,, | ,, | = 60 *cm*; | ,, | ,, | ,, | 59 *cm*; | ,, | 2 + 2 = 4 *cm* | ,, | ,, | 63 *cm* |
| 2½ | ,, | ,, | = 75 *cm*; | ,, | ,, | ,, | 74 *cm*; | ,, | 2 + 2 = 4 *cm* | ,, | ,, | 78 *cm* |

usw.

Beim deutschen Ziegelformat, $25 \times 12 \times 6{\cdot}5$ *cm* ergeben sich auch dementsprechend geringere Mauerstärken.

### *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 Läuferscharen, nur Binder 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 übereinanderliegenden 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 Abtreppung 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 Verzahnung oder Verschmatzung 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, anzuschließenden Mauern oder Mauerteilen dienen. Die zwischen den Zähnen zurückspringenden, d. h. vertieft liegenden Teile des Mauerhauptes nennt man zurückgesetzte Schmatzen.

Der Schornstein- oder Läuferverband (Fig. 2, T. 8). Dieser besteht nur aus ein Ziegel breiten Läuferscharen, deren Stoßfugen auf halbe Ziegellänge 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 Binder- oder Kopfverband (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 1 Stein dicken Mauern gebraucht.

Der Blockverband (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 Läuferscharen aber jede zweite um $^1/_2$ Steinlänge verschoben ist. Die Abtreppung ist hierbei 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 Mauer-

haupt, wie beim Blockverband, welche durch Binderscharen voneinander getrennt sind.

Der Strom- oder Festungsverband (Fig. 8, T. 8). Bei diesem wechseln mit 2 oder 4 Läufer- und Binderschichten 2 oder 4 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 ¾-Steinen abgeschlossen werden (Fig. 3 *a* und *b*, T. 8).

*c*) Beim Blockverbande muß jede Läuferschichte mit so viel ¾-Steinen abgeschlossen werden, als die Mauerdicke ein Vielfaches der halben Steinlänge ist. In den Binderschichten richtet sich der Abschluß nach der Mauerstärke. Bei 1 Ziegel starken Mauern legt man ganze Binder bis ans Ende (Fig. 4 *b*, T. 8); bei 1½ Stein starken Mauern muß man 4 Stück ¾-Steine anwenden, um die Fugen zu decken (Fig. 4 *c*, T. 8); bei stärkeren Mauern ordnet man an den Mauerhäuptern je 2 Stück ¾-Steine und dazwischen so viele ganze Binder an, als Platz haben (Fig. 4 *d* und *e*, T. 8).

Statt mit ¾-Steinen kann man auch mit Kopfstücken die Mauerenden bilden. Hierbei gehen die Läuferschichten mit ganzen Steinen durch, während in die Binderschichten vor den letzten Steinen Kopfstücke eingeschaltet werden (Fig. 9 *a* bis *d*, T. 8). Bei 1 Stein starken Mauern sind am Ende der Binderschichten nur ganze Steine (Fig. 9 *c*, T. 8), bei stärkeren Mauern wieder 4 Stück ¾-Steine anzuwenden (Fig. 9, *d*, T. 8).

*d*) Beim Kreuzverbande wird in jeder zweiten Läuferschichte bei 1 Ziegel starken Mauern ein Binder, bei stärkeren Mauern neben dem ¾-Ziegel ½ 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 Läuferscharen 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 ¼ 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 Läuferschar 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 ¾-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 Mauerhaupt 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 ¾-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 ¾-Ziegeln oder mit Kopfstücken ist bei beiden Verbänden ganz gleich durchzuführen, nur ist beim Kreuzverbande in jeder zweiten Läuferschar 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 ¼ Ziegel sein soll. Der anschließende Binder wird dem Winkel entsprechend zugehauen, desgleichen auch die im einspringenden Winkel an die Läuferschar 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 Verbandsregeln 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 2 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 bis 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 8 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 übereinanderfallen 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 3 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 Mauerkern 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 bis 1·0 *m* über den Dachfirst.

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

1. die schliefbaren Rauchfänge mit einem quadratischen Querschnitt von 45 bis 60 *cm*, so daß ein Mann in den Schlot einsteigen und darin klettern (schliefen) 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 schliefbare 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 schliefbare 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 Vorteile 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 im richtigen Verhältnisse zur Anzahl der in denselben mündenden Öfen stehen. Man rechnet für gewöhnliche Wohngebäude pro Ofen eine Rauchfangquerschnittfläche von 65 bis 68 $cm^2$. Die kleinste Dimension eines russischen Schlottes 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 4 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 *cm* vorteilhaft sein. Für Ventilationsschlote wird man entsprechend der Mauerstärke und der zu ventilierenden Räume eine Querschnittsdimension von 15/15, 15/30, 30/30 *cm* u. 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 Kasten 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 Kasten (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 Holzklotz 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 hierdurch 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. Er 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 S c h l e i f e n der Schlote. Die Notwendigkeit hierzu 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 Schlote 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 Schlote möglichst nahe beim First ausmünden, damit ihre freie Länge über Dach möglichst kurz ausfalle.

### *d*) A u s f ü h r u n g  d e s  Z i e g e l m a u e r w e r k e s.

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 augefeuchtet 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 „o f f e n e n  F u g e n" mauern.

Ober dem Bauhorizont wird zumeist Weißkalkmörtel, unter dem Bauhorizont mit Vorteil Zementmörtel oder vorlängerter 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 Klinkerziegel an. Für Feuerungsanlagen wird Lehm- oder Schamottemörtel 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 bis 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, Deckenauflager, Ventilations- und Rauchschlotöffnungen, Stiegen u. 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 $^1/_{500}$ der Mauerhöhe nicht überschreiten.

Bei Ziegelrohbauten, bei denen es auf die richtige Lage der Steine besonders ankommt, müssen zuerst die Ecken und Pfeiler mit den 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; hierzu bedient sich der Maurer bei der Ausführung der Mauerlatte und des Lotes. Bei ½ 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 bzw. 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 ausschiefern 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 $\left(\frac{0{\cdot}50 \times 0{\cdot}40\,m}{0{\cdot}25}\right)$*) 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 Mauerlänge ganze 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 bis 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) rein bearbeitet, so daß es möglich ist, die Fugendicken auf 5 bis 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 bis 1·20 *m*) horizontal abgeglichen werden. Häufig werden zu diesen Abgleichungen 2 bis 3 Ziegelscharen angeordnet. In diesem Falle empfiehlt sich auch die Verkleidung der ausspringenden Ecken, dann der Licht- und Kommunikationsöffnungen mit Ziegeln (zusammengesetztes Mauerwerk).

---

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

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 unterzwickt; 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 $^1/_8$ 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 zu Breite zu Länge gleich ist 1: 1: 2 oder 1: 1·5: 2 oder 1 : 2 : 3.

Sämtliche Quadern e i n e r 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 2 Läufer folgen (holländischer Verband). Bei starken Mauern können (Fig. 6, T. 9) Binder- und Läuferschichten 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 hierbei nur auf die Dicke der Quaderverkleidung bearbeitet, während der in das zu verkleidende Mauerwerk eingreifende Teil rauh, also unbearbeitet bleibt.

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

Eine innigere Verbindung der Quader 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 $^3/_4$-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, rauh 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, unterschaftiges 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 Zange (Fig. 16, T. 9), welche den Stein mit 2 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 Hebstangen 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 Seitenflächen 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 Quader dünnflüssiger Mörtel in die Stoßfugen

eingegossen und mit Kellen nachgestoßen, wozu aber die Mörtelfugen im Mauerhaupte vorher mit dickem Mörtel, Lehm u. dgl. verstrichen werden müssen.

Nachdem sämtliche Quadern versetzt sind, wird das Überarbeiten 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 bis 5 *cm* Tiefe ausgekratzt, mit feinem, gutem Mörtel oder mit Ölkitt verstrichen und eventuell noch mit Eisen geglättet.

### 4. Gemischtes und zusammengesetztes Mauerwerk.

Unter „gemischtem Mauerwerk" 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 vermengt.

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 Mauerecken, 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).

Mauerwerkverkleidungen aus Quadern. Das Sockelmauerwerk leidet durch das Trauf- und Spritzwasser, dann durch Schnee und Frost mehr als das übrige Mauerwerk, weshalb hierzu 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.

Kleinere Gebäude (Landhäuser) können auch mit ungebrannten Ziegeln (Luftziegel) in Lehmmörtel ausgeführt werden. Wenn diese Bauweise während der Ausführung und auch später vor Einwirkung jeder Feuchtigkeit vollkommen geschützt und aus gutem Lehm fachgemäß hergestellt wird, kann die Ausführung mit gebrannten Ziegeln in vielen Fällen umgangen werden. Fundament und Sockelmauern müssen aber aus gebrannten Ziegeln, Bruchstein oder Beton hergestellt und gegen aufsteigende Feuchtigkeit isoliert 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 eine dickere 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.

In der Regel soll dieser nur bei niederen Gebäuden Anwendung finden. Auf Schutz vor Nässe u. dgl. muß wie beim Luftziegelmauerwerk größte Sorgfalt verwendet werden.

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 so weit 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, besser mit Betonplatten 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. (Siehe Kapitel über Sparbauweisen.)

### *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 Betonerzeugung verwendeten Materialien und nach der Art der Erzeugung variieren. Erhärteter Beton ist wenig elastisch, bildet eine feste, starre Masse, die theoretisch nicht vollkommen wasserdicht ist.

Die gebräuchlichen Bezeichnungsweisen 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, e h e n o c h die Erhärtung der Masse beginnt, durch Stampfen komprimiert (S t a m p f b e t o n), bei letzterem wird die Betonmasse in einer mehr breiartigen Konsistenz erzeugt und in die Form (Baugrube) geschüttet und dort ohne weiteres erhärten gelassen (Schütt-, Gußbeton).

Das Schütten erfolgt mit Säcken, Kasten, 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 mannigfache Verwendung erhielt die Betonbauweise durch die Vereinigung des Betons mit Eisen (Eisenbeton).

Ob Quarz-, Kalk-, Dolomit- oder andere Sandarten zur Betonerzeugung verwendet werden, ist ziemlich belanglos, u n b e d i n g t erforderlich ist es aber, daß der Sand durch keine erdigen oder organischen Stoffe verunreinigt sei. Im allgemeinen ist für die Betonierung F l u ß s a n d dem G r u b e n s a n d vorzuziehen. Unreiner Sand soll vor der Verwendung gewaschen werden. Bezüglich der Korngröße ist es am besten, mittelgroben Sand zu verwenden.

Der S c h o t t e r soll mindestens mittelhart und nicht größer als ein Hühnerei sein. S c h l ä g e l s c h o t t e r ist dem G r u b e n- oder F l u ß s c h o t t e r vorzuziehen, weil er scharfkantig ist und rauhe 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 K i e s s a n d, das ist ein mit dem nötigen Sandquantum gemengt vorgefundener Fluß- oder Grubenschotter, direkt verwendet.

M i s c h u n g s v e r h ä l t n i s s e d e s B e t o n s. In der Praxis erfolgt die Mischung der Materialien nach Volumenteilen des gelockerten Materials.

Die Schottermenge muß derart bestimmt werden, daß jeder Stein mit einer genügenden, aber nicht zu dicken Mörtelschicht umhüllt sei. Zuwenig Mörtel würde die Zwischenräume im Schotter nicht gut ausfüllen, daher porösen Beton ergeben, während zuviel 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 bis 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, andrerseits 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 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, auch 1: 2: 2½.

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 × 0·20 = | 0·60 $m^3$ |
| Schotter . . . . . | 4 × 0·20 = | 0·80 $m^3$ |
| 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 Mengen und Durcheinanderarbeiten der Bestandteile desselben. Diese Arbeit ist höchst wichtig, da nur bei ordentlicher Mengung 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 Kubikmeter 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 erdfeuchten und plastischen 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 so weit gesteigert werden, daß die Masse zwar noch stampffähig ist, während des Stampfens aber weich und wässerig wird und die Form gut ausfüllt.

Erdfeuchter Beton liefert bei richtiger und fachgemäßer Behandlung eine höhere Festigkeit, da er dichter gestampft werden kann, andrerseits 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 bis 15 Minuten. Druckversuche haben gezeigt, daß ein längeres Mischen — bis 15 Minuten — keine Erhöhung der Druckfestigkeit herbeiführt.

Die Betonerzeugung 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, welch 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 $m^3$ 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 Betonerzeugung 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 ist folgender: Ein kubischer Holzkasten (Trommel) von zirka 80 *cm* Seitenlänge ist an zwei diagonal gegenüberliegenden 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 Mengung 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 $m^3$ 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 5 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 andere Mischtrommel hat im Innern Schaufeln und an den Innenwandungen schaufelförmige Ansätze, 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 abgerichtetes Rohr zugeführt.

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 bis 20 *cm* hohen Schichten, bei weichem Stampfbeton in 20 bis 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 bis 16 *cm* Seitenlänge und 10 bis 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 Schottersteine 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 kleinere vierkantige 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 dadurch 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 Verbindungsflächen durch teilweises Aufhacken rauh 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 geringe Schaden kann durch Ausbessern leicht wieder gutgemacht 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 andrerseits 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, andrerseits 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. 7 *a* 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 Formkasten betonieren, sobald die Formen nach der Erstarrung des Betons wieder herausgezogen werden können (Fig. 7 *a* 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 so weit

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 bis 3 *m* Spannweite) nach 2 bis 3 Tagen ausgeschalt werden, während Gewölbe mit größeren Spannweiten 10 bis 14 Tage eingeschalt bleiben müssen.

Verputz auf Betonmauerwerk. Der Verputz haftet nur dann an Betonflächen, wenn er gleich nach dem Ausschalen, solange 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 Schalflächen vor dem Einbringen der Betonmasse mit einer feinen steifen 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 hierfür 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 Zementmörtelschichte gebildet, welche gleich nach beendigter Stampfarbeit aufgetragen und mit der Latte abgestrichen, eventuell auch verrieben oder geglättet wird (siehe Verputz).

## Abnehmbare Betonformen (Allbau-System) für Guß- und Stampfmauerwerk.

Anstatt der hölzernen Schalungen werden in bestimmten Normaltypen fabrikmäßig erzeugte Schalungselemente aus dünnem Eisenblech verwendet, welche durch schwache Winkeleisen entsprechend armiert bzw. versteift sind.

Die Schalungselemente bestehen aus rechteckigen Tafeln *T* (Fig. 8, T. 10) von etwa $50 \times 100$ *cm*. Die Tafeln werden untereinander mittels einfacher, eigens für diesen Zweck konstruierter Klemmen *b* ohne Anwendung von Schrauben in unverrückbarer, leicht lösbarer Weise verbunden.

Die beiden Schalwände werden durch die aus dünnen Blechstreifen gebildeten Distanzbleche *a* gegenseitig in ihrer Lage erhalten.

Die Betonierung der Mauer nach dem Allbau-System sei nach Fig. 8, T. 10, bereits bis auf das Niveau *n*—*n* gediehen. In diesem Stadium bleiben die beiderseitigen Tafeln der Schichte I mit dem bereits abgebundenen Beton dieser Schichte in fester Verbindung und dienen als Stütze für die nunmehr aufzusetzenden Tafeln der Schichten II und III. Die Tafeln der Schichten II und III werden einzeln aufgesetzt und mittels der Distanzbleche *a* und der Klemmen *b* miteinander verbunden.

Hierauf wird die Betonierung bis zum Niveau *n' n'* ausgeführt, nach Abbindung des hergestellten Betons in etwa 24 Stunden werden die Tafeln der Schichten I und II abgenommen und auf die Tafeln der wieder als Unterstützung zurückbleibenden Schichte III aufgesetzt, worauf die Betonierung fortgesetzt wird.

Es bleiben daher stets die Tafeln einer Schichte am Beton hängen, während die Betonierung in 2 Schichthöhen fortgesetzt wird.

Das Anhaften des Betons an den Blechtafeln wird durch einen Lehmanstrich der Tafeln verhindert.

Das Allbau-System wird nicht nur zur Errichtung der Gebäudehaupt- und Mittelmauern durch alle Stockwerke, sondern auch bei Herstellung von Pfeilern und Zwischenwänden in jeder beliebigen Stärke angewendet, und ähnlich wie vorbeschrieben, hergestellt.

Die Stöcke für Fenster und Türen werden bei einfachen Bauten zwischen den Schalungen eingesetzt und nach entsprechenden Ergänzungsschalungen mit einbetoniert. Rauchschlote und Hohlräume werden wie bei Holzverschalungen hergestellt.

Die Distanzbleche bleiben im Beton zurück, die über die Sichtflächen vorstehenden Enden derselben können nach Beendigung der Arbeit abgestemmt oder abgezwickt werden.

Die Ausführung des Allbau-Systems übernimmt die Allgemeine Österr. Baugesellschaft in Wien.

## 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 Materials gegen Einsturz gesichert sind. In diesen 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 geböscht, Verkleidungsmauern dagegen an beiden Mauerhäuptern geböscht hergestellt.

Die Neigung der Mauerhäupter kann verschieden sein und wird zumeist in Teilen der Höhe ausgedrückt ($^1/_{20}$, $^1/_{10}$, $^1/_5$ 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 spitzwinklig 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 $^1/_{10}$ bis $^1/_{20}$ 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 $cm^2$:

*a*) Für Mauern nicht unter 45 *cm* Stärke sowie Tragpfeiler, deren kleinste Querschnittsdimension mindestens $^1/_6$ der Höhe beträgt;
*b*) für Mauern unter 45 *cm* Stärke sowie Tragpfeiler, deren kleinste Querschnittsdimension $^1/_6$ bis $^1/_8$ der Höhe beträgt;
*c*) für Pfeiler mindestens 30 *cm* kleinster Abmessung, deren kleinste Querschnittsdimension $^1/_8$ bis $^1/_{12}$ der Höhe beträgt.

| Nr. | Mauerwerkgattung | *a* | *b* | *c* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ziegelmauerwerk mit Weißkalkmörtel . . . . . | 5 | 2·5 | — |
| 2 | Ziegelmauerwerk mit Romanzementmörtel . . . . . | 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 Romanzementmörtel . . . . . | 5 | — | — |
| 6 | Gemischtes Mauerwerk oder Mauerwerk aus lagerhaftem Bruchstein mit Portlandzementmörtel . . . . . | 8 | — | — |
| 7 | Bruchsteinmauerwerk aus zugerichtetem, festem Steine . . . | 10 | — | — |
| 8 | Mauerwerk aus geschlämmten Ziegeln bester Sorte (sogenannte doppelt geschlämmte) oder Pfeilerziegel mit Portlandzementmörtel . . . . . | 12 | 8 | 6 |
| 9 | Mauerwerk aus Klinkern mit Portlandzementmörtel . . . . . | 20 | 15 | 10 |
| 10 | Betonmauerwerk aus Romanzement in Fundamenten, im Mischungsverhältnis von 250 *kg* zu 1 $m^3$ Sand mit Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:5) . . . . . | 5 | — | — |
| 11 | Betonmauerwerk aus Portlandzement bei Mauern nicht unter 45 *cm* Stärke, ferner aus Schlackenzement in Fundamenten oder an feuchten Orten: | | | |
| | *a*) im Mischungsverhältnisse von 500 *kg* zu 1 $m^3$ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:3) . . . . . | 18 | — | — |
| | *b*) im Mischungsverhältnisse von 325 *kg* zu 1 $m^3$ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:5) . . . . . | 12 | — | — |
| | *c*) im Mischungsverhältnisse von 225 *kg* zu 1 $m^3$ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:8) . . . . . | 8 | — | — |
| | *d*) im Mischungsverhältnisse von 175 *kg* zu 1 $m^3$ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:10) . . . . . | 6 | — | — |

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

| Nr. | Mauerwerkgattung | Druck- Festigkeit in kg pro $cm^2$ | 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 ausgeschlämmten Ziegeln bester Sorte (sogenannte doppelt geschlämmte) 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 bis 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 2 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, insofern 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.

U m f a s s u n g s m a u e r n, die keine Deckenkonstruktion tragen (z. B. bei Risaliten), können in allen Geschossen 45 *cm*, F e u e r m a u e r n selbst nur 30 *cm* stark gehalten werden.

M i t t e l m a u e r n, welche zumeist auf beiden Seiten die Deckenkonstruktion tragen und außerdem die Rauch- und Ventilationsschlote in sich aufnehmen, werden bei Anwendung von Tramdecken in dreistöckigen Häusern in allen Geschossen 60 *cm* stark gemacht. Bei 4 Stock hohen Häusern erhalten die Mittelmauern in den 4 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 3 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.

B r a n d m a u e r n werden mindestens 15 *cm* stark gehalten, eventuell mit Verstärkungspfeilern versehen.

L i c h t h o f m a u e r n müssen mindestens 30 *cm*, wenn sie zugleich aber eine Deckenkonstruktion zu tragen haben, 45 *cm* stark sein.

S t i e g e n m a u e r n 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.

S c h e i d e m a u e r n sollen, wenn sie kein Deckenauflager 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 3 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 K e l l e r m a u e r n 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).

F u n d a m e n t m a u e r n 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.

G e w ö l b w i d e r l a g s m a u e r n müssen dem jeweiligen Seitenschub der Gewölbe entsprechend stärker dimensioniert werden (siehe Gewölbekonstruktion).

### γ) S t ü t z-, F u t t e r- u n d V e r k l e i d u n g s m a u e r n.

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

S t ü t z m a u e r n. Für mittlere Verhältnisse kann man nach den von der österr. Staatsbahndirektion aufgestellten Normen bei Stützmauern mit vertikaler

Rückwand und $^1/_5$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.

F u t t e r m a u e r n können — Rutschterrain ausgenommen — bei mehr als 2 *m* Höhe um 15 bis 20 *cm* schwächer angelegt werden als Stützmauern, eventuell auch eine geringere, zumeist $^1/_6$füßige Außenböschung erhalten, weil die Kohäsion des gewachsenen Bodens den Erddruck vermindert.

V e r k l e i d u n g s m a u e r n können bei haltbarem Felsen durchaus 45 bis 60 *cm* stark gehalten werden. Lockerer Felsen und sehr ungünstige Lassenrichtung bedingen oft dieselben Dimensionen wie bei Futtermauern.

T a b e l l e über die K r o n e n s t ä r k e bei S t ü t z - und F u t t e r m a u e r n nach den ü b l i c h e n Q u e r s c h n i t t s v e r h ä l t n i s s e n.

(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.* F ü r S t ü t z m a u e r n | | | | | | | | | |
| 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.* F ü r F u t t e r m a u e r n | | | | | | | | | |
| 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 Steinschlichtung angeordnet, welche den Druck der Anschüttung teilweise aufnimmt, so kann die Mauerstärke um 0·08 *h* vermindert werden.

T r o c k e n m a u e r n erhalten gewöhnlich die 1½fache Dicke von Mörtelmauern und eine sanftere Böschung (⅓ bis ½ 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 Ausnützung 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 können nach Fig. 1, T. 11, mit hochkantig gestellten Ziegeln und gutem verstärktem Weißkalk- oder Zementmörtel hergestellt werden. Lange Wände kann man mit Holz- oder Eisenständer in 2 bis 3 *m* breite Felder teilen. Durch Einlegen von etwa 1·5/26 *mm* starken Flacheisen in jede dritte oder vierte Lagerfuge, die an Ständer oder an die Anschlußmauern befestigt werden, kann der besonders bei hohen Wänden eintretenden Knickgefahr vorgebeugt werden.

Um die Stabilität solcher hochkantig gestellten Ziegelwände auch ohne Eiseneinlagen zu erhöhen, kann man die stehenden Ziegeln nach Fig. 12, T. 11 *a* und *b*, so anordnen, daß zwischen den einzelnen auf die lange Seite gestellten Ziegeln *l* einige *k* auf die kurze Seite gestellt werden, welche zwischen den einzelnen Scharen eine innige Verbindung herstellen und die durchlaufende Lagerfugen, bei denen die Knick- und Ausbiegungsgefahr am stärksten auftritt, vollständig entfallen. Dieses patentierte System „Katona" wird von der Österr. A. G. für Spezialbauten für alle Gattungen Ziegelhohlmauern zur Erbauung ganzer Gebäude vorteilhaft ausgenutzt. Solche Bauwerke sind nicht nur wirtschaftlich, sondern auch hygienisch vorteilhaft. (Siehe Anhang, Sparbauweisen.)

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 lotrechten 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 Eisennetz, welches durch die Ausmauerung nach allen Seiten fest und wirksam ausgesteift ist, bildet die fertige Wand einen sich selbst tragenden Gitterträger von hoher Widerstandsfähigkeit.

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 Normal-

ziegeln. Minderwertige Materialien, als Stücksteine, wie sie von Abbrüchen herrühren, 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.

In allen Fällen ist nur reiner oder verlängerter Zementmörtel zu verwenden.

Gipsdielenwände. Die schwächeren, 2 bis 4 *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 bis 8 *cm* dicken Gipsdielen auch selbständig zur Bildung leichter Wände Verwendung finden können (Fig. 4, T. 11).

Bei Wänden aus schwachen Gipsdielen mit einem Holzgerippe (siehe Riegelwände) 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 bis 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 *s*, 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 2 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 gern 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 bis 15 Raumteilen Gips. Der Verputz soll nur höchsten 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 Kohlenschlacke 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 4 Schmalseiten (Stoß- und Lagerfugen) halbrunde Rillen *r*.

Zur Bildung von Wänden werden die Platten „Voll auf Fug" übereinandergesetzt. In jede einzelne Schicht 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 Gipsschlackenmörtel hergestellt. Haltbarer kann der Anschluß gemacht werden, indem man die Platten außerdem stellenweise mit Bankeisen befestigt oder sie in eine ausgestemmte Mauernut eingreifen läßt.

Gedübelte Gipsschlackenplatten (Fig. 10 *b*, T. 11) von der Firma Schefftel in Wien erzeugt. Infolge der gewölbeartigen Form werden je 2 Platten von der darauf zu stehen kommenden Platte zusammengehalten; außerdem werden je 3 Platten untereinander durch je 2 Dübeln aus Zement verbunden.

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

Skagliolwände von Fritz & Hübner in Wien (Fig. 9). Quadratische Platten mit 50 *cm* Seitenlänge und 5, 7 und 10 *cm* Dicke, welche in Messingformen gepreßt werden, daher in Form und Größe ganz gleich sind, werden, wie die Figur zeigt, mit Fugenwechsel trocken, ohne jeden Fugenmörtel derart übereinander aufgeschlichtet, 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 glattgerieben. 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 Gipsschlacken und Skagliolwände sind bei solider Ausführung und guter Verbindung mit den anstoßenden Mauerflächen und mit den Türstücken für Wohnräume u. dgl. ganz zweckentsprechend, erfordern aber als Unterstützung Fundamentmauern oder eiserne Träger.

Schugkwände. Die Schugkwandindustrie in Hamburg erzeugt aus Schlacke und Gips Platten (Schugkplatten) zur Herstellung dünner Wände. Die Platten (Fig. 11 *a*) sind 100 *cm* lang, 33 *cm* hoch, 5, 6 und 7 *cm* dick, haben an den Rändern an 2 Seiten durchlaufende Federn und an den gegenüberliegenden 2 Seiten seitwärts unterbrochene Nuten, durch welche der Mörtel beim Verstreichen der Fugen eindringen kann, wodurch eine feste Verbindung zwischen den trocken aufeinander gestellten Platten hergestellt wird.

Die Schugkplatten werden an Richtscheiten und Schnur trocken aufeinander gestellt, stehen infolge der eigenartig, genuteten Ränder sofort fest, und die größtenteils offenen Fugen werden erst nachträglich nach je 2 *m* hoher Aufstellung mit Gipsmörtel ausgeworfen und verstrichen. Das Aufstellen der Platten geht rascher vor sich, wenn man vorher aus Latten ein vertikales Gerippe (Leergerippe) herstellt, an welches die Platten an einer Seite anschließen. Nach je 2 *m* Höhe werden die Fugen verstrichen und nach erreichter Zimmerhöhe das Leergerippe abgenommen und die Wand mit feinem Gipsmörtel verputzt, welcher an den rauhen Flächen gut haftet.

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 Bauobjekte, transportable Baracken 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 bis 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 bis 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, womöglich in eine ausgestemmte 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 3 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 tranportabler 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 Materials 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.

Das teuere Korkmaterial wird heute durch ein ähnliches Material aus Kieselgur und Sägespänen ersetzt; aus diesem Gemenge wird das isolierende „KB"-Material erzeugt. (Siehe Ergänzungsanhang.)

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 hierfür auf einer Seite eine provisorische Blechwand lotrecht 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 ⊥-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 Drahtgeflechte 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 bis 5 *cm*, kann aber auch 8 bis 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 Fabrik- 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 Fabrikgebäuden, 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 bruchsicher.

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 $^1/_5$ 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, dreiviertel, halben und

viertel Steinen notwendig, welche von den betreffenden Firmen in eine genau kotierte Detailzeichnung eingezeichnet und entsprechend numeriert oder sonstwie übersichtlich bezeichnet werden.

Die Fig. 9 bis 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 hierzu 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 hierfür 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 bis 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 hierzu jedes Ziegelformat genommen werden.

Das stehende Ziegelpflaster wird meistens nach Fig. 2 *a*, selten nach 2 *b*, T. 12, verlegt hergestellt.

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 verschiedenfarbiger, 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 verschiedenfarbigem Tonpulver ausgefüllt, das Gitter sodann behutsam aus der Plattenform gezogen und der Rest der Form mit fein 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. Hierdurch wird die farbige Tonschicht 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 farbigen Zementplatten werden — das Brennen ausgenommen — auf ähnliche Weise hergestellt.

Für Pflasterungen im Innern der Gebäude nimmt man 2 bis 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. Auch in Gängen u. dgl. sind deshalb verschiedenartig gerauhte Platten vorteilhaft, 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 bis 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 bis 3 *cm* dickes Bett aus Romanzement-, im Freien aber in Portlandzementmörtel verlegt und hierauf mit der Setzlatte und durch Niederklopfen in die richtige Lage bringt. Die Stoßfugen werden dann mit dünnflüssigem Portlandzementmörtel ausgfüllt, 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 mehrfarbigen 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 darnach 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 ¾, ½, ⅓ und ¼ 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 teuerer als ein liegendes Ziegelpflaster, aber bedeutend dauerhafter und zweckmäßiger als dieses; es ist also in jeder Beziehung dem Ziegelpflaster vorzuziehen.

### *c*) Steinplattenpflaster.

Hierzu 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 bis 3 *cm* dickes Zementmörtelbett auf einer gut gestampften, 5 bis 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 „Katzenkopfpflaster".

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 bis 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 bis 2 *cm* breiten Stoßfugen aneinandergereiht und mit einem schweren Pflasterhammer so lange 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). Hierdurch werden die kurzen, parallel zu den Radspuren laufenden Steinkanten nicht so rasch abgenützt und den Hufen der Zugtiere in den vermehrten Reihenfugen mehr Angriffspunkte geboten, welcher Umstand namentlich bei größeren Steigungen vorteilhaft ist.

Bei schiefer Lage der Steine (Fig. 10, T. 12) werden die Stoßfugen zwischen den Steinreihen unter 45° zur Straßenachse angeordnet. In diesem Falle werden alle Fugen 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 Fugen, 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 Bischofshauben.

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 (gerieft), 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 gerieft.

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 bis 10 *cm* hohe Sandunterlage.

Für Trottoirpflasterungen verwendet man sogenannte „Halbgutsteine", 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 Fugen auf eine gute Unterlage verlegt werden. Diese Pflasterung kann nach 2 Methoden ausgeführt werden.

Nach Rüttgers Methode werden die Holzklötzeln in 2 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 2 Fugendicken 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 aufruhen.

Nach der zweiten neueren Methode wird eine 15 bis 20 *cm* dicke Betonunterlage hergestellt, deren Oberfläche um die Pflasterdicke unter dem Niveau liegt. Nach dem Erhärten des Betons werden die 10 bis 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 Reihenfugen werden 1 *cm* dicke Holzleisten *l* eingelegt, damit die Fugendicke 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.

Die Holzstöckeln müssen gut imprägniert sein, damit sie einerseits der Fäulnis widerstehen und andrerseits 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.

Nach System Schefftel in Wien werden für Straßenpflaster sogenannte Asphalt-Basalt-Blocks, 33 × 16·5 *cm* groß und 5 bis 8 *cm* dick, aus einem Gemenge von Basaltstückchen und Asphalt erzeugt, welches unter hohem Druck in Formen zu einer festen Masse gepreßt wird. Diese Blocks sollen nach amtlich angestellten Versuchen ein sehr zähes und dauerhaftes Straßenpflaster geben.

Das Verlegen dieser Blocks erfolgt entweder auf einer festgewalzten Unterbettung aus Schlägelschotter und Sand oder auf einer 8 bis 12 *cm* hohen Betonschichte, indem man die Platten, wie Fig. 16 *a*, T. 12, zeigt, „Voll auf Fug" aneinanderreiht 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.

Für Trottoirs und ähnliche Pflasterungen werden aus einem Gemenge von Naturasphalt und Sand quadratische 20 × 20 *cm* große Platten in 2, 2½, 3 und 4 *cm* Dicke, mit glatten oder gerippten Oberflächen hergestellt.

Die Platten werden auf einer 5 bis 8 *cm* hohen Betonschichte mit sehr engen Fugen in steifen Zementmörtel verlegt und die Fugen mit einem flüssigen, feinen Zementmörtel ausgefüllt. Zur Herstellung von absolut wasserundurchlässigem Pflaster werden die Fugen nur 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 $^1/_{25}$ bis $^1/_{50}$ der Fahrbahnbreite *b*.

Das Trottoir erhält eine Breite von $^1/_5$ bis $^1/_6$ der Gassenbreite *B* und eine Neigung von 1 bis 2% gegen die Fahrbahn, gegen welche dasselbe mit einer 10 bis 15 *cm* hohen Stufe abschließt. Dieser stufenförmige Abschluß kann entweder mit hoch-

kantig 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 bis 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 bis 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 Mörtelestriche 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 bis 8 *cm* dicken Sand- oder Schuttschicht zu versehen.

Als Fußbodenbelag sind gebräuchlich: *a*) Lehmestrich, *b*) Betonestrich, *c*) Zementmörtelestrich, *d*) Gipsmörtelestrich, *e*) Terrazzoestrich, *f*) Asphaltestrich, *g*) neuartige Estriche, *h*) Asbestfußboden „Feuertrotz".

### *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 beigemengt, so wird der Estrich dadurch bedeutend härter. Es genügt aber, nur die oberste Schicht des Estrichs 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 Isolierschicht zwischen Holz und Lehmschlag, etwa aus Dachpappe, anzubringen, um das Holzwerk von der Zerstörung durch die feuchte Lehmschicht zu schützen.

Im Freien ist für einen genügenden Abfluß der Niederschlagswässer vorzusorgen.

### *b*) Betonestrich.

Der Betonestriche 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 versehenen Erdboden werden aus Stampfbeton in entsprechenden Entfernungen Klötzchen oder ganze Streifen aufgetragen, welche die Oberfläche des Betons angeben. Zwischen diesen 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 Mörtelschicht aus Portlandzement und reinem, reschem Sand überzogen und diese glatt verrieben. Auf einer bereits erhärteten oder gar mit Staub verunreinigten Betonschicht würde ein Mörtelüberzug n i c h t 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 bis 15 *cm* und bei starker Inanspruchnahme, bei Straßen u. dgl., mit 20 bis 25 *cm* Dicke aufgetragen.

Portlandzement-Betonestrich ist, selbst in schwächeren, z. B. 10 *cm* dicken Lagen aufgetragen, noch immer viel dauerhafter als ein stärkerer, zirka 15 *cm* dicker Romanzement-Betonestrich, daher soll Romanzement für diese Verwendung ganz ausgeschlossen werden.

Größere Flächen, besonders im Freien, sollen bei der Ausführung durch Einschaltung von Stoßfugen (Dilatationsfugen) in regelmäßige, 4 bis 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, Schlosserein u. dgl. vorzügliche Fußböden hergestellt werden, die den Schall mehr dämpfen als Zementbeton. Man macht solche Fußböden 20 bis 30 *cm* stark und nimmt für die unteren $^4/_5$ der Dicke eine Mischung von 1 Teil Portlandzement, $^1/_2$ Teil gelöschtem Weißkalk, 3 Teilen scharfem Sand und 7 bis 8 Teilen grober, gesiebter Schlacke, während für das obere $^1/_5$ der Estrichschicht 1 Teil Portlandzement, 2 Teile Sand und 2 Teile feingesiebter Schlacke genommen werden.

### *c*) Z e m e n t m ö r t e l e s t r i c h.

Auf eine gut geebnete und festgestampfte Schuttlage wird eine 3 bis 5 *cm* hohe Schicht steifen Portlandzementmörtels 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*) G i p s m ö r t e l e s t r i c h.

Dieser wird aus einem steifen Mörtel von Gipspulver und feinem Sand bereitet, zirka 3 bis 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, 1½ Teilen Ziegelmehl und 3½ Teilen kleineren Ziegeltrümmern hergestellte Betonmasse — Fondo (Grund) genannt — etwa 5 *cm* hoch aufgetragen, ausgeglichen, etwas gestampft und dann 1 bis 2 Tage dem Erhärten überlassen, worauf man sie neuerdings, und zwar gut einstampft.

Nach eintägigem Abtrocknen wird diese Lage mit einer zweiten, 2 bis 4 *cm* hohen Schicht — 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 Schicht ausgefüllt werden.

Nach dem Erhärten (in zirka 10 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 her bewegt und der Estrich nach Bedarf abgewaschen oder benetzt wird.

Erst nach vollkommenem Austrocknen wird der Terrazzo mit heißem Leinöl zweilmal 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 Terrazzos 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 durchlochen, sodann diese Zeichnung auf die zweite Schicht 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 Schicht 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 Verputzschicht werden dann die Steinchen mit der Hand eingedrückt. Die weitere Behandlung ist dann ähnlich 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 zur 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, biluminösem 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 Gewölbeabsattlungen 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 bis 20 *cm* dicken Betonunterlage in der Art aufgetragen, daß man das rohe Asphaltpulver in eisernen Trommeln, die über geschlossenem Feuer gedreht werden, auf 110 bis 130° C erhitzt, sodann 8 *cm* hoch auf den Betonestrich 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 sollen.

Der Gußasphalt (Asphalt-coulé) kommt gewöhnlich in Stärken von 0·75 bis 1·50 und 2·25 *cm* zur Anwendung und wird manchmal schichtenweise, die Schicht 0·75 *cm* hoch, hergestellt. Er erhält als Unterlage eine 5 bis 8 *cm* dicke, gut ausgetrocknete Betonschicht oder ein liegendes Ziegelpflaster.

Zur Herstellung dieses Estrichs werden vorerst die Asphaltbrote (Asphaltmastix) 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 bis 50%) beigemengt und unter beständiger Feuerung das Ganze zu einer gleichmäßigen Masse verrührt und zirka 3 bis 4 Stunden gekocht.

Zum Auftragen der heißen Gußmasse werden zuerst zwei der Estrichdicke entsprechende Eisenschienen auf 60 bis 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 gern verwendet.

### *g*) Neuartige Estriche.

In neuerer Zeit werden Estriche (Flötze) aus verschiedenartigen Kompositionen — Xylolit, 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 Leinfirnis eingelassen und mit Wollappen abgerieben werden.

Xylolit, 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 Farbenbeimengungen.

### 15. **Asbestfußboden „Feuertrotz"** der Firma Stauber & Co., Wien.

Ein Hauptbestandteil dieser Estrichmasse ist lange amerikanische Asbestfaser (nicht Asbestpulver), wodurch der fertige Estrich eine zähe, hornartige

Struktur erhält. Dieser fugenlose Estrich wird an Ort und Stelle auf feste Unterlagen aufgetragen. Er soll fußwarm und schalldämpfend sein, die glatten Oberflächen gestatten eine leichte Reinigung und verursachen wenig Staubentwicklung. Die Farbe ist grau, kann aber durch Beimengung verschiedener Farbstoffe beliebig gefärbt werden.

## *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 $k\,k_1$ heißt Anlauf- oder Kämpferlinie.

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

Der Unterbogen $k\,s\,k$ ist die innere (konkave) Wölblinie,

Der Oberbogen $l\,s'\,l$ ist die äußere (konvexe) Wölblinie.

Gewölbleibung nennt man die innere sichtbare Gewölbsfläche.

Gewölbrücken nennt man die äußere Gewölbsfläche.

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

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

Gewölbscheitel $s$ ist der höchste Punkt der Unterbogens.

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

Die Pfeil- oder Stichhöhe $m\,s$ 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 (Füßl) 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 Gewölbsteine *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 der 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 scheitrechte 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 überhöhte Gewölbe, bei dem die Pfeilhöhe größer als die halbe Spannweite ist und die Tangenten am Anlaufe wieder lotrecht sind. Der Bogen besteht aus 3 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 2 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 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 *a b* und *c d* (Fig. 7, T. 13), so wird das Tonnengewölbe in 4 Teile geteilt, von denen die zwei an den Stirnseiten liegenden Teile *K* K a p p e n und die zwei anderen an den Widerlagsseiten liegenden Teile *W* W a n g e n heißen. Aus solchen Wangen und Kappen können die verschiedenartigsten, im folgenden angeführten Gewölbe zusammengesetzt werden.

*b*) Das K r e u z g e w ö l b e (Fig. 8, T. 13); dasselbe entsteht, wenn vier Kappen so zusammenstoßen, daß sich die Scheitellinien in einem Punkte schneiden. Die sich an den Zusammenstößen bildenden Kanten heißen Grate. Dieses Gewölbe hat keine Kämpferlinien, sondern nur 4 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 2 Tonnengewölben unter einem beliebigen Winkel sowie beim Zusammentreffen von 3 Tonnengewölben (Fig. 9, 10 und 11, T. 13) entstehen, wenn die Scheitellinien sich in einem Punkte schneiden, ebenfalls Kreuzgewölbe.

*c*) Das S t e r n g e w ö l b e (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 N e t z g e w ö l b e, welche im gotischen Kirchenbau umfangreiche Anwendung finden.

*d*) Das K l o s t e r g e w ö l b e (Fig. 13, T. 13) entsteht, wenn Wangen mit den Graten so zusammenstoßen, daß die Scheitelpunkte und Widerlagslinien 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 Zusammenstößen 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 K u p p e l g e w ö l b e 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 C h o r g e w ö l b e. Kleinere Chorgewölbe, welche über Nischen u. dgl. ausgeführt werden, heißen N i s c h e n g e w ö l b e.

*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 b ö h m i s c h e P l a t z e l oder K u p p e l p l a t z e l oder b ö h m i s c h e G e w ö l b e, auch b ö h m i s c h e K a p p e 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 4 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 Anlaufspunkten 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 2 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 Kolbbögen 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 scheitrechtes Gewölbe ersetzt, so entsteht das Spiegelgewölbe (Fig. 18, T. 13), ein sehr schönes Gewölbe, das aber nicht belastet werden darf.

*l*) Schilder und Ohren (Fig. 19 und 20, T. 13) sind kleinere Gewölbabzweigungen, 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 zpeziell 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 Gewölbsform, 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 bis 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 Lattenstücken 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 untersützen. 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 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 bis 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 bis 4 *m* voneinander entfernte Ständer unterstützt, welche bis zum Boden herabreichen und dort auf einem Brettstück oder auf einem durchlaufenden Schweller 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 *m* 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 angeschiftet 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 Gewölbeleibung (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 durchlaufende 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-, Romanzement- 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 Gewölbedecken 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 bis 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 Resultat 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 $^3/_4$-Ziegel fabriziert werden.

Zur Verstärkung der Gewölbewiderlager tragen auch die Gewölbefüßel bei, weil sie als Fortsetzung der Widerlagsmauern durch Überkragung des geraden Mauerwerks 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 nicht 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 2·50 bis 3·00 *m* hohen Widerlagern*) | | Anmerkung |
|---|---|---|---|---|
| | | unbelasteten (oberstes Geschoß) | belasteten (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 $\frac{3·60}{4}+\frac{6·00}{10}=1·50\ m$ 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 | $^1/_{30}$ | $^1/_2$—$^1/_4$ | $^1/_4$—$^1/_5$ | |
| 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 Gewölbeanläufe und die Gewölbefüßel 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 Gewölbefüßel. Aus Fig. 30 geht hervor, daß bei gemeinschaftlichen Widerlagern und vollen Bögen Gewölbefüßel 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 2 Stufen ausgeführt werden (Fig. 33 *a*, *b* und *c*), um sie nicht zu weit überkragen zu lassen.

Zum Mauern der Gewölbefüßel 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 Gewölbefüßel 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 Gewölbemauerwerk (T. 14). Die Gewölbe übertragen ihre eigene und die ihnen eventuell aufgebürdete Last in der Weise auf die Widerlager, daß das Gewölbematerial 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 Gewölbedruckes stellt, ergeben sich keilförmige Gewölbesteine. Nachdem der Gewölbedruck gegen die Widerlager immer mehr zunimmt, so wird auch die Gewölbestärke 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 Gewölbestärke am Scheitel *s* (siehe Tabelle über Gewölbestärken) 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 Gewölbedruck den Mittelpunkt *m* für den Oberbogen $^1/_8$ bis $^1/_4$ *r* herabsetzt, am Scheitel die Gewölbedicke 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 ½ oder ¼ Ziegellängen vornehmen, und zwar wird die erste Stufe dort beginnen, wo eine durch den Scheitel gezogene Horizontale *s* bis $s^1$ (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 Gewölbestärken für verschiedene Gewölbekonstruktionen, 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.

## Tabelle über Gewölbestärken.

| Gewölbeart | | | Spannweite in *m* | Stärke im Gewölbe-Schlusse bei überhöhten oder Spitz- | Stärke im Gewölbe-Schlusse bei vollen | Stärke im Gewölbe-Schlusse bei Segment- | Stärke im Gewölbe-Anlaufe bei überhöhten oder Spitz- | Stärke im Gewölbe-Anlaufe bei vollen | Stärke im Gewölbe-Anlaufe bei Segment- | Anmerkung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Bögen in Ziegellängen | | | | | | |
| Tonnengewölbe | im oberen | Geschoß | bis 4 | . | 1/2 | 1/2 | . | 3/4 | 3/4—1 | Bis auf die Betontonnengewölbe sind hier nur Ziegelgewölbe gemeint |
| | im unteren (Keller-) | Geschoß | bis 4 | . | 3/4 | 3/4 | . | 1 | 1—1 1/2 | |
| | aus Beton | | bis 3 | . | . | 7 *cm* | . | . | 10 *cm* | |
| | | | bis 4 | . | . | 9 *cm* | . | . | 12 *cm* | |
| | | | bis 5 | . | . | 12 *cm* | . | . | 15 *cm* | |
| Gurten oder Ramenatbögen | | | 2 | 1/2 | 1 | 1 1/2 | | | | wie im Gewölbschlusse |
| | | | 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 | | | | |
| Kreuzgewölbe | in den Kappen | | bis 6 | 1/2 | | | | | | |
| | in den Graten | | | 1 | | | | | | |
| Platzelgewölbe | mit 1/10 Pfeilhöhe | leichtere | bis 5 | 1/2 | | | | | | |
| | | schwerere | | 3/4—1 | | | | | | |
| Klostergewölbe | | | bis 4 | 1/2 | | | | | | |
| | | | bis 5·50 | 1 | | | | | | |
| Kuppelgewölbe mit Pendentifs über einem quadratischen Grundrisse | | | bis 4 | 1/2 | | | 1/2 | | | |
| | | | bis 7·5 | 1 | | | 1—1 1/2 | | | |
| | | | bis 12·5 | 1 1/2 | | | 2 | | | |

Speziell gelten hier nachfolgende Verbandregeln:

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

Die Stoßfugen zweier aufeinanderliegender Scharen dürfen weder im Innern noch in der Leibung des Gewölbes zusammentreffen und sollen stets senkrecht auf die Gewölbeleibung 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 *c*, T. 14) oder γ) nach der Rutschbogeneinwölbung (Fig. 7 *f*, T. 14).

α) Die Kufeneinwölbung ist mit jedem Material ausführbar, erfordert aber eine volle Einschalung und keilförmige Steine. Die notwendige Keilform der Gewölbesteine (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 Gewölbeausschnitt 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 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 übereinanderliegenden Bögen (Schalen) ausgeführt werden (Fig. 6 *a*, T. 14). Hierbei liegen gewissermaßen 2 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 Gewölbeausschnitt 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 Gewölbescheitel zu liegen kommt. Bei größeren Gewölben wird vor Beginn der Mauerung am Gewölbeschlusse die Einschalung entsprechend belastet, und zwar am einfachsten durch gleichmäßiges Deponieren des zur Ausführung zu verwendenden Steinmaterials.

Nach erfolgter Mauerung der beiden Gewölbeschenkel 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 Gewölbeschluß 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 Längenverspannung ergeben und auch größere Setzungen zur Folge haben. Für schwer belastete Gewölbe und Mauerbögen ist sie einzig anwendbar.

β) Die Schwalbenschwanzeinwölbung (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 4 Ecken des einzuwölbenden Raumes gleichzeitig begonnen, indem man ½ Ziegel hohe und ¼ Ziegel dicke, etwas gegen die Ecken geneigte Bögen ausführt, die sich anfänglich einerseits gegen die Widerlager, andrerseits 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 aufruhen, 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 können 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, ½ Ziegel breiten Bogen mit hochkantig gestellten Ziegeln ausführt, wobei die Stoßfugen entweder nach Fig. 9 *b*, T. 14, radikal zugehauen oder nach Fig. 9 *á*, T. 14, die gegen den Gewölberücken zu klaffenden Fugen mit Steinchen ausgezwickt werden.

Nachdem der erste Gewölbebogen 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 3 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 Kufenwölbung 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 gezwungen, so kann die Tonne am besten nach Fig. 12, T. 14, aus kurzen, stufenförmig angeordneten, horizontalen Gewölbestücken 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 scheitrechten 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 bis 6 *cm*. Solche Gewölbe sollen nur ausnahmsweise und nur für kleine Spannweiten angewendet werden, weil sie wenig trägfähig sind. Ist man zur Ausführung scheitrechter 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 scheitrechten Bögen mit einer Eisenkonstruktion aufhängen oder den mittleren Teil nach Fig. 17, T. 14, aus Stein so gestalten, daß er gleichsam den beiden Gewölbeschenkeln 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 Steinen.

Die Gewölbebögen aus Bruchstein (Fig. 18 bis 21, T. 14) sind nach den gleichen Regeln wie Ziegelgewölbe mit Kufenwölbung herzustellen. Die Anlauf- und Schlußsteine müssen besonders sorgfältig zugearbeitet und hierzu die größten und festesten Steine verwendet werden. Die Stirnflächen der Gewölbe dürfen keine Verzwickung 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 bis 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 Fundamentsmauer 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 ½ oder ¾ Stein und zunehmend um ½ 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 bis 4 $m$ angeordnet und entweder über den Gewölberücken oder in der Leibung um ½ 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 Stärke.

Werden die Verstärkungsgurten aus der inneren Leibung hervortretend ausgeführt und zwischen denselben auch noch vorspringende Längsrippen parallel zur Gewölbeachse 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 nebeneinanderliegenden 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 $^1/_{30}$ bis $^1/_{40}$ der Diagonallänge höher gemacht wird als die Stichhöhe des normalen Bogens.

Für die Schwalbenschwanzeinwölbung braucht man nur die Gratlehrbögen aufzustellen und die 4 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 angeschiftet 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 ½ Stein. Der Verband ist hierbei 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, andrerseits der in den inneren Raum vorspringende Teil eine gefällige Gliederung zeigt. Am Schlusse stützen sich die Rippen an einen starken, entsprechend profilierten Schlußstein und am Anlaufe gegen starke Gewölbefüßel aus Quadern.

Wird das Kreuzgewölbe über großen Räumen, Kirchen, Vestibülen u. dgl. ausgeführt, so werden diese Räume oft durch Gurten $G_1$ bis $G_4$ unterteilt, welche auf entsprechend starken Pfeilern, $P_1$ bis $P_4$, 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 Gewölbefüßel 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 Gewölbefüßel aus dem gleichen Material herzustellen.

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

S t e r n g e w ö l b e (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.

K l o s t e r g e w ö l b e (Fig. 3, T. 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 ineinandergreifen, so daß dortselbst keine durchlaufende Fuge entsteht. Bei Schwalbenschwanzeinwölbung werden die Kehlen gewöhnlich durch über den Rücken vorspringende Grate verstärkt.

Die Kuppelgewölbe und Kugelgewölbe. 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.

Kuppelgewölbe 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 Gewölbescheitel 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 Gewölbefüßel 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 bis 10 *cm.* unter der Kämpferlinie der Kappen liegen. Bei mehreren nebeneinanderliegenden 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 ($^1/_5$ bis $^1/_{12}$ 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, nebeneinanderliegenden 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 scheitrechtes 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 $^1/_{36}$ 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 Gewölbeschenkels 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 Gewölbeachse. 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 stattfinde 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 Längenrichtung 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 bis 1½ Stein starken Stützbögen geschlossen. Die Öffnung kann am Schlusse, am Anlaufe 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 Gewölbeverschneidungen 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 bis 20 *cm* hohen Schichten aufgetragen und so gestampft, daß die Schichten möglichst radial zur Gewölbeachse 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 bis 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 andrerseits 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, hierdurch 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 stattfinden 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 abgesattelt (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 gewisssen 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 Mauerwerkes 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 Türrahmengesimse.

### *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 $^1/_{13}$ bis $^1/_{15}$ der Etagenhöhe, für Hauptgesimse mit $^1/_{15}$ bis $^1/_{20}$ der Gebäudehöhe und die Höhe der Gesimse mit $^3/_4$ bis $^5/_4$ 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 Mauerwerk vorspringen, jedoch so, daß der größere Teil der Ziegel in die Mauer fällt (Fig. 8 bis 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 kleine 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 Mauerwerk hervorragen 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 Mauern gelegt werden. Die Mörtelbänder an den Mauerhäuptern werden mit Romanzement- oder — besonders bei Abdachungsflächen — mit Portlandzementmörtel verbrämt.

Die Ziegel für Rohbaugesimse sollen möglichst hart und scharfkantig sein. Es finden hierfür auch Profilsteine und größere, hohle Terrakottastücke Verwendung. Letztere sollen ihrer Höhenabmessung nach die doppelte Ziegeldicke nicht überschreiten, eine Wandstärke von 2·5 bis 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 (gespranzt), 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 starken 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 darnach 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 bis 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 Führungslatten 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 hierfür 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 starken, 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 Fußpfette der Dachkonstruktion fortgesetzt (Fig. 1, 2, 3 und 8, T. 16), einerseits als Unterstützung des Dachgehölzes und anderseits zur Belastung der vorspringenden Hängplatte, um ein Umkippen derselben zu verhindern. Auf eine Belastung des Gesimsmauerwerks 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, passend 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, welch 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 hervorragen 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 Anwurfe 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, andrerseits 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 bis 3 *cm* tief offen bleiben, damit der Verputz dementsprechend 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 3 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 bis 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 g r o b e n oder r a u h e n V e r p u t z e s geschieht in der Weise, daß ein d ü n n f l ü s s i g e r 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 $^{15}/_{15}$ *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 und rauhe 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 e i n f e i n e r V e r p u t z 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 fort-

währendem 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. Hierfür 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 hierzu 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 hierdurch 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 vermengt 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 Reibbrettern oder Glasstäben gerieben, bis eine glatte, schwarze Fläche hervortritt. Der hierzu 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 aufgerauht (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 3 Drahtzüge weitläufig angenagelt, hinter diese die Rohrstengel abwechselnd mit dem Stamm- und Wipfelende eingeschoben, hiernach 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 Längenrichtung der Holzfasern gezogen werden, während das Rohr senkrecht daraufgelegt 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 d o p p e l t e V e r r o h r u n g, 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 Kegelstutzen 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 S p r i t z a n w u r f und, nachdem dieser genügend angezogen hat, ein z w e i t e r A n w u r f mit etwas konsistenterem Mörtel aufgetragen und entweder mit der 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 Plafondsbegrenzungen werden zur Vermeidung von scharfen Ixen gewöhnlich mit einer H o h l k e h l e versehen, so daß der Übergang von der horizontalen Decke zu den vertikalen Wänden allmählich erfolgt.

### 4. Stuckarbeiten.

Hierher gehört der sogenannte „S t u c k", eine eigentümliche Gattung des Mauerverputzes, mit spiegelnder Oberfläche. Stuck wird bei reich ausgestatteten Räumen angeordnet. Man unterscheidet den G i p s s t u c k, den S t u c k m a r m o r, S t u k k o l u s t r o 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 G i p s s t u c k wird aus einem, aus fein gesiebtem Gipsmehl und dünner Leimlösung bereiteten Mörtel erzeugt. Mit diesem Mörtel wird auf der verputzten Fläche eine 5 bis 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 Leinenbäuschen, 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 ausgetrockneten Mauerflächen oder auf doppelt berohrte 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 geadert 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 heißem 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 4 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 Ausfüllung 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 Fugenverbandeln, 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 Romanzement 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 Lehmmörtel (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 hierzu 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 beigemengt 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 Färblung setzt man der Kalkmilch die notwendigen Erdfarben zu, welche 1 bis 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 Färblung 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 nach dem Austrocknen reißt, weiters

die eventuell aufgetragenen Farben meist zersetzt, so daß in der Färblung oder in der Malerei dauernde Flecken bleiben.

Zur Erhöhung der Haltbarkeit bei Fassadefärblungen wird der Kalkmilch oft etwas Leinöl beigemengt. Das Leinöl muß jedoch vorher mit dickem Kalkbrei gut vermengt werden.

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

Von den Freiherr Brennerschen Industrialien in Gainfahrn (Depot: Wien I, Hoher Markt 3) wird als Zusatz für Kalkanstriche P i n o l 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 Zimmermalerfarben verwendet. Die Wirkung des Pinols kommt jener des Leines bei Zimmermalerarbeiten 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 ¼ Teil Pinol und ¾ Teil Wasser anzustreichen. Natürlich müssen auch die Fußböden, welche vom Ungeziefer verunreinigt sind, ebenso behandelt werden. Auch als Desinfektionsmittel soll Pinol verwendbar sein.

Z u m W e i ß e n u n d F ä r b e l n k a n n m a n a u c h A n s t r e i c h m a s c h i n e n v e r w e n d e n. 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 N e c h v i l e in Wien geliefert.

## *F.* Maurerarbeiten bei Frostwetter.

Ist man genötigt, bei Frostwetter Maurerarbeiten auszuführen, so müssen dazu absaugende, also trockene und auch frostfeste Ziegel und Steine verwendet werden; der hydraulische Mörtel ist in kleinen Portionen mit möglichst wenig, aber vorgewärmtem Wasser (wenn möglich auch vorgewärmtem Sand), 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 vor seiner Verwendung nicht verloren geht.

Bei jeder Mauerung im Winter muß sowohl das zu verarbeitende Material als auch die oberste Schicht 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.

Der Sorelzementmörtel (siehe Baustoffe) erhärtet auch bei tief unter dem Gefrierpunkte liegenden Temperaturen, eignet sich daher besonders als frostsicherer Mörtel oder Beton.

## *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 abgeglichene 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 Verschmatzung frei gelassen, welche ein festes Anschließen der später zu versetzenden Stöcke an das Mauerwerk 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 $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ der Zimmergrundfläche, für Stallungen $^1/_{12}$ 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 bis 1·20 *m* breit und 1·80 bis 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 2 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 Gewölbebogen ober dem Fenstersturz heißt Sturz- oder Ramenatbogen, die Verbreiterung der Maueröffnung nach innen heißt Spaletierung.

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 5/15 *cm* starkem Kiefern- oder Lärchenholz erzeugt und auf den inneren 3 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 scheitrechter Bogen oder als 30- bis 60gradiger 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 Viertelziegeln die Schmatzung derart ausgemauert, daß das Mauerwerk dicht an den Stock anschließt und diesen festhält. Bei großen Fenstern empfiehlt es sich, den Stock außerdem an 4 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 scheitrecht ausgeführt 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 $^1/_6$ bis $^1/_8$ 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 andrerseits nur an beiden Enden unterstüzt 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 scheitrecht 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 *c*, 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 *d*, 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 Spaletierung angelegt (Fig. 7 *d II*, T. 17), welche das Anmauern an den Stock in den Mauerschmatzen gestattet. Häufig wird aber diese Spaletierung auch weggelassen und der Stock nach Fig. 7 *d I*, 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 Spaletverkleidung angeschlossen.

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

Für Fensterrouleaux werden im Sturzbogen oft Vertiefungen, sogenannte Rouleauxnischen hergestellt und mit Holz verkleidet. Bei bogenförmigem Sturz sind diese Nischen unerläßlich.

### *c*) Spaletierung und Fensterbrett.

Die Spaletierung wird gewöhnlich verputzt und nur bei besserer Ausstattung mit einer Holztäfelung verkleidet. Im Erdgeschosse werden manchmal mit der Spaletverkleidung auch Spaletläden verbunden, siehe Tischlerarbeiten.

Die Parapetmauer erhält eine Abdeckung mit einem 2 bis 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 Winkeleisen erzeugt und mit Pratzen 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).

### *e*) Fenster ohne Stock.

Kleine, untergeordnete Fenster können auch ohne Stock hergestellt werden, jedoch wird dann an die Spaletierung 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 Gewölbeschilde überdeckt.

Die Sohlbank der Kellerfenster soll mindestens 10 *cm* über dem Außenterrain liegen, die Gewölbestärke 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 Schachtstock entweder fix oder besser abnehmbar versetzt.

Fensteröffnungen der unteren Geschosse sollen bei Kanzleien, Magazinen, bei in Gängen ausmündenden Wohnräumen u. dgl. auch einbruchsicher, 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 freier Eintritt in die Räume nicht gestört wird und andrerseits in den Räumen möglichst große Wandflächen zum Aufstellen der Einrichtung und der Öfen verfügbar bleiben. Sie sollen demnach 0·80 bis 1·20 *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 den 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 bis 1·60 *m*, Wohnungstüren 0·95 bis 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 welch letzterem Falle der breitere Flügel zum Öffnen eingerichtet wird.

Türen mit angeschlossenen Oberlichten 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 ausfalle.

Die Türöffnungen erhalten gewöhnlich einen einfachen Verschluß 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 3 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 welchem der Türflügel direkt anschließt, versehen, so nennt man die Türe eine „Spalettür"; der Stock kann hierbei 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 Spaletierung wird der Türbreite (inklusive Türenanschlag) entsprechend vollständig rein angemauert. 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 Spaletierung 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 scheitrecht 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 Spaletierung 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 Spaletierung, wie im Grundriß *c*, $\alpha$ der Fig. 1, T. 18, dargestellt, nach innen zu schräge, bei schwächeren Mauern (Grundriß c, $\beta$) 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 ½ *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 4 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 bis 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 1½ *cm* breiter und 2 *cm* tiefer Falz vom Türfutter und der Falzverkleidung gebildet wird, in welchem sich die Türflügel lagern (Fig. 3 *d*, T. 18). Auf der anderen Mauerflucht

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 3/20 *mm* starken, angeschraubten Flacheisen oder mit entsprechend starken Winkeleisen vor Abnützung 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*) Eiserne 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- bzw. 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 bis 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. 63).

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 a u s 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.

Den Querschnitt der Ventilationsöffnungen macht man bei Ziegelmauerwerk gewöhnlich als Vielfaches der Ziegeldicke, also $^{15}/_{15}$, $^{15}/_{23}$, $^{23}/_{23}$, $^{30}/_{30}$ 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 Pratzen bündig in das Mauerwerk versetzt.

Die Abfuhr verdorbener Luft erfolgt meist durch Abzugskanäle, welche schlotartig in den Haupt- und Mittelmauern angebracht und bis über Dach geführt werden. Die Einmündung in diese Schlote erfolgt 10 bis 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 $1\frac{1}{2}$ bis 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 bis 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 2½ bis 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 bis 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 bildet 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.

Humuserde und aufgeschütteter oder angeschwemmter Boden sind als Baugrund für massive Bauten unbrauchbar und müssen für solche vollständig entfernt werden; sie sind als Baugrund nur für leichte Holzbauten zulässig.

Sumpf-, Moor- oder Torfgrund ist nicht nur als Baugrund ungeeignet, sondern auch in hygienischer Hinsicht gefährlich.

Fundierungen in solchem Boden sind oft kostspieliger als das ganze Bauwerk; man wird daher solche Gründe möglichst meiden.

## *B.* Einfluß des Grundwassers auf Fundierungen.

Als Grundwasser bezeichnet man jenes Niederschlagswasser, welches im durchlässigen Boden nach abwärts sickert, auf einer wasserundurchlässigen Schicht je nach den Neigungsverhältnissen auf dieser Schicht entweder weiter fließt (Grundwasserstrom) oder sich in einem Becken ansammelt (stehendes Grundwasser). Die Bewegung des Grundwassers kann mit Rücksicht auf den Widerstand durch den Erdboden nur eine sehr träge sein. Nähert sich die undurchlässige Schicht der Erdoberfläche, so tritt zuweilen das Grundwasser als Quelle zutage. (Bei Ausgrabung von Fundamenten u. dgl. können ebenfalls Quellen auftreten.)

Das Grundwasser übt auf alle Bodenarten einen zerstörenden Einfluß aus, indem es den Boden auflockert und dadurch dessen Tragfähigkeit vermindert, ferner Bewegungen einzelner Bodenpartien, oft auch ganzer Schichten hervorruft. Ist dabei der Grundwasserstand nicht konstant, sondern veränderlich, so ist dies für den Baugrund noch schädlicher, da der Boden durch die mechanische Bewegung des Wassers in erhöhtem Maße aufgelockert und die Gefahr der direkten Befeuchtung des Fundament- und Kellermauerwerkes durch das aufsteigende Grundwasser vermehrt wird.

Die genaue Ermittlung der Grundwasserverhältnisse eines Bauplatzes ist somit von großer Wichtigkeit und muß stets vor Beginn eines Baues durchgeführt

werden, weil hiervon die Art der Fundierung desselben abhängig ist. Die Ermittlung erfolgt durch Bodensondierungen und Beobachtung der Wasserstände benachbarter Brunnen und hat sich nicht auf den Bauplatz allein, sondern auch auf die weitere Umgebung desselben zu erstrecken. Hierbei sind auch alle sonstigen Umstände zu erheben, die den Grundwasserstand beeinflussen. Ungünstige Verhältnisse können oft dadurch behoben werden, daß man den Grundwasserzufluß entweder durch Ableitung oder Tieferführung absperrt. Näheres hierüber im Kapitel „Entwässerung des Bodens".

## *C.* Untersuchung des Baugrundes.

Lassen sich die Verhältnisse des Baugrundes durch die in der Nähe bereits ausgeführten Bauten und Brunnen oder auf Grund der örtlichen geologischen Kenntnisse nicht hinreichend konstatieren, so muß man die Art des Baugrundes auf eine der im folgenden angegebenen Weise untersuchen, und zwar: 1. durch Aufgraben von Schächten oder Brunnen, 2. durch Sondieren, 3. durch Bohrungen oder 4. durch Eintreiben von Pfählen (Probepfählen).

Ad 1. Durch Aufgraben (Ausheben von Schächten) lassen sich die Bodenverhältnisse am besten bestimmen; dieses Verfahren kommt aber bei größeren Tiefen sehr teuer, es wird daher bloß in wichtigen Fällen und nur bei voraussichtlichen Tiefen bis höchstens 5·00 *m* angewendet.

Ad 2. Das Sondieren geschieht mit dem Sondiereisen (Fig. 1, T. 19) und mit dem Brecheisen. Das Sondiereisen besteht aus einem 2 bis 3 *m* langen, 2 bis 3 *cm* dicken, unten zugespitzten und oben mit einer Handhabe versehenen Eisenstab. Zuweilen werden auch mehrere Stäbe bis zu 5 *m* Länge zusammengeschraubt. Am Schafte sind Kerben eingehauen, welche vor dem Eintreiben in den Boden mit Unschlitt ausgeschmiert werden. Das Sondiereisen wird entweder mit den Händen in den Boden gestoßen oder eingerammt. Durch den Widerstand beim Eintreiben und die beim Herausziehen an dem Unschlitt haftenden Bodenteile kann man die Art des Bodens annähernd beurteilen.

Stößt man auf einen harten Gegenstand, so kann man durch Hineinstoßen eines Brecheisens an dem hohlen oder dumpfen Ton erkennen, ob die Schicht mächtig oder dünn ist.

Dieses Sondieren ist wenig verläßlich, kann daher nur als eine Voruntersuchung betrachtet werden.

Ad 3. Das Bohren. Dieses gestattet, Bodenuntersuchungen auf große Tiefen vorzunehmen und gibt über die Art der Bodenschichtung sehr genauen Aufschluß. Man unterscheidet die Bohrer je nach der Art ihrer Verwendung in Dreh- und Stoßbohrer. Die gebräuchlichsten Bohrer sind folgende:

*a*) Der Zylinderbohrer zum Bohren in weicheren Erdgattungen (Moor, Ton, Muttererde) hat eine durchgehende, unten zugespitzte Achse (Fig. 2, T. 19), einen aufgeschlitzten, schraubenförmig gebogenen Boden und eine ebenfalls geschlitzte Mantelfläche mit geschärftem Rande aus gestähltem Eisenbleche. Je nach der Zähigkeit des Bodens ist der Schlitz in der Mantelfläche größer oder kleiner; bei sehr weichem Boden verwendet man eventuell Bohrer mit vollkommen geschlossener Mantelfläche. Nach Einstellung der Bohrarbeit wird durch Heben des Bohrers mit dem Bohrstücke jenes Bodenmaterial zutage gefördert, welches sich in der erbohrten Tiefe vorfindet.

Der Zylinderbohrer (Fig. 3, T. 19) besitzt eine Boden- und eine Mantelschneide aus Stahlblech; er ist für festere Bodengattungen geeignet.

*b*) Der Löffelbohrer. Für weiches Gestein oder auch bei festem Ton, Mergel usw. benützt man Löffelbohrer, die nur einen kleinen Teil einer Zylinderfläche bilden (Fig. 4, T. 19). Diese Form verwendet man auch zum Vorbohren und bewirkt die Erweiterung des Bohrloches durch einen Löffelbohrer von der Form nach Fig. 5, T. 19.

*c*) Der Schraubenbohrer (Fig. 6, T. 19) besteht aus einem unteren Schraubengewinde mit größerer und einem oberen mit kleinerer Steighöhe; beide sind auf einem konischen Körper befestigt. Das steilere Gewinde bewirkt ein schnelleres Eindringen in den Boden. Dieser Bohrer eignet sich nur für geringere Tiefen. Beim Herausziehen des Bohrers muß das ganze im Bohrloche befindliche Material mitgehoben werden.

*d*) Der Ventilbohrer (Fig. 7, T. 19) eignet sich beim Bohren in einem weichen, mit Wasser gemischten Material (Schlamm, Sand, Kies usw.), das aus den früher beschriebenen Bohrern abfließen würde. Dieser Bohrer besteht aus einem geschlossenen Zylinder, der unten ein Klappen- oder Kugelventil enthält.

Der Bohrer wird durch Aufstoßen auf den Grund gefüllt. Der Ventilbohrer dient auch zum Heraufheben des Bohrschlammes aus Bohrlöchern, die mittels anderer Bohrer erzeugt wurden.

Bei den meisten Erdarten, welche die Anwendung des Ventilbohrers verlangen, sind gewöhnlich auch Futterröhren nötig, um das Bohrloch frei zu halten. Diese werden aus Eisenblech oder Mannesmannrohren erzeugt, müssen innen glatt sein und erhalten gewöhnlich am unteren Ende einen zugeschärften Rand, den man durch einen Außenring verstärkt. Je nach der Bodengattung wird der Rand gestählt oder mit Sägezahnung versehen. Die Rohre werden eingedreht oder eingerammt. Bei passenden Erdarten, frei von Steinen, Hölzern u. dgl., kann man die Rohre außen auch mit einem Schraubengewinde versehen. Der Durchmesser der Rohre ist 4 *cm* größer als jener der Bohrer. Bei größeren Tiefen werden mehrere Futterröhren zusammengestoßen. Jedes Rohr enthält an seinem oberen Ende eine angenietete Muffe mit Schraubengewinde, in welche das nächstfolgende Rohr eingeschraubt wird.

Beim Bohren durch sehr feinen Triebsand kann man zum Heraustreiben desselben auch Druckwasser (von einer Wasserleitung oder einer Pumpe kommend) verwenden, welches durch das im Innern der Futterröhre eingesetzte, bis an das Ende des Bohrloches reichende Druckwasserrohr mittels eines Schlauches zugeleitet wird.

Diese Art der Förderung hat den Nachteil, daß die Bohrproben verschiedener, aufeinander folgender Schichten durcheinander gemengt werden, so daß man über die Zusammensetzung des Bodens keinen genügenden Aufschluß erhält.

*e*) Die Meißel-, Kreuz- und Kronenbohrer (Fig. 8, 9 und 10, T. 19) dienen als Stoß- oder Schlagbohrer für verschiedene Gesteinsarten. Hierbei bekommt man das betreffende Steinmaterial im zerriebenen Zustande, so daß die Festigkeit desselben nur nach den Fortschritten der Bohrarbeit beurteilt werden kann. Günstiger sind in dieser Hinsicht die sogenannten Kernbohrer (Fig. 12, T. 19), zu welchen auch der Diamantbohrer (ein am unteren Rande mit schwarzen Diamanten besetzter Kernbohrer) gehört. Es sind dies Drehbohrer, welche einen festen Bohrkern liefern, der auf alle seine Eigenschaften hin untersucht werden kann.

Für Baugrunduntersuchungen werden die Kernbohrer wohl nie angewandt, sondern meist nur bei Tiefbohrungen und im Tunnelbau.

Die von H. Mayer in Hannover erfundenen Erdbohrer entsprechen allen Bohrzwecken besser, indem sie rascher und sicherer arbeiten und auch leichter zu handhaben sind als die vorbeschriebenen Bohrergattungen.

Der Triumphbohrer, Fig. 14, dient zum Bohren in gleichmäßigen Bodenschichten (Ton- oder Lehmboden). Der Bohrer ist spiralförmig konstruiert und im oberen Teile mit einem geschlossenen Zylinder umgeben, welcher das gebohrte Material am Bohrer festhält. Zur Bedienung genügen 2 Mann, welche den Bohrer beim Dreher *D* (Fig. 14) fassen und in den Boden eindrehen, wodurch das zu bohrende Material zuerst vollständig losgeschnitten und dann im Zylinder aufgenommen wird. Zum Hochziehen des Bohrers dienen bei geringen Tiefen die Heber *h*

und $h^1$ (Fig. 14), welche abwechselnd nach Bedarf immer tiefer am Gestänge *g* (Fig. 14) anzusetzen sind, bis der Bohrer zutage gefördert ist. Bei größeren Tiefen kommen eigene Hebevorrichtungen zur Anwendung.

Die Leistungsfähigkeit des Bohrers soll bei gleichmäßigem Lehm- oder Tonmaterial und bei 10 *cm* Bohrlochweite 5 *m* Tiefe in einer Stunde und 10 *m* Tiefe in 3 Stunden betragen. In tieferen Lagen nimmt die Leistungsfähigkeit natürlich immer mehr ab. Trifft man auf Steine, so werden diese mit dem Steinmeißel (Fig. 15) entweder durchgeschlagen oder seitwärts geschoben, was die Leistungsfähigkeit ebenfalls vermindert.

Durch Anwendung einer praktischen Vorrichtung soll der Bohrer auch in Kies, Sand, Triebsand u. dgl. gut verwendbar sein, bei fließendem, nassem Boden natürlich nur mit Anwendung von Futterrohren. Das Gestänge kann bei geringeren Tiefen rasch und ohne zeitraubendes Schrauben verlängert oder verkürzt werden.

Der zweischneidige Zylinder-Erdbohrer (Fig. 16) eignet sich vorwiegend zum Bohren in Mutterboden, Sand, Kies usw. und kommt hauptsächlich da zur Verwendung, wo es sich um größere Löcher bis zu 60 *cm* Durchmesser handelt.

Der Universalbohrer (Fig. 17 *a* und *b*) ist zylinderförmig konstruiert, mit seitlich zuschiebbarem Schitz und mit einer an- und abschraubbaren Ventilklappe versehen. Dieser Bohrer gestattet im trockenen Gelände, in Ton, Lehm, Kies, Sand, Braunkohle usw. ohne verschlossenen Schlitz und Ventilklappe zu bohren, in schwimmendem Gelände dagegen den Schlitz mittels Schieber zu schließen und die Ventilklappe anzuschrauben. In letzterem Zustande füllt sich der Zylinder durch einfaches Drehen bis zum oberen Rande; beim Hochziehen fällt die Klappe zu und das erbohrte Gut wird an die Oberfläche befördert. Infolge der eigenen Schneidestellung dreht er sich nicht wie manche Bohrer fest, sondern schneidet sich frei und ist infolgedessen leicht hochzuheben. Dieser Universalbohrer kann je nach der Größe Steinstücke bis 20 *cm* Durchmesser aufnehmen, er kann auch bei Brunnengrabungen an Stelle des Sackbohrers vorteilhafte Verwendung finden.

Ad 4. Probepfähle sind zugespitzte Pfähle, welche in den Boden eingerammt werden. Nach dem Widerstand, den die Pfähle beim Eintreiben finden, kann man die Tragfähigkeit des Bodens beurteilen. Diese Art der Untersuchung ist jedoch ungenau und geben solche Probepfähle noch keinen Aufschluß über Schichtung und Art des Baugrundes.

Stößt man auf Stein, so muß einerseits die Ausdehnung desselben, andrerseits bei konstatiertem Felsen auch dessen Mächtigkeit untersucht werden, indem man auf geringe Entfernungen voneinander mehrere Pfähle einrammt, bzw. mehrere Bohrlöcher in dem Felsen ausführt.

## *D.* Tragfähigkeit des Baugrundes.

Über die Tragfähigkeit der Bodenarten lassen sich keine allgemein gültigen Angaben machen.

Nach den Bestimmungen des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines (1890) sind für die verschiedenen Bodenarten folgende Belastungen zulässig:

| | |
|---|---|
| Für sehr weichen Boden höchstens . . . . . | 1·0 *kg* pro $cm^2$; |
| für Lehm und Tegel, sehr feucht, dann Sand von mindestens 1 *m* Mächtigkeit, jedoch gegen Ausweichen geschützt, bis . . . . | 1·5 „ „ „ |
| für sandigen Schotter, fest, von geringer Mächtigkeit oder wechselnd geneigter Lagerung, dann Lehm und Tegel, trocken, stehend oder teilweise stehend und gegen Ausweichen geschützt, bis . . . . . | 2·5 „ „ „ |

für festgelagerten grobkörnigen Schotter, dann sogenannten Plattelschotter in größerer Mächtigkeit, ferner liegenden Lehm und Tegel, trocken, bis . . . . . 5·5 *kg* pro *cm*²;
für lockeren, wasserhaltigen Boden, Fundierung mit Anwendung einer Pilotage, bis . . . . . 2·0 „ „ „
für lockeren, wasserhaltigen Boden, Fundierung mit Anwendung einer Pilotage und 60 *cm* Betonlage, bis . . . . . 3·0 „ „ „
für groben Schotter, ferner für festen, trockenen Tegel in horizontaler Lagerung und in großer Mächtigkeit, bis . . . . . 6·0 „ „ „
für festen, nicht verwitterten Felsboden . . . . . 10·0 „ „ „

Bei Projektsverfassungen sollen diese Angaben nie überschritten werden.

Für die Fundierung wichtiger Bauten empfiehlt es sich, direkte Belastungsproben zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes vorzunehmen.

Die hierfür zur Verwendung gelangenden Vorrichtungen und Apparate beruhen auf dem Prinzip, daß eine bekannte Last mittels eines Stempels von bestimmter Fläche auf den Baugrund übertragen und aus der Größe der Einsenkung des Stempels die Tragfähigkeit des Bodens berechnet wird. Je größer die Grundfläche des Stempels, desto größer ist die Genauigkeit der Probe.

Da erfahrungsgemäß ein gleichmäßiges Setzen eines Gebäudes bis zu 20 *mm* für dessen Bestand ohne Gefahr ist, so kann man jene Last, unter welcher der Stempel bis 20 *mm* in den Baugrund einsinkt und bei ein- bis zweitägiger Belassung dieser Last auf dem Stempel keine weitere Einsenkung desselben hervorruft, als die Tragfähigkeit des Bodens in bezug auf eine Fläche gleich der Grundfläche des Stempels bezeichnen. Die Tragfähigkeit pro Flächeneinheit kann dann leicht berechnet werden. Aus dem arithmetischen Mittel mehrerer solcher Proben an verschiedenen Stellen des Bauplatzes erhält man die Tragfähigkeit des Baugrundes im allgemeinen, von welcher zur Sicherheit aber nur 70 bis 75% als zulässige Belastung gerechnet werden dürfen.

Eine einfache, leicht herstellbare Vorrichtung zur Vornahme einer Probebelastung ist in Fig. 18, T. 19, dargestellt. In der zu untersuchenden Bodenschicht wird eine 20 *cm* tiefe, 60 *cm* im Quadrat messende Grube ausgehoben und deren Sohle vollkommen horizontal ausgeglichen; auf die Sohle wird eine hölzerne Unterlage (Spiegel) aus 5 *cm* dicken, gefugten Pfosten genau horizontal verlegt. Auf diese Unterlage wird ein kubischer Mauerkörper von 60 *cm* Seitenlänge, aus Ziegeln in Zementmörtel, Beton oder aus einem Quader bestehend, hergestellt, in dessen oberen Teil in der Mitte eine Hülse aus schwachen Brettern eingesetzt wird, die zur Aufnahme der Meßlatte dient. Auf den Mauerkörper wird ein quadratischer Rost aus 18/21 *cm* Kanthölzern, von 1 *m* Seitenlänge aufgelegt und auf diesen ein gleich großer Bretterboden aus 5 *cm* dicken Pfosten aufgenagelt.

Bei Verwendung eines Quaders kann die Belastungsprobe sogleich, bei Mauerwerk jedoch erst 5 bis 6 Tage nach Herstellung des Mauerkörpers vorgenommen werden. Vor Beginn wird eine Meßlatte in die Hülse des Mauerkörpers eingesteckt. Im oberen Teile erhält die Meßlatte eine Führung zwischen 2 Kanthölzern, die quer über die Sondengrube gelegt werden. Nun wird auf den Rost die Belastung aufgebracht, wozu sich am besten Ziegel eignen, die schichtenweise auf den Bretterboden des Rostes aufgelegt werden. Das durchschnittliche Gewicht eines Ziegels muß durch Abwägen mehrerer Ziegel ermittelt werden. Auf den Quadratmeter Bretterboden lassen sich 25 Ziegel in einer Lage aufbringen. Nach Auflegen mehrerer Lagen, z. B. von 5, wird die Einsenkung des Mauerkörpers an der Meßlatte abgelesen und notiert; sodann wird mit dem Auflegen der Ziegel so lange fortgesetzt und die Einsenkung notiert, bis dieselbe zirka 20 *mm* erreicht oder keine weitere Einsenkung mehr stattfindet. Die Gesamtlast wird sodann 1 bis 2 Tage auf dem Roste liegen gelassen, um zu erheben, ob nach dieser Zeit keine weitere Einsenkung des Mauerkörpers stattgefunden habe. Das Ablesen der Einsenkungen

an der Meßlatte erfolgt entweder an der Oberfläche der als Führung dienenden Kanthölzer oder besser mit dem Nivellierinstrument.

Das Gewicht aller Belastungsziegel samt dem Eigengewicht von Spiegel, Mauerkörper und Rost gibt die Tragfähigkeit der Bodenschicht auf die Fläche von $60 \times 60 = 3600\ cm^2$, woraus die Tragfähigkeit pro $cm^2$ ermittelt wird. (Ein Mauerkörper aus Ziegeln in Zementmörtel wiegt samt Spiegel, Rost und Bretterboden zirka 500 *kg*.)

Wird diese Belastungsprobe an 2 bis 3 Stellen des Bauplatzes vorgenommen, so erhält man aus dem arithmetischen Mittel ziemlich genau die mittlere Tragfähigkeit des Baugrundes; 75% dieser ermittelten Tragfähigkeit ergeben, wie bereits früher erwähnt, die zulässige Belastung des Bodens.

Ein anderer, recht praktischer Apparat ist der sogenannte Fundamentprüfer des Wiener städtischen Ingenieurs Mayer (Fig. 19, T. 19). Derselbe ist 2 *kg* schwer, kann in 3 Teile, *A*, *B* und *C*, durch Abschrauben zerlegt und in einem Futterale verpackt werden. Der Teil *A* enthält ein mit einer Skala versehenes Federdynamometer von 25 *kg* Tragkraft; *C* dient zur Befestigung der Preßstempel, welche eine Querschnittsfläche von 5, 10, 15 und 20 $cm^2$ haben, während der mittlere Teil *B* bloß die Verbindung der Teile *A* und *C* bewirkt.

Die Handhabung des Instrumentes erfolgt in der Weise, daß dasselbe mittels der beiden umlegbaren Handhaben vertikal gegen den zu untersuchenden Grund gedrückt wird, bis ein deutlicher, aber nicht über 10 *mm* tiefer Eindruck erfolgt. Aus dem Vergleiche des ausgeübten Druckes, welcher an der Skala abzulesen ist, mit der Querschnittsfläche des Preßstempels ergibt sich sodann unmittelbar die zulässige Belastung des Baugrundes. Natürlich wird man die Versuche an mehreren Stellen vornehmen müssen, um dadurch ein verhältnismäßig sicheres Resultat zu erzielen.

Das Eigengewicht des oberen Teiles *A*, welches 1 *kg* beträgt und bei den Belastungsproben mitwirkt, wird der verschiebbare Schlitten *n* an der Skala genau anzeigen, allfällige Abweichungen können durch die am Kopfe angebrachte Schraubenmutter leicht behoben werden.

Sollte bei den Versuchen ein seitliches Ausweichen und Auftreiben des Baugrundes bemerkbar sein, was namentlich bei sandigem Grunde eintritt, so stellt man in dem zu untersuchenden Grunde eine trichterartige, oben 15 bis 20 *cm* weite und ebenso tiefe Grube her, deren Sohle etwas größer ist als der Durchmesser des zur Verwendung gelangenden Preßstempels; die Versuche werden dann in solchen Gruben vorgenommen. Die Einsenkung des Preßstempels soll 10 *mm* nicht übersteigen. Versuche, welche eine wesentlich tiefere Einsenkung ergeben, sind außer Betracht zu lassen.

Zur Prüfung von schotterigem Baugrund ist das Instrument nicht geeignet, doch wird eine Prüfung in solchen Fällen meistens überflüssig sein, weil die volle Tragfähigkeit eines derartigen Baugrundes selten ausgenützt wird.

Von demselben Ingenieur wurde auch der in Fig. 20, T. 19, dargestellte Präzisionsapparat konstruiert. Bei diesem wird auf eine kleine Fläche des Baugrundes ein durch eine gleichmäßig wachsende Belastung zunehmender Druck ausgeübt und gleichzeitig an einer Skala beobachtet, welche Einsenkungen hierdurch jeweilig an der Druckstelle bewirkt werden. Bei der Benützung des Apparates wird vorausgesetzt, daß innerhalb der zulässigen Belastungen des Baugrundes die Einsenkung mit der Belastung proportioniert wächst. Nehmen die Einsenkungen plötzlich rascher zu, als der Proportion entsprechen würde, so ist die Grenze der Tragfähigkeit überschritten.

In der Figur bezeichnet *a* den Preßstempel, welcher mittels des Schraubengewindes *b* in dem Führungsbolzen *c* befestigt ist, welch letzterer sich in der Hülse *d* frei auf- und abwärts bewegen kann und an seinem oberen Ende die Unterlagsplatte *e* trägt; diese nimmt die nach und nach aufgelegten Belastungsproben *Q* in der Weise

auf, daß sie mit Hilfe eines genau in der Mitte angebrachten Loches auf die Führungsstange *f* gesteckt werden. Die Belastung wird daher auf den Preßstempel vollkommen zentral übertragen. In der Hülse *d* ist seitlich ein Schlitz ausgespart, in welchem sich der in dem Führungsbolzen *f* befestigte Mitnehmerarm *g* frei auf- und abwärts bewegen kann.

Um das seitliche Ausweichen, bzw. Aufsteigen des Baugrundes während der Belastungsprobe zu verhindern, ist die Hülse *d* mit einem breiten, ringförmigen Untersatz *h* versehen; außerdem wird für jeden Preßstempel ein zu dem Kaliber desselben passender Einsatz *i* angebracht. Das Feststellen des Apparates wird durch 3 Arme *k* bewirkt, welche mit den an den äußeren Enden angebrachten Spitzen *l* in den Boden eindringen.

Die durch das Auflagern der Belastungsplatten bewirkte Einsenkung des Preßstempels überträgt sich mittels des Mitnehmerarmes *g* auf den Bolzen der Mikrometerschraube *m* und durch diesen auf den Kolben *n*, der mit einer Kautschukhülle überzogen ist, die einerseits infolge ihrer Elastizität den Kolben beständig nach aufwärts zu bewegen sucht und andrerseits gegen das Gefäß *o* einen dichten Verschluß herstellt. (Bei einer neueren Ausführung wird statt der Kautschukhülle der Kolben dicht eingeschliffen und durch eine Spiralfeder nach aufwärts gedrückt.)

Das mit Quecksilber gefüllte Gefäß *o* kommuniziert mit einer dünnen Glasröhre *p*, längs welcher eine Millimeterskala angebracht ist, an welcher der Stand der Quecksilbersäule noch in Zehntelmillimetern abgelesen werden kann. Da der lichte Durchmesser der Glasröhren bloß $^1/_{10}$ desjenigen des Gefäßes beträgt, daher der Querschnitt des letzteren hundertmal so groß ist als jener des Glasrohres, so wird jede Bewegung des Kolbens eine hundertfach größere Bewegung in dem Glasrohre hervorrufen. Mittels der Mikrometerschraube kann bei Beginn der Beobachtung die Quecksilbersäule auf 0 gestellt werden. Zur Korrektur der durch Temperaturschwankungen hervorgerufenen Änderung im Stande der Quecksilbersäule ist an der Rückseite des Skalabrettes ein kleines Thermometer angebracht.

Die Preßstempel haben einen Querschnitt von 5, 10, 15 und 20 $cm^2$ und die Belastungsplatten ein Gewicht von je 10 *kg*, so daß aus der Anzahl der aufgelegten Platten die Belastung pro $cm^2$ Baugrund sofort bestimmt werden kann.

Zur Durchführung der Belastungsversuche werden die Belastungsplatten nacheinander auf die Unterlagsplatte aufgelegt, bei jeder Platte wird die Veränderung der Quecksilbersäule unter Berücksichtigung etwa eingetretener Temperaturschwankungen beobachtet. Verzeichnet man die erzielten Beobachtungsresultate in ein Diagramm (Fig. 20 *a*, T. 19), so ergibt jene Stelle desselben, an der die Proportionalität in der Einsenkung verschwindet, wo also die Ansteigungslinie von einer Geraden *a b* in eine Kurve *b c* übergeht (also hier der Punkt *b*), die größte zulässige Belastung, welche im vorliegenden Falle 6·5 *kg* pro $cm^2$ beträgt. Die hierzu eintretende Setzung ist 2·3 *mm*.

Von der ermittelten, größten zulässigen Belastung per 6·5 *kg* pro $cm^2$ dürfen aber nur 70 bis 75%, d. i. 4·55 bis 4·87 *kg* wirklich in Rechnung gezogen werden.

Der Anwendung der angeführten Apparate muß immer die übliche Sondierung und Untersuchung des Baugrundes vorangehen; sie kann also diese Vorarbeiten nicht ersetzen, sondern sie soll dieselben nur ergänzen.

## *E.* Fundierungsarbeiten.

Die Art und Weise der Fundierung eines Bauobjektes kann je nach der Größe und dem Gewichte desselben sowie nach der Beschaffenheit des Baugrundes eine sehr verschiedene sein.

### 1. Fundierung auf gutem Baugrunde.

Bei diesem kann das Fundamentmauerwerk ohne besondere Vorkehrungen direkt auf die Sohle des Fundamentgrabens aufgesetzt werden.

Selten wird man gleich unter der Humusschichte einen festen, tragfähigen Baugrund finden, man wird vielmehr erst durch Tiefergraben einen solchen suchen müssen.

Die Fundamentsohle der Außenmauern darf der zerstörenden Wirkung des Frostes nicht ausgesetzt sein, sie muß daher — ausgenommen bei wetterbeständigem Felsen — in die Frosttiefe, d. i. 0·70 bis 1·20 *m* tief gelegt oder durch eine dementsprechende Erdanschüttung geschützt werden.

Die Fundamentfläche eines Bauobjektes ist so groß zu machen, daß der durch die Last des Bauwerkes auf den Baugrund ausgeübte Druck nicht größer sei, als die zulässige Beanspruchung der betreffenden Bodengattung. Aus diesem Grunde wird meistens eine Verbreiterung der Mauern im Fundamente nötig sein, welche gewöhnlich 15 *cm* unter dem Bauhorizonte (Kellersohle) in der Form einer nach einer oder nach beiden Seiten vorspringenden Stufe — dem sogenannten Fundamentabsatz — beginnt (Fig. 1 *a* und 3, T. 20).

Mauern, die längs einer Straße hinführen und in der Baulinie liegen, kann man unter dem Bauhorizont um 15 *cm* über die Baulinie hinausreichen lassen (Mauerrecht). Man wird also in diesem Falle sowie bei allen Außenmauern die Verbreiterung für Kellermauern nach außen und die Fundamentverbreiterung nach innen anlegen (Fig. 1 *b*, T. 20). Steht aber die Außenmauer knapp an der Grenze des Nachbargrundes (z. B. eine Feuermauer), so müssen beide Verbreiterungen nach innen verlegt werden. Bei Mittelmauern, Scheidemauern usw. kann die Verbreiterung auf beiden Seiten erfolgen (Fig. 1 *c*, T. 20). Ist eine größere Basis für Fundamente notwendig, so wird man mehrere Absätze anordnen (Fig. 2, T. 20). Die Höhe des verbreiterten Fundamentmauerwerkes muß mindestens, wie in der Figur angedeutet, ⅓ der Mauerdicke betragen, weil sonst leicht Trennungen im Mauerwerke eintreten könnten.

Auf horizontalem Boden und gleichartigem Baugrunde legt man die Fundamentsohle für das ganze Bauwerk in eine gleich tiefe horizontale Ebene. Bei geböschten Stütz- oder Futtermauern kann die Fundamentsohle auch senkrecht zur Böschungslinie, also geneigt angelegt werden.

Auf geneigtem Boden treppt man die Fundamente so ab, daß die Länge jeder Stufe mindestens die dreifache Höhe derselben beträgt, weil sonst die Stufe bei eintretender Belastung abgedrückt würde, daher das Bauwerk abrutschen könnte.

Wenn auf Fels- oder Steinboden fundiert werden muß, ist der Boden horizontal zu ebnen, eventuell in Stufen abzutreppen (Fig. 4, T. 20).

Die Tiefe der Fundamente ist derart festzusetzen, daß der tragfähige Baugrund und bei Außenmauern auch die Frosttiefe erreicht werde. Durch Aushebung zu tiefer Fundamente würden die tragende Bodenschichte geschwächt und die Fundamente unnütz verteuert werden.

### 2. Steinpackung.

Bei sehr feuchtem Ton-, Letten-, Lehm- oder Mergelgrund kann durch Einschlagen von Klaubsteinen in die Fundamentsohle (Fig. 3, T. 20) das Tragvermögen derselben erhöht werden. Auf diese Steinpackung soll aber womöglich zuerst eine Betonschichte aufgetragen und auf dieser erst das Fundamentmauerwerk aufgeführt werden.

Diese Art Verbesserung des Baugrundes kann nur bei leichten Bauwerken in Anwendung kommen und nur dann, wenn der Baugrund gleichmäßig ist, daher keine ungleichen Setzungen eintreten können.

### 3. Roste.

Bei Baugründen mit hohem Grundwasserstand kann die Last des Bauwerkes durch hölzerne Roste oder Pfähle auf eine breitere Fundamentbasis gleichmäßig

verteilt, bzw. auf einen tragfähigeren Boden übertragen werden. Für diesen Zweck dienen Pfosten, Bohlen oder Balken bzw. Pfähle aus Kiefern-, Lärchen-, Rotbuchen-, am besten aber aus Eichenholz. Das Holz muß jedoch beständig unter Wasser bleiben, weil es nur dann eine unbegrenzte Dauer gewährleistet.

Das Einbauen der Roste soll zur Zeit des niedrigsten Grundwassers erfolgen und muß das ganze Holzwerk mindestens 30 *cm* unter dem niedrigsten Wasserstand zu liegen kommen.

Je nach dem zur Verwendung gelangenden Holzmaterial und der dadurch bedingten Konstruktionsart unterscheidet man:

*a*) den Bohlenrost, *b*) den Schwellenrost und *c*) den Pfahl- oder Pilotenrost.

### *a*) Der Bohlenrost.

Bei diesem werden zirka 8 *cm* dicke, 20 bis 30 *cm* breite, 4 bis 5 *m* lange Bohlen in der Längenrichtung des Fundamentgrabens in Abständen gleich der Bohlenbreite auf die geebnete, eventuell gestampfte Fundamentsohle gelegt (Fig. 7, T. 20) oder es wird ein doppelter Bohlenbelag nach Fig. 8, T. 20, angeordnet. Die Zwischenräume werden mit Beton oder mit Steintrümmern ausgefüllt.

Besser entspricht ein doppelter Bohlenrost, bei welchem die Querbohlen auf 1·2 bis 2 *m* Entfernung in die Fundamentsohle eingegraben werden und senkrecht darauf ein dicht aneinander schließender Bohlenbelag gelegt wird. Die Zusammenstöße der Bohlen müssen aber abwechselnd über die Querpfosten zu liegen kommen. Wenn nötig, kann man beide Bohlenlagen auch mit Holznägeln verbohren.

Der Bohlenrost eignet sich nur für leichte Bauwerke und für ziemlich gleichmäßige Bodenverhältnisse.

### *b*) Der Schwellenrost.
(Fig. 9, T. 20.)

Dieser für schwere Bauwerke bestimmte Rost besteht aus 2 Lagen 20 bis 30 *cm* starker Balken. Die Balken der unteren Lage — die Querschwellen — sind 0·60 bis 1·50 *m* voneinander entfernt, die der oberen Lage — die Langschwellen — kreuzen die unteren und sind in diese zirka 5 *cm* eingekämmt oder so überschnitten, daß die oberen Langschwellen ungeschwächt bleiben.

Vor dem Legen des Rostes muß der Boden geebnet werden. Die Querschwellen werden dann in den Boden horizontal eingegraben, festgestampft und darüber Langschwellen gelegt. Die Zwischenräume zwischen den Schwellen werden am besten mit Beton ausgestampft oder ausgemauert; man kann selbe aber auch mit Schutt, Lehm, Ton usw. bis zur Oberkante der Langschwellen ausfüllen.

Manchmal werden auch die Langschwellen mit den Querschwellen bündig oder nur teilweise überblattet, manchmal wird ein Pfostenbelag aufgenagelt. Letztere Anordnung ist aber nicht empfehlenswert, da das Mauerwerk sich mit dem Beton oder der Steinfüllung besser verbindet als mit den Pfosten. Die Langschwellen werden stets über einer Querschwelle gestoßen und die Stöße so verteilt, daß über einer Querschwelle nur ein Stoß zu liegen kommt. Manchmal werden nur Langschwellen allein angeordnet und deren Zwischenräume gut ausgemauert.

Bei den Ecken wechseln die Langschwellen mit den Querschwellen (Fig. 9 *a*, T. 20) so, daß bei nicht bündiger Lage der Balken die Höhenlage des Rostes in jedem der beiden Fundamente verschieden ist. Wenn der Baugrund gleichmäßig tragfähig ist, so wird man aus Ersparungsrücksichten die tiefere Rostlage für die schwächere Mauer wählen.

### *c*) Der Pfahl- oder Pilotenrost.
(Fig. 10, T. 20.)

Bei sehr weichem und ungleichmäßigem Baugrund kann der Bohlen- oder Schwellenrost auf Pfähle (Piloten) gesetzt werden, welche an den Kreuzungsstellen der Rosthölzer in den Boden eingetrieben (eingerammt) werden.

Die Piloten aus Eichen-, Buchen-, Lärchen- oder Föhrenholz sollen bis zu einer Länge von 4·00 *m* mindestens 24 *cm* stark sein; bei längeren Piloten soll deren Stärke für jedes weitere Längenmeter um 2·5 *cm* zunehmen.

Die Piloten reichen entweder bis auf den tragfähigen Boden, so daß die Last mit Hilfe der Piloten auf diesen übertragen wird, oder sie wirken nur durch die große Reibung mit dem sie umgebenden, an und für sich nicht tragfähigen Bodenmaterial.

Was die zulässige Belastung der Piloten anbelangt, muß man unterscheiden zwischen jener Belastung, welche die Pilote nach ihrer Knickfestigkeit tragen darf, und jener Belastung, welche abhängig ist von der Reibung, welche die Pilote beim Eindringen in den Boden findet.

Erstere kann bei lockerem Boden und bis 7 *m* langen Pfählen mit 20 *kg*, bei festerem Boden und kürzeren Pfählen mit 40 *kg* pro $cm^2$ des Querschnittes angenommen werden. Dies gilt aber nur bei jenen Piloten, welche durch die nachgiebige Schichte bis in den tragfähigen Boden eingetrieben werden.

Die von der Reibung im Boden abhängige, zulässige Belastung einer Pilote wird von Fall zu Fall durch Beobachtung beim Einrammen ermittelt, wie dies später erklärt werden wird.

Im allgemeinen werden die Piloten in 0·80 bis 1·00 *m* voneinander abstehenden Reihen, in Entfernungen von 1·00 bis 1·30 *m* (Mitte zu Mitte) eingerammt.

Bei sehr nachgiebigem Boden können die Piloten auch näher als 1·00 *m*, selbst bis auf Entfernungen gleich der eigenen Stärke nebeneinander angeordnet werden.

Jede Pilote ist so tief in den Boden einzurammen, bis sie nach einer Hitze (20 bis 30 Schläge) nicht mehr zieht, d. h. nur mehr wenige Millimeter in den Boden eindringt und der Rammklotz zu tanzen (zurückzuprallen) beginnt.

Auf die entsprechend eingerammten und in einer horizontalen Ebene abgesägten Piloten (Grundpfähle genannt) kann entweder ein Schwellenrost aufgezapft oder bei leichteren Bauten ein Bohlenrost ohne Verzapfung aufgelegt werden.

Bei weniger nachgiebigem Boden kann auch die Aufsetzung eines Rostes entfallen; in diesem Falle werden die Piloten etwa 30 *cm* über der Sohle abgeschnitten und wird zwischen die Piloten und etwas darüber reichend eine 0·60 bis 1·00 *m* hohe Betonschichte eingestampft (Fig. 6, T. 20).

Wenn das Einrammen der Pähle aus irgendeinem Grunde untunlich ist, z. B. in der Nähe von Objekten, welche durch die Erschütterung beim Einrammen Schaden leiden könnten, so wird es bei geeignetem Baugrund geboten sein, Schraubenpfähle (Fig. 13, T. 19) anzuwenden, welche nicht eingerammt, sondern in den Grund eingebohrt werden. Diese Pfähle haben an ihrer Spitze eine schneckenförmige, eiserne Schraube und können entweder aus Holz, bloß mit Eisenbeschlägen oder ganz aus Eisen und innen hohl sein. In letzterem Falle wird der Hohlraum nach dem Einschrauben mit Beton ausgefüllt.

Wäre ein seitliches Unterwaschen des Pfahl- oder auch des Schwellenrostes zu befürchten, so müßte nach Fig. 9, T. 20, eine Spundwand auf jener Seite, an der die Unterwaschung eintreten könnte, ganz unabhängig von der Rostkonstruktion hergestellt werden, welche ebenfalls mindestens 30 *cm* unter dem niedersten Wasserstand liegen muß.

### 4. Allgemeines über Pilotierungen.

Je nach der Art und Verwendung der Pfähle oder Piloten unterscheidet man Grund- oder Rostpfähle, welche bei Fundierungen angewendet und ganz in den Boden eingetrieben werden, und Langpfähle, welche über den Boden emporragen, wie z. B. bei Brückenpfeilern. Bei Spundwänden werden die Pfähle oder Bohlen als Spundpfähle oder Bohlenpfähle bezeichnet.

Die Länge der Pfähle wird durch Sondierung und Probepiloten ermittelt, die Stärke derselben kann nach folgender Erfahrungsformel abgeleitet werden: $d = 12 + 3\,l$, worin $d$ den Durchmesser des Pfahles in *cm* und $l$ die Länge desselben in *m* bezeichnet. Darnach wäre also für einen 6 *m* langen Pfahl ein Durchmesser von $12 + 3 \times 6 = 30$ *cm* erforderlich. Unter 4 *m* lange Piloten soll man aber mindestens 24 *cm* stark machen.

Die Pfähle werden entrindet und mit dem Wipfelende nach unten in den Boden getrieben; am unteren Ende werden sie auf zwei- bis dreifache Pfahlstärke in Form einer vierseitigen Pyramide, die unten etwas abgestumpft wird, manchmal auch kegelförmig zugespitzt. Für schotterigen oder mit Wurzeln vermengtem Boden werden die Spitzen mit schmiedeeisernen oder gußeisernen, 8 bis 10 *kg* schweren Schuhen (Fig. 23 und 24, T. 19) armiert. Die schmiedeeisernen Schuhe sind widerstandsfähiger gegen Bruch, sie haben eine gestählte Spitze und werden mit vier Federn (Armen) an die Pilotenspitze festgenagelt; die Federn sind in das Holz zu versenken, damit die Reibung beim Einrammen vermindert wird.

Die Köpfe der Pfähle werden nach Fig. 21, T. 19, mit einem zirka 20/70 *mm* starken, eisernen Ringe versehen und die Kanten oberhalb desselben abgestumpft, damit sie durch das Schlagen der Ramme nicht aufgebürstet (zerschlagen) werden. Nach dem Eintreiben wird der Ring abgenommen. Für feldmäßige Pilotierung eignet sich besonders der englische Bandring, welcher mit zirka 60 *cm* langen Haken (Fig. 22, T. 19) zum Auflegen der Gerüstpfosten, auf welchen die Arbeiten stehen, versehen ist.

Wenn der Kopf von den Schlägen des Rammklotzes zu einer schwammigen Masse zusammengeschlagen ist und der dadurch gebildete Polster die Wirkung der Schläge zu sehr abschwächt, so muß man den Kopf bis zum festen Holze abschneiden und den Ring neuerdings aufpassen.

Das Einrammen der Pfähle geschieht bei schwachen Pfählen (bis 15 *cm* Durchmesser und 2·00 bis 3·00 *m* Länge) am einfachsten mit der Handramme. Für größere Pfähle verwendet man Zug-, Kunst- oder Dampframmen.

Jede Ramme wirkt dadurch, daß der Hauptbestandteil derselben, der Rammklotz oder Bär, in der Richtung des auszuführenden Schlages über den Pfahl gehoben, sodann frei auf den Kopf des Pfahles fallen gelassen wird.

Die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Schlagwerke läßt sich am besten aus nachfolgender Tabelle erkennen, bei welcher durchaus Sandboden in Betracht genommen ist.

| Gattung der Ramme | Schläge pro Minute | Bärgewicht in *kg* | Hubhöhe in *m* | Zahl der Arbeiter | Eingetriebene Pfahllänge pro Tag (8 Std.) in *m* | Anschaffungskosten in Schillingen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Handramme ..... | 30 | 100—120 | 0·60—1·00 | 2—4 | 2—4 | 80 |
| Zugramme ..... | 30 | 150—600 | 1·20—1·50 | 10—30 | 4—10 | 1.500 |
| Handkunstramme .. | 0·5—1 | 600—800 | 2—6 | 4—5 | 6—7 | 2.000 |
| Dampfkunstramme . | 3—6 | 600—800 | 2—6 | 3 | 24—27 | 9.000 |
| Nassmythramme ... | 75—100 | 2500 | 0·75—1·00 | 5 | 54—74 | 60.000 |

### *a*) Das Einrammen der Pfähle.

Ist die Baugrube in der entsprechenden Tiefe ausgegraben, so wird der Standort der einzelnen Piloten nach dem Rostplane mit numerierten Pflöcken bezeichnet.

Leicht handliche, bis 6 *m* lange Piloten werden aus freier Hand aufgestellt (angesetzt). Bei schweren Piloten geschieht das Ansetzen mit Zuhilfenahme der Schlaggerüste mittels Seilen oder Ketten.

Die Schlagwerke ruhen entweder auf unterlegten Schwellen direkt auf dem Boden oder sie sind auf Bockgerüsten, die mit einer Bedielung versehen sind, aufgesetzt.

Das Einrammen beginnt mit leichten Schlägen, bis die Pilote eine Führung hat, hierauf werden die Schläge taktmäßig nacheinander gegeben; 15 bis 30 solcher, unmittelbar aufeinander folgender Schläge nennt man eine Hitze. Nach jeder Hitze ist eine kleine Pause zu machen, damit die Leute ausruhen und die Spannungen im Boden sich wieder ausgleichen können. Das Eintreiben der Pfähle muß genau in der angegebenen Richtung geschehen, wozu jede Pilote mittels Hebeln, eventuell unter Zuhilfenahme von Seilen oder Ketten entsprechend dirigiert werden soll.

Die Hitzen werden so lange fortgesetzt, bis der Pfahl nicht mehr zieht, d. h. bis er entweder gar nicht mehr oder nach jeder Hitze nur mehr einige *mm* eindringt und der Rammklotz zu tanzen (zurückzuprallen) beginnt.

Hierauf gibt man noch 2 bis 3 Hitzen ab und läßt dann den Pfahl ruhen. Man hat beobachtet, daß vollständig eingerammte Piloten bei neuerlichem, nach einigen Tagen vorgenommenen Rammen wieder „ziehen", welcher Umstand von dem Nachlassen der beim Rammen erzeugten Spannungen im Baugrunde herrührt. Bei wichtigen Bauten muß daher nach einigen Tagen, eventuell öfters nachgeschlagen werden.

Reicht der Rammbär nicht bis auf die Pilote herab, so bedient man sich eines kurzen, eichenen Pilotenstückes als Verlängerung, auf das dann die Schläge geführt werden. Dieses Pilotenstück — Aufsetzer oder Rammknecht genannt — steckt mit einem Dorn in einer entsprechenden Bohrung der Pilote und trägt oben den Armierungsring.

Schlecht gehende Piloten müssen herausgezogen werden, dies geschieht entweder mit einem Wuchtbaum hebelartig (Fig. 26, T. 19) oder bequemer mittels starken Wagenwinden (Fig. 25, T. 19). Bei letzterer Art steckt man auf die Pilote einen eisernen Ring, der mittels Klammern festgehalten wird und setzt 2 oder 4 Winden an, mit denen man gleichzeitig arbeitet.

### *b*) Bestimmung der Tragfähigkeit der Piloten.

Die Tragfähigkeit jener Piloten, die nicht bis zur tragfähigen Schichte hinabreichen, sondern durch die Reibung zur Wirksamkeit kommen, welche sie beim Eindringen in den Boden finden, muß durch Schlagen von Probepiloten ermittelt werden. Auf Grund dieser Erprobung und der ermittelten Gesamtlast des Bauobjektes wird sodann die Anzahl der notwendigen Piloten bestimmt.

Bedeutet $Q$ das Gewicht des Rammklotzes in *kg*, $q$ das Gewicht der Pilote in *kg*, $h$ die Fallhöhe des Bärs in *m* und $e$ die Eindringungstiefe der letzten Hitze in *m*, so läßt sich die Tragfähigkeit $T$ durch folgende Formel bestimmen:

$T = \frac{1}{4} \cdot \frac{h \,.\, Q^2 \,.\, q}{e \,.\, (Q + q^2)}$, wobei vierfache Sicherheit genommen ist.

Wäre z. B. $Q = 500$, der Pilotendurchmesser $d = 0{\cdot}30\,m$ und die Länge der Pilote $= 5{\cdot}00\,m$, ferner $h = 1{\cdot}50\,m$ und $e = 0{\cdot}004\,m$, so würde sich hieraus vorerst unter Zugrundelegung eines Gewichtes des Holzes pro $m^3 = 800\,kg$ ergeben:

$$q = \frac{\pi\, d^2}{4} \times 5 \times 800$$

$$= \frac{3{\cdot}14 \times 0{\cdot}30^2}{4} \times 5 \times 800 = 282\,kg$$

und somit $$T = \frac{1}{4} \cdot \frac{1{\cdot}50 \times 500^2 \times 282}{0{\cdot}004 \,.\, (500 + 282)^2} = 10.800\,kg = 10{\cdot}8\,t.$$

Die so berechnete Tragfähigkeit darf aber nicht die der Knickfestigkeit der Pilote entsprechende Belastung, d. i. bei mehr als 4 *m* langen Piloten 20 *kg* pro $cm^2$, überschreiten. Dies ist hier der Fall, denn $\frac{\pi \cdot 30^2}{4} \cdot 20 = 14.120\ kg$.

Wäre z. B. die Konstruktionslast eines Gebäudes = 12.500 *t*, die Nutzlast = 7350 *t*, somit die Gesamtlast = 19.850 *t*, und es seien 0·30 *m* starke Piloten zur Verfügung, welche die oben berechnete Tragfähigkeit besäßen, so braucht man im ganzen $\frac{19.850\ t}{10{\cdot}8}$ rund 1840 Stück Piloten.

### 5. Betonpfähle System Strauss.

(Fig. 15, 16, 17, T. 20.)

Dieses ausgezeichnete System besteht im allgemeinen darin, daß man ein eisernes Leitrohr auf dem Wege des gewöhnlichen Bohrverfahrens und Herausbefördern des Bohrgutes entweder bis zur Tiefe des tragfähigen Bodens oder nach Erfordernis auf eine gewisse Tiefe in den Boden versenkt, das Bohrloch unter beständigem Heben des Leitrohres schichtenweise mit Stampfbeton ausfüllt und diesen derart feststampft, daß er das Bohrloch je nach der Dichte des Bodens mehr oder weniger erweitert (Fig. 17, T. 20). Dadurch wird nicht nur der Boden verdichtet, sondern auch zwischen diesem und Betonpfahl eine derart rauhe Fläche geschaffen, daß der Pfahl durch die Reibung mit dem anschließenden Boden imstande ist, eine ganz bedeutende Last auf diesen zu übertragen. Bei schotterigem Boden wird die Reibung zwischen diesem und den Pfahlwänden noch dadurch vermehrt, daß die meisten an den Pfahl anschließenden Steine vom weichen Beton gebunden werden und bei Erhärtung des Betons an diesen festhaften. Man kann auf diese Weise den Betonpfahl mit Leichtigkeit auf jede beliebige Tiefe ausführen. Ökonomischerweise wird man dort, wo der tragfähige Baugrund nicht zu tief liegt, den Pfahl bis zu diesem hinabreichen lassen, bei bedeutenden Tiefen aber die Last des Bauwerkes durch die Reibung auf den anschließenden Boden übertragen. In diesem Falle kann die notwendige Tiefe des Pfahles, wie bei Holzpfählen erläutert wurde, berechnet werden, woraus aber eine bedeutend größere Sicherheit wie bei Holzpfählen sich ergeben wird.

Die Ausführung des Pfahles erfolgt gleich nach beendigter Bohrung (Fig. 15 und 16, T. 20). Das Bohrgerüste mit der Verrohrung dient zugleich auch zum Aufhängen und Betätigen einer Büchse mit Bodenklappe zum Einbringen des Betons und des Betonstößels (Fig. 17, T. 20). Sobald eine Schichte Beton in das Rohr eingebracht ist, wird das Rohr unter gleichzeitigem energischen Stößeln des Betons um ein geringes in die Höhe gezogen, worauf der gestampfte Beton über den unteren Rand der Verrohrung hinaustritt und bei fortgesetztem Stößeln den ihn umgebenden Boden verdrängt und verdichtet.

Bei diesem Vorgang bildet sich, wie die Erfahrung zeigt, selbst in festeren Bodenschichten immer ein beträchtlich dickerer Pfahl als dem Durchmesser der Verrohrung entsprechen würde. Sobald die Komprimierung des Bodens und damit auch die Verdichtung des Betons selbst ihre Grenze erreicht haben, wird neuer Beton nachgefüllt und gestößelt, das Leitrohr hierbei abermals ein wenig hochgezogen und der oben beschriebene Vorgang wiederholt, bis allmählich das ganze Rohr hochgezogen und der Pfahl betoniert ist. Das Rohr wird jeweilig nur so hoch gezogen, daß auch nach vollzogener Stößelung im Rohr noch ein wenig Beton ansteht.

Es ergibt sich aus dieser Herstellungsweise eigentlich von selbst, daß der Beton in weicheren Bodenschichten sich mehr ausbreiten wird als in härteren, da letztere sich weniger zusammendrücken und verdrängen lassen. Infolgedessen bildet der Strauss-Pfahl eine Art Differentialpfahl, da er sich in seiner Stärke den Härte- oder Weichheitsgraden der verschiedenen Bodenschichten anpaßt. Sein

Querschnitt wechselt somit von Schichte zu Schichte, es bilden sich regelrechte Knoten in den weicheren Bodenschichten, und zwar sind die Verdickungen umgekehrt proportional den Dichtigkeitsgraden der Bodenschichten an den betreffenden Stellen.

Es ist klar, daß jeder Knoten, jede Verdickung, mit einem Worte die ganze Außenfläche des Pfahles mit ihrer großen Rauhigkeit, eine bedeutend größere Lastübertragung gewährleistet als Holzpfähle, außerdem ist es bei Betonpfählen ganz gleichgültig, ob sie über oder im Grundwasser zur Ausführung gelangen.

Die Eignung der Betonpfähle nach System Strauss zur Dichtung des Bodens oder zur Erreichung tragfähiger Schichten bei Gründungen ist daher über jedem Zweifel erhaben. Die Ausführung übernimmt die Firma Rella & Neffe in Wien.

### 6. Sandschüttung.

(Fig. 11, T. 20.)

Sandschüttungen sind nur dann zweckentsprechend, wenn kein seitliches Ausweichen und keine Unterspülung derselben vom Wasser zu befürchten und der Baugrund ein gleichmäßiger, stark zusammendrückbarer Boden ist. Die Sandschüttung soll mindestens 75 *cm* hoch sein und aus grobem, reschem Sande bestehen. Mit der Höhe der Sandschüttung nimmt deren Tragfähigkeit im allgemeinen zu. Eine 2 *m* hohe Sandschüttung kann mit 2 bis 3 *kg* pro $cm^2$ belastet werden.

Der Druck, welchen die auf die Oberfläche der Sandschüttung aufgesetzte Mauer auf die Sandschüttung selbst ausübt, verpflanzt sich infolge der Reibung der einzelnen Sandkörner nach einwärts auf die anschließenden Sandkörner und nach abwärts auf eine mit der Tiefe der Schüttung stets wachsende Fundamentbasis. Die Begrenzungslinie dieser Druckübertragung fällt ungefähr mit einer Böschungslinie von 2:1 zusammen. Die Fundamentbasis $B$ (Fig. 11, T. 20) ist also gleich der Mauerbreite $b$ mehr 2mal der halben Höhe der Sandschüttung $h$,

also $B = b + 2 \cdot \frac{h}{2} = b + h.$

Macht man die Schüttung breiter, so wird ein Teil des Sandes nicht mehr zur Druckübertragung ausgenützt und man hat unnützerweise die Fundamentaushebung zu breit gemacht. Bleibt man aber unter diesem Maße, so wird die druckverteilende Eigenschaft des Sandes bei schlechtem Baugrunde nicht voll ausgenützt.

Zur Ausführung wird der etwas befeuchtete Sand auf die geebnete Sohle in 15 bis 30 *cm* hohen Schichten lagenweise eingebracht und etwas gestampft.

Beim Stampfen sollen schwächere Bretter, auf welchen die Arbeiter stehen, auf die Sandschüttung gelegt werden, damit die Schüttung nicht durch direktes Betreten wieder gelockert werde.

Die fertige Sandschüttung wird „eingeschlämmt", d. h. so lange mit Wasser begossen, bis sie vollkommen gesättigt ist; das Wasser wird dann an der tiefst gelegenen Stelle der Baugrube, dem sogenannten Sumpf, wo es zusammenläuft, wieder ausgepumpt. Durch das Einschlämmen wird eine vollständige Setzung und dichte Lagerung der Sandschüttung erzielt, es soll daher stets zur Anwendung kommen. Nach dem Einschlämmen soll die Sandschüttung durch zirka eine Woche mit Fundamentsteinen provisorisch belastet werden, wodurch eine weitere Setzung erreicht wird. Vor Aufmauern des Mauerwerkes kann die oberste Schichte durch Aufgießen von Kalkmilch gedichtet werden; besser ist aber die Auftragung einer 15 bis 30 *cm* hohen Betonschichte (Fig. 11, T. 20).

Die Sandschüttung kann auch in der Weise ausgeführt werden, daß bis zum festen Grunde Schächte ausgehoben, diese mit Sand gefüllt und oben mit einer durchlaufenden Sandschichte in Verbindung gebracht werden. Man hat auch Pfähle eingerammt, diese herausgezogen und die Hohlräume sodann mit Sand ausgefüllt (Sandpfähle, Fig. 12, T. 20). Im letzteren Falle wird der Boden durch das Ein-

rammen der Pfähle verdichtet und in diesem Zustande durch das nachherige Einfüllen von Sand erhalten.

### 7. Betonbettung.

(Fig. 5, T. 20.)

Diese heute vielfach gebräuchliche Fundierungsart ist geeignet, alle besprochenen, zumeist sehr kostspieligen Roste in ökonomischer und zweckentsprechender Weise zu ersetzen. Ein ganz bedeutender Vorteil liegt darin, daß die Fundamentsohle nicht wie bei den Rosten unter dem niedersten Grundwasser liegen muß.

Eine 0·50 bis 1 *m* hohe Betonschichte genügt für nicht allzuschwere Bauwerke.

Die Druckverteilung in einer Betonplatte erfolgt im allgemeinen unter einem Winkel von 45° nach abwärts. Es kann sonach der Übergang zur notwendigen Breite der Fundamentsohle unter 1: 1 erfolgen, weswegen Betonfundamente im allgemeinen weniger hoch und massiv ausfallen als solche aus anderem Mauerwerk (Fig. 5, T. 20).

Bei schweren Bauwerken und geringer Tragfähigkeit des Baugrundes kann zur Verdichtung des Bodens unter der Betonschichte auch eine Pilotierung ausgeführt werden, wie dies bei der Rotunde der Wiener Weltausstellung geschah und in Fig. 6, T. 20, dargestellt erscheint.

Der Beton wird in 10 bis 20 *cm* hohen Schichten in die geebnete Baugrube eingebracht und lagenweise festgestampft. Ist die Sohle der Baugrube unter Wasser, so muß dieses zuerst ausgepumpt werden. Bei großem Wasserandrang kann auch der Beton als Gußbeton mittels entsprechend weiten Röhren, welche bis zur Sohle hinabreichen, in das Wasser versenkt werden. In fließendem Wasser muß die Baugrube durch Spundwände abgeschlossen werden.

Unter Wasser oder im nassen Boden ist nur Portlandzement zu verwenden, während im trockenen Boden auch die Verwendung von Romanzement genügt.

Bei Anwendung von Portlandzement wird das Mischungsverhältnis je nach der notwendigen Härte des Betons 1: 3: 5 bis 1: 4: 8 genügen (siehe Betonierungen). Bei trockenem Baugrunde hat man noch geringere Mischungsverhältnisse mit den besten Erfolgen angewendet.

An der adriatischen Küste verwendet man für Wasserbauten mit Vorteil folgende Mischung: 3½ Teile Santorinerde, 1 Teil gelöschten Kalk, 3½ Teile Schlägelschotter.

### 8. Fundierung auf massiven Pfeilern und auf Erdbögen.

(Fig. 13 und 14, T. 20.)

Die Fundierung auf Pfeilern empfiehlt sich, wenn fester, tragfähiger Boden mit nicht zu mächtigen weichen Schichten überlagert ist. Solche Grundpfeiler (zumeist in Bruchsteinmauerwerk ausgeführt) bringt man unter den am meisten belasteten Konstruktionsteilen in Entfernungen von 3·00 bis 4·00 *m* (Mitte zu Mitte) an und verbindet sie oben mit starken Gewölbegurten, auf welchen sodann die Mauern der oberen Geschosse ruhen. Die Pfeiler reichen unbedingt bis auf den festen Grund und erhalten die erforderliche Verstärkung (Verbreiterung der Basis). Die Pfeiler müssen so stark gemacht werden, daß in ihnen die Maximalbelastung für die betreffende Mauerwerksgattung nicht überschritten wird. Die Fundamentverstärkung (Verbreiterung) muß nach der größten zulässigen Beanspruchung der betreffenden Bodengattung ermittelt werden. Die Ausführung geschieht derart, daß man für die einzelnen Pfeiler bis zum tragfähigen Boden Schächte aushebt, deren Wände entsprechend bölzt und dann die Mauerung unter sukzessiver Entfernung der nicht mehr notwendigen Bölzung ausführt, gleichzeitig aber auch zwischen Erdwand und Mauerung Erde feststampft.

Bei weichem, mit Wasseradern durchzogenem oder sumpfigem Baugrund können die Pfeiler auch mittels Senkbrunnen hergestellt werden (siehe Brunnenarbeiten), wenn der tragfähige Baugrund nicht allzu tief liegt. Die fertigen Senkbrunnen werden mit Beton oder Mauerwerk ausgefüllt und dann so wie gemauerte Pfeiler übergurtet.

Ist der Baugrund trocken, aber von geringer Tragfähigkeit, so kann die Fundamentbasis dadurch vergrößert werden, daß man zwischen die Pfeiler umgekehrte Gewölbebögen, sogenannte „Erdbögen" spannt (Fig. 14, T. 20), welchen die Aufgabe zufällt, die Belastung auf die ganze Länge des Fundamentes zu verteilen, ohne daß man die Mauerung voll ausführen braucht. Diese Fundierungsart bezweckt also bloß eine Ersparnis an Mauerwerk.

## 9. Fundierungen im Grundwasser.

(Tafel 21.)

Sowohl bei der Ausgrabung der Fundamente als auch bei der Herstellung der Gründung selbst muß das in die Grube eventuell eingedrungene Wasser mittels Eimern u. dgl. ausgeschöpft, bei größerem Wasserandrang aber mit kräftigen Pumpen ausgepumpt werden.

### *a*) Einschließen der Baugrube.

Ist der Zudrang des Grundwassers in die Baugrube ein derartiger, daß er selbst mit den kräftigsten Pumpen nicht bewältigt werden kann, so wird man die Wände der Baugrube mit einer wasserundurchlässigen Wand (Spundwand) bekleiden und diese Spundwand bis in die wasserundurchlässige Schichte einrammen (Fig. 1, T. 21). Hierdurch wird der Wasserzudrang in die Grube zum größten Teile verhindert; die durch die Fugen der Wände und durch die Grubensohle noch eindringende, geringe Wassermenge kann leicht ausgepumpt werden. Bleibt diese Spundwand zum Schutze der Gründung gegen seitliche Unterwaschungen permanent in der Baugrube, wie z. B. bei Wasserbauten, so muß sie von der Gründung vollständig getrennt sein, damit sie die Setzungen des Bauwerkes nicht beeinträchtige.

Für Fundamenttiefen bis zu 3·5 *m* genügen für die Ausführung der Spundwände 10 bis 14 *cm* dicke, 25 bis 35 *cm* breite Bohlen (Bohlenwände), für größere Tiefen müssen Pfähle (Balken) angewendet werden (Pfahlwände).

Die Bohlenwände erhalten an den Ecken Pfähle als Verstärkung (Fig. 2, T. 21). Schwächere Bohlen werden mit der Keilspundung, stärkere auch mit der Quadratspundung oder mit eingeschobenen, eventuell harten Holzleisten miteinander verbunden (Fig. 3, T. 21). Pfähle werden bloß stumpf aneinanderstoßend eingerammt; sie erhalten meist einen trapezförmigen Querschnitt (Fig. 4, T. 21) und werden beim Einrammen so gestellt, daß jeder Pfahl mit der breiteren der beiden parallelen Seiten an den vorhergehenden Pfahl anschließt.

Die Tiefe der Spund- oder Pfahlwand richtet sich nach der Bodenbeschaffenheit und nach der Mächtigkeit der wasserführenden Schichte.

Die Ausführung der Wand wird wesentlich erleichtert, wenn man die Baugrube, soweit es die Haltbarkeit des Bodens zuläßt, zuerst bis zum Grundwasserspiegel aushebt und erst dann das Einrammen beginnt. Zum Einrammen werden 20 bis 30 Bohlen oder Pfähle nebeneinander aufgestellt, mit Zangen festgehalten und dann einzeln, anfangs mit mäßigen, dann aber mit immer kräftigeren Schlägen eingetrieben (siehe Zimmermannsarbeiten „Spundwände" und T. 5).

Sind die Boden- und Grundwasserverhältnisse derart, daß die Trockenlegung der Baugrube auch mittels Spundwänden nicht möglich ist und führt auch der Versuch, die Bodenentwässerung mittels Kanälen oder einer Drainageanlage zu bewirken, zu keinem günstigen Resultate, so bleibt nichts anderes übrig, als die Fundierung unter Wasser vorzunehmen.

### *b*) Aushebung unter Wasser.

Bis zu 60 *cm* unter dem Grundwasserspiegel kann die Aushebung der Fundamentgrube noch mit der Stichschaufel, so wie im Trockenen bewirkt werden. Hierbei wird man einzelne Teile der Baugrube, z. B. eine halbe Tagesleistung, rasch, womöglich mit Ablösung, bis auf die notwendige oder erreichbare Tiefe ausheben, worauf diese Teile sich allmählich mit Wasser füllen werden. Man beginnt dann den zweiten und dritten Teil, indem man zwischen den Teilen einen etwa 50 *cm* breiten Damm stehen läßt, welcher erst nach Vollendung der Aushebung abgegraben wird.

Liegt die Fundamentsohle tiefer, so kann zur weiteren Aushebung, bis zu 2 *m* Tiefe, die Baggerschaufel (Fig. 5, T. 21) benützt werden und die Aushebung bei schmalen Gruben von den Rändern der Grube aus, bei breiten von eigenen, in der Grube herzustellenden Brücken aus bewirkt werden.

Bei größeren Tiefen der Baugrube muß man sich zur weiteren Aushebung des Sackbaggers (Fig. 6, T. 21) oder Sackbohrers (Fig. 7, T. 21) bedienen. Die Handhabung derselben erfolgt von eigens für diesen Zweck hergestellten Gerüstbrücken aus. Trifft man während des Baggerns auf größere Steine, so sucht man dieselben durch Umbaggern zu senken und läßt sie dann auf der Sohle der Grube liegen; wäre dies nicht statthaft, so müßten sie mit eisernen Rechen oder mit der Teufelsklaue (Fig. 8, T. 21) gehoben werden. Baumstämme u. dgl. müssen ebenfalls entfernt und können auf dieselbe Weise gehoben werden. Stößt man beim Baggern auf größere Wurzeln, so können diese mit dem Meißelbohrer (Fig. 9, T. 19) abgetrennt und dann, wie früher angedeutet, herausgehoben werden.

### *c*) Verstärken der Fundamentsohle durch Roste und Betonschüttungen.

Nach bewirkter Aushebung wird der zumeist wenig und ungleichmäßig tragfähige Baugrund verstärkt werden müssen; dies kann durch die früher beschriebenen Roste geschehen, wird heute aber vorteilhafter durch Betonschüttungen bewirkt.

Nachdem bei einer Verstärkung des Baugrundes durch Roste alle Holzteile mindestens 30 *cm* unter den niedersten Wasserstand zu legen sind, um ihren Bestand zu sichern, so muß die Baugrube jedenfalls auf die Zeit der Arbeit trockengelegt werden, weshalb auch die Einschließung der Baugrube mit Spundwänden notwendig sein wird.

Man kann in diesem Falle, bei Anwendung eines Pfahlrostes, auch die Spundwand aus Pfählen herstellen und diese statt einer gewöhnlichen Pfahlreihe zum Tragen des Bauwerkes mitverwenden. Dann müssen aber die Pfähle der Spundwand mit den übrigen Pfählen durch Zangen wenigstens teilweise verbunden werden; Bohlenwände wären für diesen Zweck zu schwach.

Durch Betonschüttungen ist eine Verstärkung der Fundamentsohle viel einfacher und billiger herzustellen, weil man die Schüttung auch unter Wasser vornehmen kann, daher die Herstellung einer Spundwand und das Auspumpen des Wassers entfällt; auch wird durch die Betonschüttung eine wasserundurchlässige Schichte hergestellt, welche der Ausführung und dem Bestand des Fundamentmauerwerkes zugute kommt.

Bei der Ausführung einer Betonschüttung unter Wasser sollen folgende Grundsätze beachtet werden:

*a*) Die weiche Betonmasse soll möglichst lange vor der Einwirkung des Wassers geschützt, daher in geschlossenen Behältern versenkt werden.

*b*) Man soll möglichst große Betonmassen auf einmal versenken, weil durch das größere Gewicht eine festere Lagerung der Betonmasse stattfindet und dieselbe dichter wird.

*c*) Nach erfolgter Schüttung darf kein Ausgleichen oder Stampfen stattfinden, weil dadurch der Mörtel ausgespült und der Zement sich als Schlamm oben ablagern würde.

Die Einbringung der Betonmasse kann durch stückweise Schüttung mittels Betonsäcken oder Betonkasten oder durch kontinuierliche Schüttung mittels Trichtern, Röhren u. dgl. erfolgen.

Für die stückweise Schüttung mit Betonstücken sind zylindrische, oben und unten offene Säcke, mit zirka 0·3 $m^3$ Inhalt (Fig. 10 *a*, T. 21), aus dichter, geteerter Leinwand gebräuchlich, die am oberen und unteren Ende mit Ringen aus Tauen versteift sind. Die untere Öffnung wird vor dem Einbringen der Betonmasse mit einer Seilschleife (Fig. 10 *b*, T. 21) geschlossen (Fig. 10 *c*, T. 21). Durch rasches Ziehen an einer an der Schleife befestigten Leine löst sich die Schleife, wodurch sich der Boden öffnet.

Der gefüllte, an zwei über Rollen laufenden Seilen hängende Sack wird bis auf den Grund versenkt, sodann wird die Schleife durch rasches Ziehen an der betreffenden Leine unten geöffnet und der Sack wieder rasch emporgezogen; die Betonmasse bleibt natürlich am Boden liegen.

Durch entsprechende, stückweise Verschiebung der an einem Balken befestigten Rollen ist die Fortsetzung der Schüttung so zu regeln, daß jede neue Schüttung an die vorhergehende anschließt. Bei breiten Fundamentgruben können zwei oder auch mehrere Säcke nebeneinander angeordnet werden, so daß die Schüttung auf die ganze Grubenbreite auf einmal bewirkt werden kann.

Für die stückweise Schüttung mit Kasten können hölzerne oder eiserne Kasten verschiedener Größe gebraucht werden.

Hölzerne Kasten haben gewöhnlich nach Fig. 11, T. 21, einen aus 2 Klappen bestehenden Boden, welcher während des Herablassens von zwei leicht lösbaren Riegeln *r* in geschlossener Lage erhalten wird. Ist der Kasten an der richtigen Stelle bis auf den Grund versenkt, so werden durch Ziehen an zwei an den Riegeln befestigten Leinen *l* erstere geöffnet und der Kasten etwas emporgehoben, worauf sich die Klappen öffnen und die Betonmasse herausfällt.

Eiserne Kasten erhalten gewöhnlich die in Fig. 12 *a*, *b*, T. 21, dargestellte Form eines geteilten, auf beiden Seiten geschlossenen Halbzylinders. Die beiden Teile sind in der Zylinderachse drehbar miteinander verbunden. Während des Herablassens des gefüllten Kastens hängt derselbe auf 2 Seilen *s*, welche an den Achsenenden derart befestigt sind, daß der Kasten geschlossen bleibt. Hat der Kasten den Grund erreicht, so werden diese Seile gelöst, dagegen wird an einem an der Mantelfläche befestigten Seile $s_1$ rasch angezogen, wodurch sich beide Halbzylinderteile, wie Fig. 12 *c*, T. 21, zeigt, öffnen und die Betonmasse zu Boden fällt.

Bei den eisernen Kasten kommt die Betonmasse während der Entleerung des Kastens seitlich noch weniger mit dem Wasser in Berührung als bei Holzkasten. Bei beiden darf aber die Entleerung nicht früher erfolgen, als bis der Kasten den Grund erreicht hat.

Bei der stückweisen Schüttung darf die Versenkung in der Höhe des Wasserspiegels nur langsam bewirkt werden, damit nicht durch zu rasches Überfluten der Betonmasse der Mörtel fortgeschwemmt werde; hierdurch wird der rasche Gang der Arbeit etwas beeinträchtigt. Durch Zudecken des Betonkastens mit geteerter Leinwand, welche entsprechend befestigt und mit Gewichten an den Seiten noch beschwert wird, kann man auch diesen Übelstand größtenteils beseitigen.

Die kontinuierliche Schüttung eignet sich für schmale, langgestreckte Fundierungen mit mäßiger Wassertiefe besser als die stückweise Schüttung, sie gestattet auch einen raschen Baufortschritt und wird daher im Hochbau häufiger angewendet.

Die Betonbehälter haben die Form von Trichtern oder umgekehrten Trichtern von quadratischem Querschnitt (Fig. 13 *a* und *b*, T. 21) und werden entweder ganz

aus Eisenblech oder aus Brettern erzeugt und innen mit Eisenblech beschlagen. Die inneren Flächen des Trichters dürfen das Anhaften des Betons nicht begünstigen, weshalb Holzflächen glatt gehobelt sein müssen und bei Eisenkonstruktionen keine Nieten u. dgl. vorragen dürfen.

Der Trichter erhält bei schmalen Fundamentgruben an der unteren Seite möglichst die Breite der Grube (Fig. 15, T. 21), damit die Betonmasse beim Ausfließen aus dem Trichter möglichst direkt an die Grubenwände anschließe und nicht durcheinander geworfen werde, weil sonst ein Auswaschen des Mörtels eintreten könnte.

Bei breiteren Fundamentgruben werden zu diesem Zwecke gewöhnlich mehrere Trichter nebeneinander aufgestellt und auch gleichzeitig betrieben, wodurch die Schüttung auf die ganze Breite der Grube auf einmal erfolgen kann.

Die Trichter werden vertikal über der Fundamentsohle aufgestellt und an einem Gerüste auf Wagengestellen so befestigt, daß man sie in der Richtung der Fundamentgrube, wenn nötig aber auch senkrecht darauf verschieben kann (Fig. 15, T. 21).

Bei Beginn der Betonschüttung wird der Trichter bis auf die Grubensohle hinabgelassen und mit Betonmasse gefüllt, worauf derselbe dann langsam so hoch gehoben wird, als man die Betonschichte dick machen will. Sodann wird der Trichter am Wagengestelle befestigt und die Schüttung kontinuierlich fortgesetzt, indem man den Trichter langsam nach vorwärts bewegt, gleichzeitig aber fortwährend Betonmasse hineinschüttet, so daß der Trichter immer bis etwas über den Wasserspiegel gefüllt bleibt.

Die Schüttung soll nicht unterbrochen werden, weil sonst die Betonmasse im Trichter erhärten würde. Wenn eine Unterbrechung dennoch eintreten muß, so ist der Trichter ganz zu entleeren und dann die Arbeit wieder so zu beginnen, wie früher erklärt wurde.

Während der Schüttung muß der Trichter langsam und vorsichtig vorwärts bewegt werden, damit eine gänzliche Entleerung desselben auch bei unebener Sohle nicht erfolgen könne. Gerät man mit dem Trichter über ein größeres Loch, so ist es möglich, daß sich derselbe trotz aller Vorsicht plötzlich entleert. In diesem Falle darf aber nicht die Betonmasse einfach in den mit Wasser gefüllten Trichter geworfen werden, weil sich dadurch der Zement vollständig vom Sand und Schotter trennen würde, es muß vielmehr vor neuerlicher Füllung des Trichters das Wasser aus demselben entfernt werden. Man kann hierbei zuerst versuchen, den Trichter durch Herablassen in die noch weiche Betonmasse zu versenken, dadurch den weiteren Zufluß des Wassers abzusperren und den Inhalt auszupumpen. Sollte dies nicht gelingen, so kann in den Schütttrichter ein engerer Fülltrichter eingesteckt werden, welcher unten mit 2 Klappen geschlossen und mit Betonmasse gefüllt wird. Sobald der Fülltrichter bis zum Boden versenkt ist, öffnet man durch eine Vorrichtung mittels Zugleinen die Klappen und zieht den Trichter in die Höhe, füllt aber gleichzeitig oben frische Betonmasse so lange nach, bis der Schütttrichter wieder vollgefüllt und das Wasser aus demselben verdrängt ist (Fig. 16, T. 21).

Wenn der Trichter am unteren Ende senkrecht zu seiner Achse abgeschnitten ist, so wird die Betonmasse beim Ausfließen aus demselben an den drei freiliegenden Stellen bis auf den Grund hinabkollern, dabei vom Wasser teilweise umspült und dadurch auch der Zement stellenweise ausgewaschen. Man wird daher vorteilhaft den unteren Teil des Trichters, wie in Fig. 14, T. 21, dargestellt, der Höhe der Betonschüttung entsprechend nach *a b* schräg abschneiden. Dadurch wird die Berührung des Betonmasse mit dem Wasser in engen Baugruben ganz verhindert, in breiteren Gruben aber nur an 2 Seiten teilweise ermöglicht. Auch wird die Verschiebung der Trichters durch die (in der Richtung des in der Figur angedeuteten Pfeiles) drückende Betonmasse wesentlich erleichtert.

### *d*) Sandschüttungen unter Wasser.

Bei Sandschüttungen unter Wasser ist es Grundregel, daß bei eventueller Bewegung des Grundwassers die Schüttung vor einer Lockerung ihrer Lagerung oder vor einer Unterspülung durch eine entsprechend vorgelegte, dichte Spundwand geschützt werde.

Das Einbringen des Sandes in die Baugrube soll nicht mit der Schaufel, sondern in größeren Partien, z. B. mit Erdtragen, Schiebtruhen u. dgl. erfolgen. Die Schüttung muß lagenweise gestampft oder gewalzt werden, damit eine dichte Lagerung der Sandkörner erfolge. Zum Stampfen werden Sandpracker (Fig. 17, T. 21) und zum Walzen eigene Steinwalzen verwendet, welch letztere auf der Sandschüttung mit Seilen gezogen werden.

## 10. Fundierungen in offenen Gewässern.

Bei offenen Gewässern muß derjenige Teil des Baugrundes, auf welchen die Fundierung fällt, vorerst mit einer wasserdichten Wand (Spundwand) oder mit einem Damm (F a n g d a m m) eingeschlossen werden. Der eingeschlossene Teil wird dann vor Beginn der Fundierungsarbeiten mit kräftigen Pumpen trockengelegt.

In stehenden Gewässern kann die Einschließung des Baugrundes bei einem Wasserstand bis zu 1·00 *m* mit einer Spundwand oder mit einer nach Fig. 18 *a*, T. 21, hergestellten Bohlenwand erfolgen. Zur Herstellung einer vollständigen Abdichtung muß an der Außenseite der Wand eine Lehmschüttung vorgelegt werden, wie die Fig. 18 *a*, T. 21, andeutet.

In fließenden Gewässern oder bei einem Wasserstand über 1·00 *m* Tiefe müssen nach Fig. 18 *b*, T. 21, auf zirka 1·50 *m* voneinander entfernt Holzwände hergestellt werden. Zwischen beiden Wänden wird eine Lehmschüttung eingebracht.

Bei durchlässigem Boden (Schottergrund) wird eine Bohlenwand nicht genügen, weil das Wasser durch den Schotter in die Baugrube eindringen würde. In diesem Falle wird an der inneren Seite der Baugrube eine Spundwand herzustellen sein, bei welcher die Bohlen oder Pfähle bis in die wasserundurchlässige Schichte eingetrieben werden müssen.

Selbstverständlich müssen diese Fangdämme noch mindestens 50 *cm* über den höchsten Wasserstand emporragen, damit sie bei Hochwasser nicht überflutet werden.

Bei hohem Wasserstand und sehr tiefen Fundierungen (Brückenpfeilern u. dgl.) werden meistens pneumatische Fundierungen angewendet.

D i e p n e u m a t i s c h e F u n d i e r u n g (siehe Fig. 19, T. 21) erfolgt mittels eiserner Kasten (Caissons) *a*, welche aus festen, durch Konsolen *c* verstärkten Blechwänden und einer aus Blechen und genieteten Trägern gebildeten Decke *d*, die das Innere der Caissons nach oben abschließt, bestehen. In die Decke ist der Förderschacht *b* eingesetzt, der ebenfalls aus Blech hergestellt ist und luftdicht an den Caisson anpaßt. Auf dem Förderschacht sitzt die Ein- und Ausschleuskammer *S*, welche gegen ersteren mittels einer Klappe $K_1$ luftdicht verschließbar ist. Die Kammer *S* besitzt eine hermetisch verschließbare Einsteigöffnung *Ö*, zumeist zwei Materialförderschläuche $f_1$ und $f_2$ und steht überdies mit einer Luftkompressionsmaschine durch das Zuleitungsrohr *r* in Verbindung. Ein Arm dieses Rohres mündet unterhalb der Klappe $K_1$; mittels des Ventils $v_1$ kann die Lufteinströmung in die Schleuse *S* abgesperrt werden.

Der Caisson wird von einem festen Gerüste aus allmählich versenkt und ist in dem Maße, als derselbe sinkt, auf die Decke desselben das Mauerwerk aufzubringen, so zwar, daß das Mauern stets ober Wasser erfolgt. Hat der Caisson den Grund erreicht, so begeben sich die Arbeiter in die Schleusenkammer, schließen die Öffnung *Ö* und es wird nun durch *r* Luft eingepreßt, bis dieselbe alles Wasser bis zum unteren

Rande der Caissonwand verdrängt hat. $K_2$ und $K_3$ sind hierbei geschlossen, $K_1$ hingegen offen.

Auf einer an der Wand des Förderschlauches *b* befindlichen Leiter steigen die Arbeiter in den Caisson *a* und beginnen den Materialaushub. Die Förderung des Materials geschieht mittels eines hydraulischen Aufzuges durch den Förderschacht. Zum Auswurf des Materials ins Freie werden die Klappen $K_2$ geöffnet, die Materialkübel in die Schläuche entleert und hierauf die Klappen $K_2$ wieder geschlossen. Außen stehende Arbeiter öffnen nun $K_3$, worauf das Material herausfällt. Die Klappen $K_3$ werden dann wieder geschlossen.

Um die durch die Preßluft fest angedrückten Klappen $K_2$ öffnen zu können, werden die Ventile $v_2$ geöffnet, so daß sich die Schläuche *f* ebenfalls mit der komprimierten Luft füllen können.

Wichtig ist der Vorgang beim Ablösen der Arbeiter. Die abzulösenden Arbeiter steigen hinauf in die Schleuse *S*. Ein Arbeiter hebt die Klappe $K_1$, während gleichzeitig das Ventil $v_2$ geschlossen, bei einem anderen Ventil $v_3$ die gepreßte Luft der Schleuse entweichen gelassen wird. Sobald die Luft oben dünner geworden ist, wird $K_1$ durch die unten befindliche gespanntere Luft fest nach aufwärts gedrückt. Schließlich hat der Druck auf die Schleusentüre derart nachgelassen, daß das Öffnen derselben und das Aussteigen der Arbeiter möglich ist. Die neue Partie steigt ein, $v_3$ wird geschlossen, $v_1$ geöffnet und sobald die Luft in *S* dieselbe Pressung hat wie die im Förderschacht *b*, fällt die Klappe $K_1$ durch das eigene Gewicht herab, worauf sich die Arbeiter in den Caisson begeben können.

Das Ein- und Ausschleusen der Arbeiter muß, damit dasselbe ungefährlich verlaufe, sehr langsam vorgenommen werden.

Sobald die Ausgrabung so weit vorgeschritten ist, daß man tragfähigen Boden erreicht hat, wird der Caisson mit Beton ausgefüllt, so daß nun der ganze Pfeiler massives Mauerwerk bildet.

---

# VI. Deckenkonstruktionen.

Decken nennt man jene Konstruktionen, welche die Stockwerke eines Gebäudes in horizontaler Richtung voneinander trennen oder einen Raum nach oben abschließen. Man macht sie aus Holz, Stein oder Eisen oder auch aus Kombination dieser Materialien.

Bis zu einer gewissen Grenze ist es ökonomisch, die Deckenträger (Balken, Eisenträger u. dgl.) in geringen Entfernungen voneinander zu legen. Hierdurch kann deren Höhe und auch die ganze Konstruktionshöhe der Decke geringer gehalten werden, daher auch an Umfassungsmauerwerk erspart wird.

## 1. Dübel- oder Dippeldecke.

(Fig. 1, T. 22.)

Diese besteht aus unmittelbar aneinander anschließenden, quer über den einzudeckenden Raum gelegten Balken (D i p p e l b ä u m e n), die durch Entzweischneiden von Rundhölzern gewonnen und behufs besseren gegenseitigen Anschlusses an den Stoßfugen etwas behauen werden. Sie erhalten an beiden Enden ein 15 *cm* breites Auflager auf den Mauern bzw. auf einem 15 *cm* breiten Brett (R a s t l a d e n) oder besser auf einem 15/15 *cm* starken lärchenen Balken (R a s t s c h l i e ß e), welcher gleichzeitig als Zugschließe armiert werden kann.

Dort, wo die Dippelbäume den Rauchschloten zu nahe kommen würden, müssen dieselben a u s g e w e c h s e l t werden. Hierzu schneidet man ihre Enden ab und legt sie auf einen W e c h s e l, der mit den ersten, beiderseits des Rauchschlotes normal aufruhenden Dippelbäumen durch die schiefe Anblattung mit

Brüstung, überdies durch Klammern verbunden wird (Fig. 34, T. 3). Die gleiche Verbindung erhalten die ausgewechselten Dippelbäume mit dem Wechsel.

Um einen etwa auf einzelne Dippelbäume wirkenden Druck auf die anschließenden Dippelbäume zu verteilen und dadurch größere Schwingungen hintanzuhalten, werden die Bäume an den aneinanderschließenden Langseiten durch eingebohrte, 2 bis 3 *cm* dicke, harte Holzdübeln (Fig. 28, T. 2), welche in Zwischenräumen von 1 bis 2 *m* schachbrettförmig anzuordnen sind, miteinander verbunden.

Die Dippeldecken werden an der unteren Fläche (Plafond) stukkaturt und oben mit einer 8 bis 10 *cm* hohen Schuttlage beschüttet, auf welcher der Fußbodenbelag ruht. Durch dieses Einhüllen der Dippelbäume wird dem Holze der Luftzutritt abgesperrt, daher es, wenn es noch feucht in den Bau kam, nicht vollständig austrocknen kann und frühzeitig verstockt.

Nachdem die Köpfe der Dippelbäume n i c h t eingemauert werden dürfen, muß für jedes Auflager die tragende Mauer nach unten um 15 *cm* verstärkt oder es muß durch vorspringende Konsolen ein genügendes Auflager geschaffen werden.

Dippeldecken finden fast keine Verwendung mehr, ausnahmsweise werden sie noch als Dachgeschoßfußböden angewendet.

## 2. Tram- oder Sturzdecke.

(Fig. 2, T. 22.)

Diese Decke besteht aus hochkantig, in Entfernungen von 0·75 bis 1·05 *m* (von Mitte zu Mitte) auf die tragenden Mauern gelegten Kanthölzern (Trämen), die an der oberen und unteren Seite mit Brettern verschalt werden. Die untere, 2 *cm* dicke S t u k k a t u r v e r s c h a l u n g wird mit höchstens 15 *cm* breiten Brettern, die noch mit der Hacke mehrmals gespalten (gesprengt) werden, hergestellt und auf ihr der Stukkaturverputz angebracht. Die obere, 3 bis 3½ *cm* dicke S t u r z v e r s c h a l u n g wird aus eng anschließenden Brettern gebildet, deren Fugen außerdem mit 2 *cm* starken Fugleisten überdeckt werden, damit die Deckenbeschüttung nicht durch die Fugen herabfallen könne.

Auf die Sturzverschalung wird die D e c k e n b e s c h ü t t u n g aufgetragen, auf welcher der Fußboden ruht. Die Beschüttung besteht für das oberste Geschoß aus einer zirka 8 *cm* hohen und für die unteren Geschosse aus einer 11 *cm* hohen Lage reinen, trockenen Mauerschuttes, feinen Schotters, Sandes oder Kohlenlösche, wovon trockener, erdfreier Sand oder Schotter am besten ist. Alter Mauerschutt müßte wegen Verunreinigung durch Ungeziefer vor der Verwendung erhitzt (geröstet) werden, was sehr umständlich und kostspielig ist.

Das oberste Geschoß (Dachboden) wird gewöhnlich mit Ziegelpflaster oder Betonestrich versehen. In den unteren Geschossen werden die Fußböden je nach dem Zwecke entweder aus Holz oder aus einem Pflaster (Estrich) gebildet.

Für die Erhaltung der Holzdecke ist die Isolierung des Holzmaterials gegen die Mauerfeuchte und ein genügender Luftzutritt von großer Wichtigkeit. Man muß also die Träme so einbauen, daß sie mit dem Mauerwerke nicht in Berührung kommen. Die Endbalken und die Tramköpfe sollen daher 4 bis 5 *cm* von den Wänden entfernt sein (Fig. 2, T. 22). Die Tramköpfe müssen außerdem auf 3½ *cm* dicke, lärchene Brettstücke gelegt werden. Sie können auch auf die Tiefe der Einmauerung (15 *cm*) mit Tramkapseln aus Brettern oder Zinkblech umgeben werden, wobei zwischen den Tramkapseln und den Balkenköpfen noch ein kleiner Zwischenraum bleiben muß, welcher das Durchstreichen der Luft gestattet.

Die nach vorbeschriebener Art freiliegenden, also nicht eingespannten, oft nicht ganz ausgetrockneten Träme können sich bei dieser Einbauung leicht werfen und drehen; diesem vorzubeugen, kann die Isolierung der Balkenköpfe auch mit eigens hierfür hergestellten, mit Rillen versehenen Klinkerziegeln, z. B. nach Fig. 15 *a*, *b* und *c*, T. 22, System J a r e t z k i, oder bloß mit gewöhnlichen Ziegeln auf ähnliche

Art bewirkt werden. Im letzteren Falle sind aber unter die Balkenköpfe Brettstücke oder Teerpappenstücke zu legen und die Balkenköpfe vom Mörtel frei zu halten. Ein Teeranstrich oder ein sonstiger, die Poren des Holzes verklebender Anstrich der Balkenköpfe ist schlecht, weil die Holzfeuchte dann nicht mehr entweichen kann und die Träme verstocken müssen.

Die Tramköpfe können auch auf Mauerabsätze oder auf durchlaufende Steinkonsolen, eventuell auf eine über die Mauerhäupter vorspringende Eisenkonstruktion verlegt werden, wobei die Köpfe besser erhalten bleiben, als wenn sie eingemauert sind.

Die Austeilung der Träme für einen einzudeckenden Raum erfolgt mit Rücksicht auf die berechnete zulässige Maximaldistanz so, daß man sie senkrecht auf die tragenden Mauern anordnet und den Rauchschloten womöglich ausweicht. Fällt ein Tramauflager zu nahe an einen Rauchschlot, so muß der betreffende Tram so wie bei den Dippeldecken ausgewechselt werden, wobei der Wechsel mit den beiden Enden an die zunächst liegenden Träme mit Brüstung und Eisenklammern oder mit Zugschließen befestigt wird. An den Wechsel stoßen die abgeschnittenen (ausgewechselten) Balken mit der gleichen Verbindung an.

Damit die Träme die tragenden Wände, auf denen sie ruhen, miteinander verbinden, werden sie bei Holzwänden mit den Schwellen und Kappen einfach verkämmt. Bei gemauerten Wänden erhalten einzelne Träme T r a m s c h l i e ß e n aus Flacheisen (Fig. 11 *a*, T. 38), die entweder oben oder seitwärts am Tram befestigt werden, und eventuell Schlagklammern (Fig. 11 *b*, T. 38). Bei einer Fensterachsendistanz von zirka 3·00 *m* genügt per Fensterpfeiler eine Schließe, bei breiteren Achsendistanzen sind per Fensterpfeiler zwei Schließen anzuordnen.

### *a*) E i n f a c h e T r a m - o d e r S t u r z d e c k e.

Diese hat bloß eine Sturzverschalung, aber keine Stukkaturung und wird bei Magazinsräumen häufig angewendet, woselbst die Sturzverschalung gleichzeitig als Fußboden ausgebildet werden kann.

### *b*) T r a m d e c k e m i t F e h l t r ä m e n.

(Fig. 3, T. 22.)

Soll eine Decke eine reichere, dekorative Ausstattung als eine gewöhnliche Stukkaturung erhalten, so soll, um Schwingungen hintanzuhalten, die Stukkaturdecke von der Sturzdecke konstruktiv ganz getrennt werden. Zu diesem Zwecke werden für die Stukkaturung besondere, sogenannte F e h l t r ä m e angeordnet, die aus etwas schwächeren Balken bestehen und in kleinen Entfernungen neben die Deckenträme so verlegt werden, daß deren Unterflächen zirka 3 *cm* tiefer als jene der Träme zu liegen kommen. Diese ganz selbständig liegenden, bloß die Stukkaturung tragenden Fehlträme, werden daher die Schwingungen der Tramdecke nicht mitmachen.

### *c*) T r a m d e c k e m i t F a c h a u s f ü l l u n g (E i n s c h u b d e c k e).

(Fig. 4, .T. 22.)

Man kann die Konstruktionshöhe der Tramdecken dadurch vermindern, daß man die Sturzverschalung nicht auf die obere Seite der Träme legt, sondern zwischen die Träme einschiebt und auf seitwärts an die Träme festgeschraubte oder genagelte Leisten auflegt. Die 8 bis 11 *cm* hohe Beschüttung liegt dann ebenfalls zwischen den Trämen und reicht bis zur Oberkante derselben. Der Bretterfußboden wird dann nicht auf Polster, sondern direkt auf die Sturzträme genagelt.

An der unteren Seite kann die ganze Holzkonstruktion gehobelt, eventuell mit Ölfarbe gestrichen oder aber auch mit einer Stukkaturdecke verkleidet werden.

Diese Decken verursachen infolge ihrer geringen Konstruktionshöhe geringere Baukosten als Tramdecken, sind aber am wenigsten feuersicher.

*d*) Mängel und Vorteile der reinen Holzdecken.

Alle reinen Holzdecken sind mehr oder weniger feuergefährlich und weniger dauerhaft, weil die in der Mauer steckenden Tramköpfe trotz größter Vorsicht leicht abfaulen; überdies sind solche Decken dem Angriff und der Verbreitung des Hausschwammes leicht ausgesetzt. Sie erfordern auch eine größere Konstruktionshöhe und schwingen sehr stark.

Die noch immer andauernde, umfangreiche Anwendung dieser Decken ist bloß auf ihre Einfachheit und verhältnismäßige Billigkeit zurückzuführen. Zieht man aber die Dauerhaftigkeit neuerer Konstruktionen, die fast gar keine Erhaltungskosten fordern, in Betracht, so erscheint auch die Billigkeit der Holzdecken, die höhere Erhaltungskosten fordern, meist ganz aufgewogen.

### 3. Tramdecke zwischen Eisenträgern.

(Fig. 5, T. 22.)

Bei dieser Decke liegen die Träme auf den unteren Flanschen der eisernen I- oder [-Träger, welch letztere in Entfernungen von 2·00 bis 4·00 *m* voneinander angeordnet werden und 30 *cm* tief in die tragenden Mauern reichen, woselbst sie auf entsprechend große Stein- oder Eisenplatten gelegt und mit Traversenschließen mit den Mauern verankert werden.

Die Trägerdistanz richtet sich nach der Zimmertiefe und nach der Verteilung der Fensterpfeiler; je tiefer die Zimmer, desto enger soll man im allgemeinen die Trägerdistanz wählen, um keine zu schweren Träger verwenden zu müssen.

Bei der Austeilung der Träger ist auf die verschiedenen Maueröffnungen, Schlote usw. tunlichst Rücksicht zu nehmen. Schlote können übrigens bei den Trägern vorbeigezogen, Fenster- und Türöffnungen mit Entlastungsträgern überdeckt werden (Fig. 16 *b*, T. 22).

Die unter den Trägerauflagern anzuordnenden Stein- oder Eisenplatten haben den Zweck, den Auflagerdruck des Trägers auf eine größere Mauerfläche zu verteilen. Sie müssen so tief in die Mauer reichen wie der Träger und so breit sein, daß der rechnungsmäßig ermittelte Druck, den sie auf das Mauerwerk ausüben, nicht größer sei, als es für die betreffende Mauerwerkgattung zulässig ist. Sie sind in Romanzement- oder Portlandzementmörtel zu versetzen.

Die bei den Fenster- (Tür-) Öffnungen eventuell anzuordnenden Entlastungsträger haben die Last des Deckenträgers aufzunehmen und auf die Fensterpfeiler zu übertragen. Sie dürfen den Sturzbogen gar nicht belasten, weshalb derselbe an die Träger nicht angeschlossen, sondern unter dem Träger ein freier Schlitz belassen wird (Fig. 6 *b*, T. 22).

Wo viele Entlastungsträger in einer Mauer notwendig werden, kann statt diesen ein durch die ganze Mauerlänge reichender, kleinerer Träger gelegt werden, welcher allen auf dieser Mauer ruhenden Trägern als Unterlage dient, somit die Unterlagsteine wie auch die Entlastungsträger entbehrlich macht. Ein solcher Träger kann gleichzeitig als Rastschließe armiert werden.

Zwischen die versetzten Träger werden die Träme auf 0·75 bis 1·05 *m* Entfernung voneinander angeordnet und auf die unteren Flanschen der Träger aufgelegt, an welche sie an Ort und Stelle g e n a u eingepaßt werden müssen, so zwar, daß sie sich an die Träger ganz anschmiegen und mit den Trägerunterkanten bündig liegen. Für diese Decken eignen sich am besten die Träger Nr. 18 *a*, 22 *a*, 24 *a* und 28 *a*, welche breitere Flanschen als die normalen Träger haben, daher auch den Trämen ein besseres Auflager bieten. Wenn bei normalen Trägern die Flanschen zu schmal sind, so können in Ausnahmsfällen die gegenüberliegenden Träme über die obere Trägerflansche hinweg mit Hängeisen, etwa nach Fig. 5 *c*, T. 22, verbunden werden.

Die Träme der Endfelder dürfen n i e m a l s e i n g e m a u e r t werden, da die eingemauerten Köpfe leicht anfaulen. Bei vorhandenem Mauerabsatz legt

man einen Rastladen auf den Absatz und auf diesen die Tramköpfe; fehlt der Mauerabsatz, so ordnet man für die Endträme einen eisernen ⊏-Träger an, siehe Fig. 5 *b*, T. 22.

Die sonstige Ausführung der Tramdecken zwischen Eisenträgern erfolgt in derselben Weise wie bei den gewöhnlichen Tramdecken.

Diese Deckenkonstruktion ist solider und dauerhafter als die Tramdecke, weil die Tramköpfe mit den Mauern gar nicht in Berührung kommen und die wenigen, an den Auflagern ganz eingemauerten Eisenträger die tragenden Mauern gar nicht schwächen. Sie schwingt auch weniger und hat eine geringere Konstruktionshöhe, ist aber etwas teuerer als die Tramdecke und bildet noch immer keine unverbrennliche Decke.

### 4. Ziegelgewölbedecke zwischen Eisenträgern.

(Fig. 6, T. 22.)

Bei diesen Decken werden eiserne **I**-Träger in Entfernungen von 1·20 bis 2·50 *m* nach denselben Grundsätzen wie bei der Tramdecke zwischen Eisenträgern verlegt und die so gebildeten Deckenfelder durch flache, 15 *cm* starke Ziegelgewölbe geschlossen.

Mauern von 45 *cm* Dicke können als gemeinschaftliche Widerlager, manchmal auch als Endwiderlager dienen. Bei schwächeren Mauern müssen als Widerlager eiserne **I**- oder ⊏-Träger angewendet werden, welche zumeist (wie in der Figur) neben der Mauer, bei gemeinschaftlichen Widerlagern manchmal auch in oder über die Mauer gelegt werden.

Die Pfeilhöhe der Gewölbe soll mindestens $^1/_{10}$ der Trägerdistanz betragen, damit einerseits zu große Horizontalschübe vermieden werden und andrerseits die Gewölbe gegen plötzliche, größere Erschütterungen widerstandsfähiger sind.

Die Felder zwischen den Eisenträgern (Platzeln) werden gewöhnlich auf Rutschbögen, seltener schwalbenschwanzförmig oder kufenartig eingewölbt. Die Gewölbefüßel sollen womöglich nach Fig. 6, T. 22, verstärkt werden. Zur Erreichung eines soliden Gewölbefüßels soll kein kleineres Trägerprofil als **I** Nr. 16, besser Nr. 18 genommen werden. Die Gewölbedecke soll nach der Ausführung sogleich beschüttet werden, damit durch das Begehen der Gewölbe einzelne Ziegel nicht losgetrennt werden können.

Die Gewölbeleibung erhält zumeist einen Verputz. Die unteren Trägerflächen können hierbei entweder einfach mit Portlandzement oder mit Minium gestrichen, gesandelt und hierauf getüncht oder es kann zur Erhöhung der Feuersicherheit an die Flanschen ein Drahtgeflecht angehängt werden, an dem ein Verputz aufgetragen wird.

Eiserne Mauerträger können auch gleichzeitig als Gewölbewiderlager dienen, müssen aber dann auch für diese Beanspruchung berechnet und konstruiert werden.

Bezüglich der Endwiderlager und des Anschlusses von Gewölben mit ungleicher Spannweite gelten die allgemeinen Regeln über Gewölbewiderlager.

In allen Fällen empfiehlt es sich, die Gewölbeträger der letzten 2 bis 3 Endfelder auch untereinander durch Rundeisen-Schraubenschließen zu verbinden (Fig. 16 *b*, T. 22). Diese Schließen werden in Entfernungen gleich $^1/_4$ der Trägerlänge angeordnet. Sie erhöhen die Stabilität dieser Decken ganz außerordentlich und sollen daher bei stark belasteten Decken tunlichst in allen Gewölbefeldern angewendet werden. Selbstverständlich dürfen die Schraubenschließen an der inneren Gewölbeleibung nicht sichtbar sein.

Werden über die Rundeisen-Schraubenschließen eiserne Röhren, sogenannte Stemmröhren geschoben, welche sich gegen die Trägerstege stützen und so eine Verschiebung der Träger auch gegeneinander verhindern, so genügt es, solche Schließen nur in jedem zweiten Gewölbefelde anzuordnen. Wo keine Stemmröhren zur Anwendung kommen und das letzte Gewölbeplatzel nicht an einen Träger,

sondern direkt an eine Mauer als Endwiderlager anschließt, soll auch diese Mauer mit Rundeisen-Schraubenschließen gegen mehrere der nächsten Träger verankert werden. In diesem Falle haben die Schließen an der Mauerseite eine Öse, welche in einen Schlitz (Schließenritze) am Mauerhaupt zu liegen kommt und einen Ankersplint aufzunehmen hat.

Die am Gewölberücken aufzutragende Schuttschichte soll am Gewölbeschlusse mindestens 5 *cm* hoch sein.

Die Verwendung von guten, tadellosen Hohlziegeln oder besonders geformten Hohlsteinen verringert die Konstruktionslast dieser Decken, wird daher in besonderen Fällen vorteilhaft sein.

Gewölbedecken zwischen Eisenträgern sind sehr solid, dauerhaft und feuersicher, sie schwingen sehr wenig, sind aber etwas teurer als Holzdecken und bilden keine ebene Deckenfläche. Bei größerer Trägerentfernung wird auch die Konstruktionshöhe der Decke und der auftretende Horizontalschub größer.

### 5. Betongewölbedecke zwischen Eisenträgern.

(Fig. 7, T. 22.)

Bezüglich der Austeilung der Träger usw. gelten die früher angegebenen Erläuterungen mit dem Zusatze, daß bei Betongewölben auch bei den stärksten Endwiderlagern unbedingt I- oder [-Träger angeordnet werden müssen. Dies ist notwendig, weil die Gewölbe nur sehr schwach gemacht werden und bei ungleichartigen Widerlagern (einerseits Träger, andrerseits Mauerwerk) auch ungleichartige Setzungen eintreten, wodurch Risse im Gewölbe entstehen könnten. Es empfiehlt sich von der Anordnung der Rundeisen-Schraubenschließen, eventuell mit Stemmröhren, möglichst ausgedehnten Gebrauch zu machen. Die Pfeilhöhe beträgt auch bei Betongewölben mindestens $^1/_{10}$ der Spannweite. Die Gewölbedicke wird am Scheitel 6 bis 8 *cm* und am Anlaufe um 2 *cm* stärker angeordnet.

Die Ausführung von Betongewölben erfordert außer einer festen, soliden Einschalung auch geübte Arbeiter und die Verwendung von vorzüglichem Material. (Siehe Betongewölbe.)

Die die Verschalung tragenden Lehrbögen können zur Ersparung von eigenen Stützen mittels eiserner Haken an die Traversen aufgehängt werden. (Siehe Fig. 7 bis 12, T. 25.)

Sind die Träger nicht durch Rundeisen-Schraubenschließen und Stemmröhren gegeneinander versteift, so muß bei der Ausführung dieser Gewölbe darauf geachtet werden, daß infolge einseitiger Belastung kein seitliches Ausbiegen der Träger erfolgen kann. Eine solide Herstellung der Gewölbefüßel ist durch die Verstärkung derselben nach Fig. 7, T. 22, notwendig.

Die Ausschalung der tragenden Lehrgerüste kann natürlich erst nach vollständiger Erhärtung des Betons vorgenommen werden. Nach der Ausschalung kann die Gewölbeleibung verputzt und am Gewölberücken die Beschüttung aufgetragen werden.

Bezüglich der Behandlung der Unterflächen der Träger und der weiteren Konstruktion ober dem Gewölbe gelten die bei Gewölben zwischen Eisenträgern angegebenen Daten.

Wird statt eines Holzfußbodens ein Zement- oder Asphaltestrich angeordnet (z. B. im obersten Geschoß oder in Gängen, Küchen, Aborten usw.), so kann dieser direkt auf das oben abgeebnete Gewölbe aufgetragen werden. In diesem Falle wird zur Ausfüllung der zwischen Gewölbe und Fußboden entstehenden Gewölbezwickel ein billiger Beton (mit weniger Zement) oder Schlackenbeton angewendet.

### 6. Decken aus Eisenbeton.

Bei einem auf Biegung in Anspruch genommenen Betonbalken kann die große Druckfestigkeit des Betons nicht voll ausgenutzt werden, weil der Balken

wegen der verhältnismäßig geringen Zugfestigkeit dieses Materials an seiner Unterseite bei den gespannten (gezogenen) Fasern schon reißen würde, ehe auch nur annähernd die zulässige Druckbeanspruchung in den oberen, gepreßten (gedrückten) Fasern erreicht wäre. Wenn man aber in jenen Teil des Betonbalkens, in welchem die Zugspannungen der Fasern auftreten, entsprechend starke Eisenstäbe oder Fassoneisen einlegt, so werden fast alle Zugkräfte von dem eingelegten Eisen aufgenommen und es wird ein Reißen des Betons an der Unterseite des Balkens verhindert; die Druckfestigkeit des Betons kann dagegen voll ausgenutzt werden. Die Eiseneinlagen verbinden sich innig mit dem Beton und werden von diesem gegen Feuchtigkeit (Rostbildung) und Flammenangriff geschützt.

Eine solche Kombination von Beton und Eisen nennt man nach ihrem Erfinder im allgemeinen eine Monier-Konstruktion.

Die erste Anwendung dieser Konstruktion für Decken erfolgte in Plattenform. Dabei wurden (Fig. 12, T. 22) von Auflager zu Auflager die eigentlichen Tragstäbe auf 6 bis 10 *cm* Entfernung voneinander und quer darüber in gleichen Entfernungen, zirka 5 *mm* dicke Verteilungsstäbe eingelegt. Dieses Eisennetz erhielt dann eine entsprechende Betonumhüllung.

Die Verbindung der Eisenstäbe erfolgt an den Kreuzungsstellen mit ausgeglühtem, 1 *mm* starkem Drahte. Die Tragstäbe können für größere Spannweiten auch stellenweise stärker angeordnet werden, so daß nach je 2 bis 3 schwächeren ein stärkerer Eisenstab folgt. Die Stärke der Tragstäbe hängt von deren Entfernung und der Deckenlast ab. Die Verteilungsstäbe sollen nur die Seitenverschiebung der Tragstäbe verhindern.

Diese Konstruktion wurde im Laufe der Zeit vielfach verbessert und allgemein mit „Betoneisenkonstruktion" bezeichnet. In neuerer Zeit wurde diese Bezeichnung richtiger in „Eisenbetonkonstruktion" oder kurz „Eisenbeton" abgeändert. Beide Benennungen sind also gleichbedeutend, nur ist „Eisenbeton" richtiger, weil man es mit einem durch Eiseneinlagen verstärkten Beton zu tun hat.

### *a*) Decke aus Eisenbeton zwischen Eisenträgern.
(Fig. 8 und 9, T. 22.)

Diese wird hergestellt, indem zuerst das Eisengerippe über einer festen Einschalung derart angebracht wird, daß sich die Tragstäbe gegen die unteren Trägerflanschen stützen. Der Beton wird hierauf in der erforderlichen Stärke aufgetragen und festgestampft, wobei zu beachten ist, daß die Eisenstäbe vom Beton vollkommen eingeschlossen werden. Man muß daher der Drahteinlage vor Beginn der Betonierung Steinchen unterlegen oder nach dem Auftragen der Betonmasse die Drahteinlage etwas heben. Die Gewölbefüßel werden bis zur oberen Trägerflansche ausbetoniert.

Die Trägerentfernung kann bis 4 *m*, die Stichhöhe des Gewölbes mit $^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ der Spannweite und die Stärke des Gewölbes am Scheitel mit 5 bis 8 *cm* angenommen werden.

Die Unterfläche der Decke wird verputzt. Die sichtbaren Trägerflächen brauchen bei Wohnräumen bloß getüncht werden, bei Magazinräumen aber sollen sie aus Rücksichten der Feuersicherheit einen Verputz bekommen, welcher einfach mit verlängertem Portlandzementmörtel auf die mit Zementmilch bestrichenen, rostfreien Eisenträger aufgetragen wird.

### *b*) Decke aus Eisenbetonplatten zwischen Eisenträgern.
(Fig. 11, T. 22.)

Diese wird in ähnlicher Weise wie die Gewölbedecke gleichen Systems hergestellt, nur darf die Trägerentfernung höchstens 2 *m* betragen. Man kann aber

auch die fertigen, entsprechend langen Platten auf die Eisenträger auflegen. Beim Zusammenstoße der einzelnen Platten werden die aus der Betonplatte vorstehenden Verteilungsstäbe übereinandergelegt und mit ausgeglühtem Drahte verbunden; die Stoßfuge wird ausbetoniert. Diese Ausführung ist aber nicht zu empfehlen.

Diese Deckenplatten werden bei 2 *m* Spannweite zirka 8 *cm* dick gemacht. Die Monierplatten liegen auf den unteren Trägerflanschen flüchtig mit den Unterkanten der Träger; an der Unterseite erhalten sie dann einen Verputz, der auch über die Trägerflanschen reicht. Auf die Monierplatten kommt die Beschüttung und dann der Fußbodenbelag.

Die Monierplatten können aber auch auf die oberen Trägerflanschen aufgelegt werden und gleichzeitig den Fußboden bilden, in welchem Falle die Decke aber nicht schalldämpfend ist.

Wenn an Stelle der eisernen Träger Mauern als Auflager der Monierplatten dienen, so müssen letztere mindestens 7 bis 8 *cm* in die Mauer einbinden.

Die für die Herstellung nötige Einschalung kann erst nach vollständigem Erhärten des Betons, d. i. in zirka 3 Wochen abgenommen werden. Die Beschüttung der Decke darf aber erst nach Verlauf von weiteren 3 Wochen aufgebracht werden.

### *c*) Eisenbetondecke, Patent Robert Wünsch.

(Fig. 10, T. 22.)

Bei dieser werden statt der runden Tragstäbe solche aus **I**- oder ⊥-förmigen Fassoneisen angewendet, welche auf 20 bis 50 *cm* Entfernung auf den unteren Trägerflanschen ruhen. Verteilungsstäbe sind nicht notwendig, weil der steife Querschnitt dieser Fassoneisen das seitliche Ausbiegen ohnehin verhindert. Die Betonierung erfolgt so wie bei der Einlage eines Drahtnetzes.

Diese Decke kann ebenfalls in Form von Gewölben oder in Form von Platten ausgeführt werden.

### *d*) Gewölbe in Verbindung mit Fußböden aus Eisenbeton.

(Fig. 9, T. 22.)

Sind in einem Gebäude Betonfußböden zulässig, so kann man durch Anwendung von Moniergewölben und -platten eine leichte, dichte und feuersichere Decke herstellen. Hierbei wird das Moniergewölbe so ausgeführt, daß der Gewölbeschluß mit der oberen Flanschenfläche des **I**-Trägers in eine horizontale Ebene fällt. Für die Monierplatten bieten dann der Gewölbeschluß und die oberen Trägerflanschen geeignete Auflager. Die Gewölbezwickel *z* werden mit Schlackenbeton ausgefüllt, soweit dieselben nicht etwa für die Lagerung von Heizröhren, Luftkanälen usw. dienen.

Die Ausführung derartiger Monierdecken erfolgt nach denselben Grundsätzen, wie sie bei den Decken unter 6 *a* und *b* angegeben wurden.

### *e*) Tragnetzblech für Eisenbetonkonstruktionen.

(Fig. 13, T. 22.)

Die Firma Biro & Kurz, Nachfolger von R. Ph. Waagner, in Wien erzeugt aus weichem Stahlblech ein „Tragnetzblech", welches geeignet ist, das Eisengerippe nach System Monier für Betoneisenkonstruktion bei Decken-, Wand- und Dachflächen zu ersetzen.

Das Tragnetzblech besteht aus geschlitztem oder eingeschnittenem und hierauf auseinander gestrecktem Bleche (zumeist aus weichem Stahle), welches dann eine Art Gitter- oder Netzwerk mit schrägen Maschen und Litzen bildet. Es wird in Blättern von beliebigen Längen und einer Maximalbreite von 2·42 *m*, mit verschiedenen Maschenweiten, Litzen- und Blechstärken erzeugt.

## 7. Eisenbetondecken.

Diese sind so vielseitig und mannigfaltig in ihrer Ausführung, daß hier nur die wichtigsten derselben zur Besprechung gelangen können.

Im allgemeinen lassen sich diese Decken in bezug auf die Art ihrer Herstellung in 2 Gruppen teilen, und zwar in solche, welche mit weichem Betonmaterial an Ort und Stelle auf einem Stampfgerüste ausgeführt werden, und in solche, wo die tragende Konstruktion abseits der Baustelle, zumeist fabrikmäßig hergestellt und nach Erhärten des Betons auf die tragenden Mauern verlegt wird (Eisenbeton-Trägerdecken, T. 24). Manchmal werden beide Arten kombiniert.

Die Trägerdecken machen die kostspielige Einschalung entbehrlich, gestatten einen raschen Baufortschritt, da man sie gleich nach ihrer Ausführung benützen kann, und können abseits der Baustelle viel sorgfältiger ausgeführt werden als an Ort und Stelle, wo so viele Zufälligkeiten die Solidität der Ausführung beeinträchtigen. Auch kann man die fertigen Eisenbetonträger noch vor ihrer Verwendung Belastungsproben unterziehen, dagegen ist der Transport, besonders der großen Träger, schwierig.

### *a*) Eisenbetondecken, System Hennebique.
(Fig. 1 und 2, T. 23.)

Diese aus Portlandzementbeton herzustellenden Decken erhalten eine Armierung mit Rundeisenstäben, welche eine derartige Lage im Beton einnehmen, daß sie alle bei Belastung der Decke auftretenden Zug- und Scherspannungen allein aufnehmen, so daß der Beton nur einer Druckbeanspruchung ausgesetzt ist.

Decken mit geringerer Spannweite bis zirka 5 *m* (Fig. 1, T. 23) bestehen aus einfachen Deckenplatten, deren Dicke von der zu tragenden Nutzlast abhängt. Die Eiseneinlagen bestehen dabei aus in der Querrichtung nicht verbundenen, von Auflager zu Auflager reichenden, geraden und gebogenen Rundeisenstäben, die abwechselnd derart eingelegt sind, daß die geraden Stäbe nur nahe der Deckenunterseite, die gebogenen Stäbe in der Deckenmitte ebenfalls an der Unterseite, an den Enden aber nahe der Oberseite der Decke liegen, wodurch letzterer die durch etwaige Einspannung dort auftretenden Zugspannungen aufnehmen.

Die Enden der Rundeisen erhalten behufs wirksamer Verankerung einen Geißfuß oder werden aufgebogen.

Die geradlinigen Rundeisen werden überdies von lotrechten Bügeln aus Flacheisen, die bis nahe zur oberen Deckenfläche reichen, lose umfaßt. Diese Bügel werden durch Umbiegen im Beton festgehalten und sollen die auftretenden Scherspannungen aufnehmen; dementsprechend sind sie an den Auflagern dichter gestellt als in der Mitte, da dort die größten Scherspannungen auftreten.

Bei größeren Spannweiten werden die vorbeschriebenen Deckenplatten von Eisenbetonbalken getragen (Fig. 2, T. 23), die bei großen Räumen selbst wieder auf Eisenbetonunterzügen aufliegen. Balken und Unterzüge werden in ähnlicher Weise mit Eisen armiert. In jedem Balken oder Unterzug werden 4 Rundeisenstangen eingebettet, je 2 davon liegen in einer vertikalen Ebene übereinander; die unteren sind gerade, die darüberliegenden abgebogen. Flacheisenbügel umfassen je einen geraden und einen gebogenen Stab.

Für die Herstellung dieser Decken ist eine volle Verschalung erforderlich.

Zur Herstellung einer ebenen Untersicht (Plafond) wird meistens ein entsprechendes Drahtnetz an in der Decke einbetonierte Drähte *d* so festgebunden, daß es mit der unteren Seite der Deckenbalken in einer Ebene liegt. An dieses Drahtnetz wird dann ein Rabitzputz angebracht. Man kann aber auch zirka 2½ *cm* dicke Eisenbetonplatten bündig mit der unteren Seite der Deckenbalken an die in der Decke einbetonierten Drähte festbinden und an der so gebildeten Deckenfläche einen schwachen Verputz auftragen.

### *b*) Voutendecke von Koenen.
(Fig. 3 und 4, T. 23.)

Für Räume bis 5 *m* Spannweite besteht diese Decke aus einer mit Eiseneinlagen armierten Betonplatte, die an den Auflagern eine voutenartige Verstärkung erhält (Fig. 3, T. 23). Die Armierung derselben besteht aus Rundeisen von 5 bis 13 *mm* Stärke, die kettenlinienartig, d. h. in der Mitte nahe der Unterfläche, an den Enden nahe der Oberfläche der Platte eingebettet sind. Die Enden der Stäbe sind umgebogen und werden von Ankereisen gehalten. Für die voutenartige Verstärkung der Platte muß ein entsprechendes Auflager an den Widerlagsmauern hergerichtet werden.

Bei größeren Spannweiten werden die Decken durch eiserne Traversen unterteilt, zwischen welchen die vorbeschriebenen Voutenplatten zur Ausführung gelangen (Fig. 4 *a* und *b*, T. 23). Die Eisenstäbe der Platten werden dabei um die Oberflanschen der Träger gebogen. Die Oberfläche der Platten soll mindestens 3 *cm* über den Trägeroberflanschen angeordnet werden.

Die voutenartige Verstärkung der Plattenenden bietet den eisernen Trägern einen guten Schutz gegen Feuer und gibt der Decke ein vorteilhaftes Aussehen.

### *c*) Decke, System Rella.
(Fig. 5, T. 23.)

Diese Decke besteht im Wesen aus einer tragenden Eisenbeton-Rippendecke. Der Raum zwischen den Rippen wird mit Hohlsteinen, die aus Gips und Schlacke (De Bruynsche Masse) oder aus Portlandzement-Schlackenbeton hergestellt sind, ausgefüllt. Die Decke bietet den Vorteil, daß die Hohlsteine an Ort und Stelle in beliebigen Höhen erzeugt werden können, man daher von Ziegeleien unabhängig ist.

Die Hohlsteine haben eine solche Form, daß die nebeneinander liegenden Steine selbst die Schalung für die Eisenbetonkonstruktion bilden, wodurch bei der Herstellung dieser Decken keine volle Einschalung, sondern bloß eine Einrüstung der Decke erforderlich ist, welche die Hohlsteine bloß an den Zusammenstößen unterstützt.

Die auszubetonierenden, 6 *cm* starken Rippen zwischen den Hohlsteinen erhalten nahe der Unterseite je 2 Rundeisen eingelegt.

### *d*) Schnellsche Gewölbebalkendecke.
(Fig. 6, T. 23.)

Auf einer ebenen Deckenschalung wird zuerst die, eine ebene Untersicht bildende, zirka 3 *cm* dicke Platte mit Eisendrahteinlagen betoniert; auf den noch frischen Beton werden sodann vorher erzeugte, korbbogenförmige Betonkörper von 2 *cm* Fleischstärke reihenweise versetzt. Die Zwischenräume zwischen den Korbbögen werden durch Betonbalken mit Eiseneinlagen ausgefüllt, welche allmählich in (über den Bögen zu liegen kommende) Betongewölbe übergehen.

Die Lichtmaße der Korbbögen werden unter Berücksichtigung der Deckenspannweite und Nutzlast gewählt.

Diese Decken können im Hochbau bei Räumen bis 6·50 *m* Spannweite und bis 400 $kg/m^2$ Nutzlast verwendet werden.

### *e*) Rohrzellendecke, System G. A. Wayss.
(Fig. 7 *a*, *b*, T. 23.)

Der tragende Teil dieser Decke besteht aus in Entfernungen von 21 *cm* nebeneinander angeordneten Eisenbetonrippen, verbunden mit einer darüber liegenden

einheitlichen Betonplatte. Zur Ausfüllung der Räume zwischen den Rippen werden Rohrzellen von 1 *m* Länge, 21 *cm* Breite und 24·5 *cm* Höhe verwendet. Letztere werden aus Rohrmatten hergestellt, die per Zelle (1 *m* lang) über 5 schwache Holzrahmen gespannt und mit Blechstreifen und Nägeln an diese festgehalten werden.

Für die Herstellung dieser Decken ist eine ebene, volle Schalung erforderlich. Auf diese werden die Rohrzellen *A* in den den berechneten Stegdicken entsprechenden Abständen eingelegt und mit Klammern *K* in ihrer Lage erhalten; die Stoßenden werden leicht zusammengetrieben, so daß jeder Stoß dicht schließt und kein Material in die Zellen eindringen kann.

Nach Verlegung der Rohrzellen werden die Zugeisen der Rippen eingelegt und letztere mit Beton ausgefüllt. Im Anschluß daran wird auch gleich der Beton für die Deckplatten aufgetragen und mit der Kelle ausgeglichen. Beim Auflager der Träger (Rippen) werden die Zellen geschlossen, indem man ein der Öffnung entsprechendes Stückchen Rohrgewebe an den äußersten, letzten Holzrahmen drückt.

Die Träger erhalten je nach ihrer Spannweite ein Auflager von 10 bis 12 *cm* auf den tragenden Mauern, dementsprechend müssen auch die Eiseneinlagen länger gemacht werden als die lichte Spannweite; an den Enden erhalten die Eisen einen kleinen Aufbug.

Für Wohngebäude mit Spannweiten bis 5·5 *m* werden die Stege 6 *cm* und die Platten 4 *cm* dick hergestellt, wobei einer Nutzlast von 250 $kg/m^2$ Rechnung getragen ist.

Die ebene Unterfläche dieser Decke, welche zum Teil durch die Unterfläche der Betonrippen und zum Teile durch das Rohrgeflecht der Rohrzellen gebildet wird, erhält den Stukkaturverputz aufgetragen. Die Unterfläche kann aber auch durch ein Mörtelbett gebildet werden, das zuerst auf die Schalung aufgetragen wird und in das die Zellen verlegt werden.

Bis 6 *m* Spannweite werden die Eisenbetonrippen direkt auf die Umfassungsmauern aufgelegt, bei größeren Spannweiten werden die Rippen zwischen Unterzügen bzw. Querträgern angeordnet, die die gleiche Höhe wie die Rippen, aber größere Breite und mehr Eiseneinlagen erhalten.

### *f*) Zöllnersche Zellendecke.

(Fig. 8 und 9, T. 23.)

Der tragende Teil dieser Decken wird aus einer Reihe von Eisenbetonrippen gebildet, die 16 bis 20 *cm* voneinander entfernt sind und durch eine darüberliegende, einheitliche Betonplatte miteinander verbunden werden. Es entstehen dadurch zusammenhängende **T**-förmige Eisenbetonträger (Fig. 8 und 9 *c*), von welchen der untere, die Eiseneinlage enthaltende Teil die bei Belastung auftretenden Zugspannungen, die Betonplatte dagegen die Druckspannungen aufnimmt.

Zur Erzielung einer ebenen Deckenuntersicht werden die Räume zwischen den Rippen mit dünnwandigen Hohlziegeln vom Format 12 × 16 × 30 *cm* ausgefüllt.

Die Rippen erhalten eine Stärke von 4 *cm*, die eingelegten Rundeisen eine solche von 16 bis 20 *mm*. Die Stärke der Betonplatte richtet sich nach der Belastung und Spannweite der Decken.

Bis zu 6·00 *m* freier Länge kann diese Decke mit hochkantig angeordneten Ziegeln (Fig. 9) direkt auf die tragenden Mauern gelegt werden. Bei größerer freier Länge sind eiserne Träger anzuordnen und wird dann die Decke auf die Unterflanschen der Träger gelegt. In diesem Falle empfiehlt es sich, die Trägerentfernungen nicht über 4 *m* anzuordnen und die Ziegel flachkantig nach Fig. 8 zu legen.

Die in den Fig. 8 und 9 dargestellten Decken entsprechen einer Nutzlast von 250 $kg/m^2$.

Für die Herstellung dieser Decken ist eine volle Schalung erforderlich; auf diese werden entweder die Hohlziegel reihenweise direkt aufgelegt oder es können zuerst eine dünne Betonschichte aufgetragen und auf dieser erst die Hohlziegel aufgelegt werden.

### *g*) Trägerlose Zellendecke, System Kulhanek.

(Fig. 10 und 11, T. 23.)

Das Prinzip dieser Decke besteht darin, daß aus einem kräftigen Portlandzementmörtel parallelepipedische Zellen gegossen werden (Fig. 10 *a*), welche im unteren Teile Rundeiseneinlagen erhalten, die die Zugspannungen aufnehmen, während eine oben abschließende Betonplatte die Druckkräfte aufnimmt und gleichzeitig auch den Fußboden für das obere Geschoß bildet. Die Zellen können entweder leer bleiben oder mit Korkstein, porösen Ziegeln, Schlackenstein u. dgl. ausgefüllt werden. Der Plafond erhält eine Verkleidung mit Korksteinplatten oder bloß einen Verputz.

Die tragende Konstruktion bilden die Zellenwände mit den Eiseneinlagen in Verbindung mit der Deckplatte. Diese Konstruktion wird, so wie die Fig. 10 *a* zeigt, auf allen Umfassungswänden des zu überdeckenden Raumes aufgelegt, daher wird die Decke auch von allen Umfassungswänden getragen, während fast bei allen anderen Deckenkonstruktionen bloß die Hauptmauern zum Tragen der Decke herangezogen werden.

Zur Ausführung dieser Decke ist in jedem Falle eine volle Einschalung nötig, die Ausführung selbst ist, je nachdem die Zellen leer bleiben oder mit irgendeinem passenden leichten Material ausgefüllt werden, etwas verschieden.

Die Fig. 10 zeigt jene Ausführung, wo die Zellen leer bleiben und der Plafond mit Korksteinplatten verkleidet wird (Fig. 10 *b*).

Fig. 11 zeigt den Querschnitt solcher Decken, wo die Hohlräume mit Korkstein oder leichtem Ziegelmateriale ausgefüllt sind, und zwar Fig. 11 *a* bei gewöhnlichen leichten Decken, wo die Steine flachkantig, Fig. 11 *b* bei außergewöhnlichen schweren Decken, wo die Steine hochkantig angeordnet werden. Bei besonders stark belasteten Decken mit großen Spannweiten kann durch Vermehrung der Eiseneinlagen die notwendige Festigkeit erzielt werden (Fig. 11 *b*). Der Plafond kann durch einen Verputz oder, wenn nötig, durch eine Verkleidung mit Korksteinplatten mit Verputz gebildet werden.

Die Ausführungen von Decken, Wänden und Stiegen nach System Kulhanek übernimmt die Unionbaugesellschaft in Prag.

### *h*) Hohlsteinbalkendecke von Math. Steingasser, Baumeister in Frättingsdorf.

(Fig. 12 bis 14, T. 23.)

Der Hohlsteinbalken wird aus dünnwandigen, hohlen, je nach dem Zwecke besonders geformten Tonkörpern (Hohlsteinen) gebildet, die auf drei Seiten mit einer entsprechenden, mit Eisen armierten Betonschichte umhüllt und so zu ganzen Trägern verbunden werden (Fig. 12, T. 23). Für Wände und Pfeiler werden die Hohlsteine auf allen vier Seiten mit Eisenbeton eingehüllt (Fig. 13 und 14).

Für Deckenkonstruktion werden die Balken auf die fertigen Mauern wie Dippelbäume verlegt und die nach oben klaffenden Fugen der Zusammenstöße mit dünnflüssigem Zementmörtel ausgegossen. Auf die gleiche Weise können auch alle Maueröffnungen (Fenster, Türen usw.) mit Hohlsteinbalken überdeckt werden.

Je nach der Spannweite und Deckenbelastung werden die Hohlsteinbalken 8 bis 25 *cm* hoch gemacht und hierzu die entsprechenden Hohlsteine, eventuell Dreilochziegel (Fig. 12 *a* bis *d*, T. 23) verwendet. Die Breite der Balken bleibt stets 20 *cm*.

Für Wandherstellungen werden zwei Balkentypen (Fig. 23 *a* und *b*, T. 23) erzeugt, welche nach Bedarf durch Einlage entsprechender Hohlsteine 8, 11, 14 und 17 *cm* Dicke bekommen. Die Pfeiler (Fig. 14 *a*) finden bei Wandkreuzungen vorteilhafte Anwendung. Für Einfriedungen werden die Pfeiler der Einfriedungshöhe entsprechend ausgebildet (Fig. 14 *b*).

### *i*) Orthogonbalkendecke.
(Fig. 15, T. 23.)

Der Orthogonbalken (Fig. 15) ist ein Balkenelement aus Eisenbeton, welcher in den Fabrikräumen oder an der Verwendungsstelle nach den der Stützweite und Belastung entsprechenden Dimensionen derart hergestellt wird, daß die Länge der horizontalen Platte der Stützweite des zu überdeckenden Raumes entspricht, während der vertikale Steg auf beiden Seiten 10 bis 15 *cm* vorragt und so als Auflager in die tragenden Mauern eingemauert wird.

Das Balkenelement hat rechtwinkligen Querschnitt und bei *2* eine Ausnehmung, welche dem wagrechten Schenkel *3* des anschließenden Elementes als unverrückbares Auflager dient. Die fertigen, gut erhärteten Elemente werden wie Balken auf die tragenden Mauern verlegt und können sofort belastet werden.

### *k*) Rohrzellendecke mit ebener Hartbetonunterschichte, System A. Porr.
(Fig. 16, T. 23.)

Diese Decke besteht aus den tragenden, 90 *cm* im Lichten entfernten Eisenbetonrippen, deren Höhe 20 bis 50 *cm* beträgt und welche je nach der Spannweite der Decke und den Belastungen eine untere Breite von 8 bis 12 *cm* und eine obere Stärke von 10 bis 15 *cm* erhalten. Die tragenden Rippen sind am oberen Ende mit einer Platte verbunden, welche oben eben, an der unteren Leibung mit 4 *cm* Stich gewölbt ist und 4 *cm* Scheitelstärke besitzt. Für gewöhnliche Nutzlasten hat die Platte keine Armierung, da die Lasten durch die Gewölbewirkung der Platte aufgenommen werden.

Die Decke hat als wesentlichen Bestandteil eine armierte Betonunterschichte von 3 *cm* Stärke und ist mit diagonal verlegten Rundeisen von 5 *mm* Durchmesser in Entfernungen von 20 bis 25 *cm* bewehrt; diese Bewehrung wird auch teilweise zur Aufnahme der Zugspannungen in den Rippen herangezogen.

Die Hohlräume zwischen Rippen, Platte und Untersicht werden durch Zellen hergestellt, welche aus abgepaßten Leisten, wovon die oberen die der Wölbung der Platte entsprechende Rundung aufweisen, zusammengestellt und mit Rohrgeflecht oben und an den Seiten überzogen.

Die Vorteile dieser Decke bestehen in der einheitlichen Herstellung der Isolierfähigkeit gegen Wärme und Schall, zu welcher sie durch die geschlossenen Hohlräume befähigt ist.

### *l*) Eisenbetondecke, System Visintini.
(Fig. 1 bis 4, T. 24.)

Diese Decken bestehen aus nebeneinander gelegten, fertigen Eisenbetonbalken, die an den Enden eingemauert oder auf Unterzügen gelagert werden. Die einzelnen Balken sind als Fachwerksträger konstruiert (Fig. 1), bei welchen bloß diejenigen Fachwerksstäbe, welche Zugspannungen erhalten, mit Eiseneinlagen armiert sind.

Die Eiseneinlagen bestehen in den Ober- und Untergurten aus durchlaufenden Rundeisen, um die sich die Eiseneinlagen der Zugstreben mit ihren umgebogenen

Enden legen. Der umhüllende Betonkörper verhindert das Gleiten der Eiseneinlagen der Streben an jenen der Gurten.

Die Balken sind 20 *cm* breit und je nach der Belastung und Spannweite 15 bis 40 und auch mehr Zentimeter hoch. Um das Durchbiegen einzelner Balken für sich allein zu verhindern und Sprünge im Verputz an der Deckenunterseite zu vermeiden, besitzen die Balken zu beiden Seiten des Obergurtes eine trapezförmige Rinne (*r*, Fig. 1 *c*), wodurch sich beim Aneinanderstoßen zweier Balken eine schwalbenschwanzförmige Nut (*n*, Fig. 2 *b*) bildet. Durch Vergießen dieser Nuten mit Zementmörtel und eventuelle Einlage von dünnen Eisenstäben werden die Balken genügend miteinander verbunden, um ein Durchbiegen einzelner Balken zu verhindern.

Auf der fertiggestellten Decke können beliebige Fußböden entweder direkt oder mit einer Beschüttung aufgebracht werden. Für direkt aufgebrachte Holzböden können in die Nuten der Obergurten vor dem Ausgießen mit Zementmörtel kleine Holzschwarten eingebettet werden, auf welche der Blindboden genagelt wird (Fig. 2 *b*). Estriche oder Pflasterungen können direkt auf die fertige Decke gelegt werden.

Die Zwischenräume zwischen den Trägergurten und Streben wirken wärmeisolierend und schalldämpfend.

Die Deckenbalken und Unterzüge werden mit Zuhilfenahme geeigneter Formen fabrikmäßig erzeugt, ihre Herstellung kann nur durch Spezialfirmen erfolgen.

Für große Räume werden nach Fig. 3 Unterzüge mit Füllungsträgern angeordnet; die Unterzüge können bei großen Spannweiten durch Betonsäulen (Fig. 4) nach Bedarf unterstützt werden. Stellt man solche Betonsäulen nebeneinander auf, so erhält man eine tragfähige und warmhaltende Scheidewand.

### *m*) Die Bogenbalkendecke, System Thrul.

(Fig. 5 bis 8, T. 24.)

Die Bogenbalkendecke vom Baumeister R. Thrul in Wien wird aus fertigen Elementen (Bogenbalken) gebildet, indem man diese dicht nebeneinander auf die tragenden Mauern verlegt (Fig. 5).

Die Bogenbalken sind 20 *cm* breit und bestehen aus einem flach gewölbten Bogenstück (Ober- oder Druckgurt), dessen beide Enden mit einer schwachen Sehne (Unter- oder Zuggurt) verbunden sind. Sowohl Bogenstück als Sehne erhalten an der unteren Seite entsprechende Eiseneinlagen zur Aufnahme der Zugkräfte.

Die Bogenbalken werden außerhalb der Baustelle, je nach Bedarf bis zur Spannweite von 7 *m* und darüber, fabrikmäßig erzeugt, nach Erhärtung des Betons auf die tragenden Mauern dicht nebeneinander verlegt und dann mit der Beschüttung versehen, in welche der Fußboden gebettet wird.

Für Spannweiten von 3 und 6 *m* erhalten die Bogenbalken die in Fig. 5 und 6 angegebenen Dimensionen, bei größeren Spannweiten wird der Druckgurt entsprechend verstärkt.

Die Beschüttung muß bei einer Dielung so hoch gemacht werden, daß die Polsterhölzer in diese entsprechend eingebettet werden können (Fig. 5 *a*, linke Seite); bei Anwendung einer Pflasterung oder eines Estrichs genügt es, die Beschüttung bis zum höchsten Punkt der Bogenbalken zu machen (Fig. 5 *a*, rechte Seite). In manchen Fällen kann diese Decke gleichzeitig auch das Dach bilden, wie Fig. 7 zeigt, in diesem Falle wird auf dem Druckgurt direkt die Holzzementbedachung aufgebracht.

Solche Bogenbalken können auch zur Überdeckung von Maueröffnungen (Türen, Fenstern usw.) mit Vorteil verwendet werden (Fig. 7 und 8). In umgekehrter Lage bilden sie auch ein geeignetes Hilfsmittel zur Herstellung weit ausladender Gesimse (Fig. 8).

### *n*) Die Zylinderstegdecke, System Herbst.

(Fig. 9, T. 24.)

Diese Decke hat drei Hauptbestandteile, und zwar: die Stampfbetonstege *S* mit wellenförmig profilierten Eiseneinlagen *e*, die Füllzylinder *Z* aus Kohlenlöschbeton und die Deckschichte *D* aus Stampfbeton.

Die Stege und Zylinder werden in verschiedenen Typen in der Fabrik erzeugt, nur die Deckschichte wird an Ort und Stelle auf die verlegten Stege und Zylinder betoniert.

Die Stege und Deckschichte, welche zusammen eine Rippenbalkendecke bilden, sind allein die tragenden, statisch zusammengehörigen Bestandteile. Die Eiseneinlage *e* hat die Zugspannungen, die Deckschichte den größten Teil der Druckspannungen aufzunehmen. Die Zylinder füllen die Stegzwischenräume aus und schaffen eine ebene Fläche für den Deckenverputz.

Die Stege, als die eigentlichen Deckenträger, werden in verschiedenen, der Spannweite und Belastung entsprechenden Längen- und Querschnittsdimensionen erzeugt und mit auf ihrer ganzen Oberfläche aufgerauhten Flußeiseneinlagen *e* entsprechend armiert. Die Füllzylinder werden in einen zur Trägertype passenden Querschnitt aus Kohlenlöschbeton 20 *cm* lang betoniert.

Es ist vorteilhaft, die Decke gleichzeitig mit dem Aufbau des Gebäudes herzustellen. Die fertigen Stege werden in entsprechenden Abständen auf die Mauergleiche verlegt und dazwischen die Füllzylinder eingesetzt, worauf die Decke benützungsfähig ist. Später wird die Deckschichte in der erforderlichen Dicke aufbetoniert.

Einzelne Träger können auch als Zugschließen dadurch armiert werden, daß man die Eiseneinlagen an beiden Seiten etwas über den Beton vorreichen läßt und daran die Schließeneisen festschraubt.

Die Konstruktionshöhe der Decke ohne Beschüttung und Fußboden beträgt bei einer Nutzlast von 250 $kg/cm^2$ bei 5 *m* Spannweite 24 *cm* und bei 6 *m* Spannweite 28 *cm* und das Konstruktionsgewicht 277 bzw. 344 *kg*.

Die Ausführung dieser Decke übernimmt Stadtbaumeister Heinrich Kaiser in Wien.

### *o*) Siegwartdecken.

(Fig. 10, T. 24.)

Die Siegwartdecke wird aus hohlen Betonbalken gebildet, welche nach den Profilen Fig. 10 *a* fabrikmäßig erzeugt, am Bauplatze ähnlich wie gewöhnliche Dippelbäume verlegt und deren Zusammenstöße mit dünnflüssigem Portlandzementmörtel ausgegossen werden.

Zur Bildung der Hohlräume bei Herstellung der Balken dienen eiserne Modelle, an welche mittels kräftigen Drahtschlingen die Eiseneinlagen befestigt werden. Die Drahtschlingen, welche im Beton verbleiben, dienen zugleich als Bügel für die Eisenbetonkonstruktion.

Das Charakteristische der Fabrikation liegt darin, daß die Balken in einzelnen Lagen, also Unterabteilungen der eigentlichen Decke hergestellt werden und der Beton noch im frischen Zustande durch eine eigens dazu konstruierte Schneidemaschine in eizelne Balken zerteilt wird; dabei drückt die Maschine gleichzeitig schräge Rillen in die Seitenflächen der einzelnen Balken, wodurch nach dem Ausgießen der Zwischenräume der verlegten Balken eine innige Verbindung derselben zu einer ganzen, mit Hohlräumen durchzogenen Betonplatte bewirkt wird.

Nach erfolgter Abbindung des Betons werden die eisernen Modelle durch eine Vorrichtung im Innern derselben zusammengeklappt und herausgezogen.

Für Spannweiten bis zu 6·5 *m* werden die fertigen Balken direkt auf die tragenden Mauern gelegt (Fig. 10 *b*); bei größeren Spannweiten müssen Unterzüge

aus **I**-Trägern oder Eisenbeton zur Anwendung kommen und können die Betonbalken entweder wie Fig. 10 *d* auf oder wie Fig. 10 *e* zwischen die Eisenträger gelegt und die unten sichtbaren Teile der Träger mit Beton ummantelt werden.

Für stark belastete Decken kann eine Verstärkung derselben dadurch bewirkt werden, daß man die einzelnen Balken in größeren Zwischenräumen voneinander verlegt, diese Zwischenräume noch vor dem Ausgießen mit Eiseneinlagen entsprechend armiert und dann noch über die ganze Decke eine einheitliche Betonplatte aufträgt.

### *p*) Kassettendecke und ornamentale Zierstücke, Fenster u. dgl. aus Eisenbeton.

(Fig, 12 und 13, T. 24.)

Die Eigenschaft des Betons, in geeignetem Modelle jede, auch die feinste ornamentale Form anzunehmen, macht es möglich, selbst die kompliziertesten Bildhauerarbeiten u. dgl. aus Beton und Eisenbeton herzustellen.

Oberbaurat Architekt Alexander Wielemans konstruierte Kassettendecken für gerade und gewölbte Decken, Träger- und Pfeilerausbildungen, Gesimse, ja sogar durchbrochene schwache Gitter für Ventilationsheizöffnungen u. dgl. aus Eisenbeton.

Für solche Decken wurden durch Eisen- und Eisenbetonträger zirka 1·2 *m* große, quadratische Felder gebildet und diese dann mit mehreren an der Untersicht ornamental ausgebildeten Eisenbetonteilen ausgefüllt. Diese Teile ruhen auf den unteren Trägerflanschen und sind unter sich und mit den anschließenden Eisenbetonträgern mit entsprechenden Falzen verbunden. Die Unterflanschen der Eisenträger erhalten einen Verputz, die unteren Flächen der Eisenbetonträger aber einen ornamentalen Schmuck.

Die Ausführung der einzelnen nicht zu großen Teile erfolgt in Gipsmodellen durch Eingießen und mäßiges Einstampfen der ordentlich vermengten Betonmasse; gleichzeitig werden die Eiseneinlagen an geeigneter Stelle einbetoniert. Nach dem Abbinden der Betonmasse wird das Stück aus der Form genommen und zur weiteren Erhärtung an feuchten, vor Luftzug geschützten Orten entsprechend deponiert und öfters befeuchtet.

Die Fig. 12 und 13, T. 24, zeigen die Ausführung solcher Kassettendecken, und zwar erstere bei Ausfüllung der Deckenfelder mit zwei und letztere mit fünf Teilen.

Auf diese Art würde auch die Herstellung größerer Kuppelgewölbe möglich sein, indem man vom Anlaufe beginnend die entsprechend geformten Kassetten in einzelnen Ringen aufstellt und mit einer am Gewölberücken aufzutragenden Nachbetonierung verbindet und verstärkt.

Durch entsprechende Einfügung von Zierstücken aus Betonguß in die Formkasten der Eisenbetonkonstruktion lassen sich auch Pfeiler, Träger u. dgl. mehr oder minder reich architektonisch ausgestalten.

Bei Hauptgesimsen u. dgl. ist es vorteilhaft, die verzierten Teile in mehreren Lagen abseits der Baustelle herzustellen und mit der Aufmauerung zu versetzen. Fig. 11 *a* und *b*, T. 24, zeigt einige Beispiele solcher im Gerichtsgebäude zu Brünn ausgeführter Hauptgesimse.

Die Fähigkeit des Betons, die feinsten Formen äußerst genau und rein auszufüllen, so daß jede Nacharbeit entbehrlich wird, führte auch zur Herstellung von dekorativen Ziergittern für die Luftheizungs- und Ventilationsöffnungen in Leimformen. Auch Fensterflügel und Fensterstöcke werden aus Eisenbeton erzeugt.

Neuestens wird der Versuch gemacht, für den Betonguß auch Sandformen, ähnlich wie für den Metallguß, zu verwenden.

## 8. Die Wellblechdecken.

Hierzu kann gerades und bombiertes, d. h. nach gewissen Radien gebogenes Wellblech verwendet werden, wonach man auch gerade und bombierte Wellblechdecken unterscheidet. (Siehe Baustoffe und T. V, Fig. 13.)

### *a*) Gerade Wellblechdecken.

Das gerade Wellblech wird entweder auf die unteren oder auf die oberen Trägerflanschen oder auf an die Trägerstege angenietete Winkeleisen, und zwar ohne besondere Vorkehrungen verlegt. Soll das Wellblech eingemauert werden, so ist auch keine besondere Unterlage erforderlich, vorausgesetzt, daß die Wellenberge gehörig mit Mauerwerk unterfüllt werden.

Für Wohnräume muß das Wellblech der Decken an der unteren Seite einen Verputz erhalten.

### *b*) Decken aus bombiertem Wellblech.

Zur Erhöhung der Tragfähigkeit kann das Wellblech mit Radien von 2·00 bis 3·00 *m* bombiert, d. h. gebogen werden.

Die Enden der Wellbleche müssen dann entsprechend armiert werden, damit keine Stauchungen der Blechränder erfolgen können, da dies eine Senkung des Scheitels zur Folge hätte. Zu diesem Behufe wird an die Blechenden ein Winkel- oder ⊏-Eisen angenietet oder es muß durch Ausmauern beim Widerlager ein entsprechend verläßliches Gewölbefüßel geschaffen werden.

Schließen derartige Bleche an eine Mauer an, so ist als Stütze für den Bogenfuß stets ein eiserner I- oder ⊏-Träger von der erforderlichen Tragfähigkeit neben die Mauern zu legen.

### *c*) Stukkaturblechdecken.

Anstatt des geraden Wellbleches kann auch sogenanntes Stukkaturblech verlegt werden, welches im Querschnitt trapezförmig gebogen erscheint, so daß der Verputz auf diesem Bleche direkt ohne weitere Vorkehrungen haftet.

Die Anwendung der Stukkatur- und Wellblechdecken ist heutzutage eine sehr beschränkte, weswegen auf eine detaillierte Beschreibung derselben nicht eingegangen wird.

## 9. Flache Steindecken zwischen Eisenträgern.

Das Bestreben, die Vorteile der Gewölbedecken (Einbruch-, Feuersicherheit und Dauerhaftigkeit) und jene der Tramdecken (gerade, ebene Deckenflächen) in einer Konstruktion zu vereinigen, ohne die Kosten der Decke besonders zu erhöhen, führte zur Konstruktion verschiedener Systeme flacher massiver Decken.

Im Prinzip bestehen solche Konstruktionen darin, daß eiserne I-Träger in geringen Entfernungen angeordnet und die Felder zwischen den Trägern mit auf die unteren Trägerflanschen entweder horizontal oder mit ganz geringen Stichhöhen flach verlegten Ziegeln ausgefüllt werden. Die Beschüttung kommt dann direkt auf die Ziegeldecke und reicht gewöhnlich bis zur oberen Trägerflansche, wo sie durch den Fußboden abgeschlossen wird. Die höheren Kosten solcher Decken werden größtenteils infolge der durch die geringe Konstruktionshöhe bedingten Ersparnis an vertikalem Mauerwerk gedeckt.

### *a*) Die Kleinsche Decke.
(Fig. 1, T. 25.)

Die Ausführung der Decke geschieht mit gewöhnlichen Mauerziegeln oder nach Bedarf auch mit solchen von 10 bis 12 *cm* Dicke. Hohlziegel, bei welchen die Kanäle senkrecht zu den Eisenträgern angeordnet sind, eignen sich wegen des geringeren Gewichtes ganz besonders für diese Decke. Die eisernen **I**-Träger werden gewöhnlich 1·00 bis 1·50 *m*, eventuell selbst bis 3·00 *m* voneinander verlegt.

Die Ziegel werden in geraden, von einem Traversensteg bis zum anderen durchlaufenden Scharen wie gewöhnliches Ziegelpflaster verlegt und während der Ausführung von einer horizontalen, provisorischen Bretterverschalung unterstützt. Zwischen den senkrecht zu den Trägern liegenden Stoßfugen werden hochkantig gestellte Flacheisen in gutem, verlängertem Portlandzementmörtel so eingebettet, daß sie in den unteren Teil der Fugen zu liegen kommen, wo die Zugspannungen auftreten.

Nach dem Verlegen der Ziegelplatten wird die obere Fläche der Decke mit dünnflüssigem Zementmörtel übergossen und dieser gut in die Fugen eingekehrt. Je nach der Trägerdistanz und der verlangten Tragfähigkeit der Deckenkonstruktion können die Ziegel flachkantig (Fig. 1 *a*) oder hochkantig oder auch flachkantig mit hochkantig gestellten Verstärkungsrippen (Fig. 1 *b*) verlegt werden.

Die Ziegeldicke soll bei hartgebrannten Ziegeln mindestens $^1/_{30}$ der Spannweite und bei minder harten oder porösen Ziegeln mindestens $^1/_{25}$ bzw. $^1/_{20}$ der Spannweite betragen. Bei starker Beanspruchung der Decke kann diese noch dadurch verstärkt werden, daß man sofort nach dem Legen der Ziegel die fertige Decke oben mit einer Schichte dünnflüssigen Zementmörtels bedeckt, eventuell darüber noch eine schwache Betonschichte ausführt.

Der Querschnitt der einzulegenden, die Zugspannung aufzunehmenden Flacheisen ist von der Trägerdistanz, von der Entfernung der angeordneten Flacheisen und von der Inanspruchnahme der Decke abhängig und wechselt zwischen 1/20 und 2/30 *mm*.

Zweckmäßig ist es, die Trägerhöhe mit Rücksicht auf die Stützweite und Belastung der Decke so zu wählen, daß die normale Beschüttung (11 *cm* für untere Geschosse) gerade noch über die obere Trägerflansche reicht; darnach richtet sich dann die Entfernung der Träger voneinander.

Um die unteren Trägerflanschen durch den Deckenverputz vollkommen überdecken zu können, werden die an die Flanschen anschließenden Ziegelplatten so zugehauen, daß deren untere Flächen mit der Unterfläche der Flanschen übereinstimmen oder etwas über dieselbe vorragen.

Die Kleinsche Decke eignet sich auch zur Herstellung von feuersicheren Dächern, namentlich für Holzzementdächer, wobei gewöhnlich die Ziegelplatten zwischen eisernen **I**-Trägern kleineren Profils liegen, welche wieder von **I**-Trägern stärkeren Profils unterstützt werden.

Nachdem die Stabilität dieser Decke von der soliden Ausführung und von der Bindekraft des Mörtels zu sehr abhängig ist, so wird es sich empfehlen, dieselbe nur bei geringen Trägerdistanzen anzuordnen.

### *b*) Flache Ziegeldecke von Georg Demski in Wien.
(Fig. 2, T. 25.)

Diese Decken können bei Trägerentfernungen bis 1·75 *m* ausgeführt werden.

Die **I**-Träger werden mit Schließen gegeneinander gut verankert.

Zur Herstellung solcher Decken werden auf einer ebenen, im Niveau der unteren Trägerflanschen angeordneten Schalung gewöhnliche, nach der Längenachse dreimal durchlochte Hohlziegel scharenweise wie liegendes Ziegelpflaster

in Verband gelegt. Die Oberfläche der Bretterverschalung wird, um das Ausfließen des später aufzubringenden flüssigen Mörtels zu verhüten, mit Dachpappe abgedeckt.

Die je eine Schar bildenden Ziegel werden, bevor sie an ihre Verwendungsstelle gelangen, gründlich genäßt und derart auf ein Brett gelegt, daß ihre Hohlräume sich zu kontinuierlichen Längskanälen aneinanderreihen. Sodann wird in jeden dieser Kanäle ein 1·5/25 *mm* starkes Flacheisen, welches von einem Trägersteg zum andern reicht, in hochkantiger Stellung eingeschoben und die so verbundenen Ziegelscharen nacheinander auf die unteren Trägerflanschen gelegt.

Nach dem Verlegen von 4 bis 6 Scharen werden die Eiseneinlagen mittels eigener „Richtkämme" vertikal gestellt, sodann die Fugen mit dünnflüssigem Portlandzementmörtel ausgegossen, wodurch sich auch die Hohlkanäle füllen. Die Decke bleibt dann durch 14 Tage auf der Einschalung ruhen und kann erst nach weiteren 14 Tagen beschüttet und vollendet werden.

### *c*) Die Falzziegelgewölbedecke, System Schneider in Wien.

(Fig. 3, T. 25.)

Für diese Decke werden eigene Falzziegel (Fig. 3 *c*, T. 25) angefertigt, welche an den Langseiten mit Nut und Feder ineinandergreifend zwischen eisernen Trägern verlegt werden.

Die eisernen I-Träger werden gewöhnlich 1·25 bis 2·00 *m* voneinander verlegt und mit Rundeisenschließen gegeneinander verankert.

Auf die unteren Trägerflanschen werden die Falzziegel im Verband, mit einem geringen Gewölbestich in Zementmörtel so verlegt, daß zwischen zwei flach gelegten Ziegelscharen $\alpha$ eine hochkantig gestellte Schar $\beta$ als Versteifungsrippe zu liegen kommt. Die Pfeilhöhen der Gewölbe betragen zirka $^1/_{50}$ der Spannweite. Die an die Träger anschließenden Ziegel müssen so zugehauen werden, daß sie mit der unteren Fläche der Trägerflanschen eben liegen. Die Falzziegel sind an den unteren Seiten zum besseren Anhaften des Deckenverputzes mit Nuten und an den oberen Seiten mit ovalen Aushöhlungen zur Gewichtsverminderung versehen.

Diese sehr flachen Gewölbedecken werden auf einer provisorischen Einschalung ausgeführt, welche erst nach dem Erhärten des Mörtels in etwa 14 Tagen entfernt werden darf. Der Deckenverputz wird aus Weißkalkmörtel ganz eben hergestellt. Die Polsterhölzer für den Fußboden liegen auf den oberen Trägerflanschen in der direkt auf die Decke aufgebrachten Beschüttung. Für eine eventuelle Pflasterung braucht die Beschüttung nur 2 *cm* über die obere Trägerflansche zu reichen.

### *d*) Omegadecke, G. m. b. H., Wien

(Fig. 4, T. 25.)

Diese Decke beruht auf dem Prinzip des Plattenbalkens, nach welchem auch die statische Berechnung erfolgt.

Sie wird mit Hohlsteinen (Fig. 4 *a*), Hängeisen (Fig. 4 *b*) und Flacheisen (Fig. 6 *c*) ohne Schalung auf folgende Art hergestellt:

1. Bei Spannweiten bis zu 2·5 *m*: Man schiebt zuerst eine entsprechende Anzahl Hängeisen *b* auf die als Bewehrung dienenden Flacheisen, verlegt die Flacheisen auf 33 *cm* voneinander mit den Enden auf die tragenden Mauern und legt gleichzeitig die Hohlziegel auf die entsprechend ausgeteilten Hängeisen (Fig. 4 *c*).

Die Hängeisen halten die Flacheisen in der richtigen hochkantigen Lage, übertragen die Last der Hohlziegel und des Betons auf die Flacheisen und wirken gleichzeitig als Schubbewehrung.

2. Bei Spannweiten über 2·5 *m* werden, um Durchbiegungen zu vermeiden, in der Richtung der Flacheisen Holzbalken unter die Stöße der

Hohlziegel gelegt, deren obere Kanten eine horizontale Ebene in der Deckenhöhe bilden.

Je nach der Spannweite und der Belastung der Decke kommen schwächere oder stärkere Flacheisen mit den dazu passenden Hängeisen und Hohlziegel mit 17, 21 und 25 *cm* Höhe zur Anwendung.

Bei starker Belastung können zur Erhöhung des Tragmomentes in die kreisrunden Löcher *l* der Hängeisen entsprechende Rundeisen eingezogen werden. Nach erfolgter Verlegung der Hohlziegel und Aufhängen derselben an die Hängeisen werden die Zwischenräume der Ziegel mit feinem gutem Gußbeton ausgefüllt; gleichzeitig wird auch die Betonplatte ober den Ziegeln aufgebracht.

### *e*) Doppelfalz- und Zackenziegelgewölbedecke, System Ludwig in Wien.

(Fig. 5, T. 25.)

Die Ziegel für diese flache Gewölbedecke sind an allen 4 Stoßflächen doppelt gezackt, eventuell nach der Längenachse mit 2 kreisrunden Löchern versehen und scharf gebrannt (Fig. 5 *a*).

Zur Herstellung der Decke werden die Ziegel in Portlandzementmörtel mit nur 5 *mm* dicken Stoßfugen zwischen 1·00 bis 1·80 *m* von einander entfernten Trägern mit 2 bis 3 *cm* Stichhöhe verlegt.

Die Ausführung erfolgt auf einer vollen Einschalung scharenweise, von einer Stirnseite beginnend, derart, daß der erste Stein jeder Schar an die Trägerflansche passend zugehauen wird, die mittleren Steine (*2* bis *5* der Fig. 5 *c*) sodann mit der unteren Hälfte der Stoßfugen in Mörtel gelegt werden und schließlich der ebenfalls an die Trägerflanschen passend zugehauene, letzte Stein *6* von seitwärts eingetrieben wird, erst dann wird der obere Teil der Stoßfugen mit dünnem Mörtel vollgegossen.

In der folgenden Schar wird abwechselnd bei dem dem Steine *1* gegenüberliegenden Träger begonnen und den Zacken die umgekehrte Richtung gegeben, sonst aber unter Einhaltung des Fugenwechsels ähnlich wie früher vorgegangen. Auf diese Weise wird bis zur anderen Stirnseite gemauert, wo die letzten, an dieselbe angrenzenden Ziegel entsprechend zugehauen und die Fugen mit dünnflüssigem Mörtel ausgegossen werden.

Anschließend an die Trägerflanschen können auch passende Formsteine *f* (Fig. 5 *e*) verwendet werden.

Bei den Trägern empfiehlt es sich, eine bis zur Oberflansche reichende Nachmauerung *n* (Fig. 5 *c* und *e*) aus gewöhnlichen Ziegeln oder magerem Beton herzustellen.

24 Stunden nach Vollendung der Gewölbe kann die Einschalung entfernt und nach Erhärten des Mörtels (in zirka 2 Wochen) die Decke benutzt werden.

### *f*) Horizontale Zackengewölbedecke, System Schober.

(Fig. 6, T. 25.)

Diese Decke kann auf folgende Art ausgeführt werden:

1. Aus liegenden Mauerziegeln mit Schlußsteinen aus Gewölbeziegeln, bis 1·5 *m* Spannweite (Fig. 6 *a*).

2. Aus liegenden Gewölbeziegeln mit Schlußsteinen aus Mauerziegeln, bis 2·00 *m* Spannweite (Fig. 6 *b*).

3. Aus liegenden und stehenden Mauer- und Gewölbeziegeln, bis 2·25 *m* Spannweite (Fig. 6 *c*).

4. Aus stehenden Gewölbeziegeln mit Mauerziegeln als Schlußsteine, bis 2·5 *m* Spannweite (Fig. 6 *d*).

Die Stoßfugen sind bei dieser Gewölbedecke nicht radial, sondern in jedem der beiden Gewölbeschenkel parallel zueinander und gegen die Widerlager geneigt, wodurch am Gewölbeanlaufe und am Gewölbeschlusse keilförmige Ziegel notwendig

werden, während man dazwischen nur ganze Ziegel verwendet, welche in der Leibungsfläche zackenförmig vorstehen.

Zur Ausführung dieser Decke werden eigene Rutschlehren verwendet, die in die zackenförmige Gewölbeleibung passen (Fig. 6 *e*, T. 25). Die Einwölbung erfolgt zwischen Eisenträgern.

Die eisernen Träger werden unter Einhaltung der für die verschiedenen Gewölbearten angeführten Maximaldistanz entsprechend ausgeteilt und mit Schraubenschließen (in mindestens 2 *m* Entfernung) verbunden.

Bei starker Deckenbelastung soll die Trägerentfernung auch bei den letztgenannten 3 Gewölbearten 1·5 *m* nicht überschreiten.

Zur Einwölbung werden die Rutschlehren (Fig. 6 *e*) auf Pfetten gelegt und mit unterlegten Doppelkeilen in die richtige Höhe gebracht. Die erste Schar wird nun mit einer kleinen Neigung (Wiege) von zirka 2 *cm* gegen die Stirnwand von beiden Trägerauflagern aus begonnen. Die beiden Kämpfersteine werden derart zugehauen, daß sie an den Trägern gut aufliegen. Jeder Ziegel muß auf den Zacken der Rutschlehren passend aufruhen. Die möglichst kleinen Fugen werden mit Mörtel voll gefüllt. Die Schlußsteine werden entsprechend keilförmig zugehauen und fest eingetrieben. Hierauf wird die Rutschlehre für die zweite Schar umgewendet, mit Keilen in die richtige Höhe gebracht und diese Schar in ähnlicher Weise hergestellt.

Die zackenförmigen Ausschnitte auf beiden Seiten der Rutschlehre entsprechen dem normalen Fugenwechsel.

Die Legende zu Fig. 6 *e* gibt auch die gebräuchlichen Stichhöhen an, welche mit $^1/_{24}$ bis $^1/_{36}$ der Spannweite angenommen sind.

Der Schluß des Gewölbeplatzels erfolgt ungefähr in der Mitte, wenn sich die Scharen bis auf zirka 30 bis 45 *cm* genähert haben, nach Art der gewöhnlichen Rutschbogeneinwölbung mit Ziegeln oder auch mit Beton auf einer vollen Einschalung.

Bei der Ausführung mit liegenden Ziegeln wird bei den Trägern eine bis zur oberen Trägerflansche reichende Nachmauerung *n* (Fig. 6 *a*) aus Ziegeln oder magerem Beton hergestellt.

Bis zu 1·50 *m* Spannweite kann die Einwölbung mit Weißkalkmörtel bewirkt werden, für größere Spannweiten ist jedoch Romanzement- oder besser verlängerter Portlandzementmörtel anzuwenden.

Die unteren Trägerflanschen können mit einer Tünche aus Portlandzement oder mit einem angehängten Rohrgeflechte zur Aufnahme des in horizontaler Ebene herzustellenden Deckenverputzes versehen werden.

Erst nach vollständiger Erhärtung des Mörtels (zirka 2 Wochen) kann die Decke begangen und benutzt werden.

### *g*) Sekuradecke aus porösen Wabensteinen.

(Fig. 13, T. 25.)

Für diese Decke dienen eigene Hohlziegel (Wabensteine), die je nach der notwendigen Tragfähigkeit der Decke entweder 17 oder 22 *cm* hoch als einfache oder doppelte Hohlziegel (Fig. 13 *a* und *b*) angefertigt werden.

Die Ausführung der Decke erfolgt auf einer vollen Einschalung zwischen den auf 2·00 bis höchstens 2·50 *m* entfernt voneinander verlegten eisernen **I**-Trägern mit gutem Portlandzementmörtel. Für den Anlauf und Schluß dienen keilförmige Steine, die entweder als Voll- oder Hohlsteine hergestellt werden können (siehe Fig. 13 *a* und *b*, T. 25).

Der Anschluß an tragende Mauern erfolgt ähnlich wie bei Ziegelgewölbedecken zwischen Eisenträgern. Bei schwachen Mauern müssen entsprechende Endwiderlagsträger angeordnet werden.

Die Ausführung dieser Decke übernimmt die Bauunternehmung Weber & Körner in Nürnberg.

### *h*) Hourdisdecken.
(Fig. 14, T. 25.)

Diese Decke wird aus langen Dreiloch-Hohlziegeln (Fig. 14 *a*) erzeugt, welche in Längen von 50 bis 100 *cm* entweder direkt auf die unteren Trägerflanschen (Fig. 14 *b*) oder auf eigene Widerlagsteine nach Fig. 14 *c* oder *d* verlegt und die Fugen mit Zementmörtel ausgefüllt werden. Für starke Belastung kann auf die fertige Decke oben noch eine dünne Schichte Gußbeton aufgetragen werden.

Die verhältnismäßig geringe Trägerentfernung (bis 110 *cm*) vermehrt wohl die Zahl der Träger, gestattet aber geringe Deckenhöhe, wodurch Ersparungen an Mauerwerk, Deckenbeschüttung usw. erzielt werden.

Mit in der Längenachse etwas gekrümmten Hohlziegeln können nach Fig. 14 *e* auch flache Gewölbedecken hergestellt werden.

## 10. Verstellbare Lehrbögen und Aufhängevorrichtungen.

Durch entsprechende Vorrichtungen können bei Gewölbedecken zwischen Eisenträgern die hölzernen Lehrbögen, eventuell samt Pfetten, auf die eisernen Träger aufgehängt oder die hölzernen Lehrbögen durch verstellbare eiserne Lehrbögen, welche auf den Trägerflanschen ruhen und die zumeist kostspielige Eingerüstung vollkommen entbehrlich machen, ersetzt werden.

### *a*) Hängvorrichtungen zur Unterstützung der hölzernen Lehrbögen.

Fig. 11, T. 25, zeigt ein Hängeisen in Doppelhakenform.

In den Haken sind die Unterzüge, auf denen die Lehrbögen ruhen, festgekeilt, An den Endwiderlagern können ähnliche Hängeisen mit einfachem Haken angewendet werden. Bei jedem Haken muß im Gewölbe eine entsprechende Öffnung gelassen werden, um beim Abgerüsten den Haken nach oben herausziehen zu können.

Fig. 12, T. 25, zeigt eine Scherklaue, System Michael, und Fig. 10, T. 25, eine solche, System Träbert. Beide dienen zum Aufhängen der Unterzüge an die unteren Trägerflanschen und machen die beim Hängeisen (Fig. 11, T. 25) notwendigen Öffnungen im Gewölbe entbehrlich.

Fig. 9, T. 25, stellt ein einfaches Hängeisen dar, welches an die untere Trägerflansche gehängt und durch den zwischen dem seitlich angenieteten Winkeleisen und der Trägerflansche einzutreibenden Holzkeil an die untere Trägerflansche zangenartig angepreßt wird.

### *b*) Eiserne, verstellbare Gewölbelehrbögen.

Diese können sowohl als Unterstützung der Gewölbeeinschalung wie auch als Rutschbögen gebraucht werden.

Fig. 7, T. 25, zeigt eine Eingerüstung für Betongewölbe von Junk. Hierzu sind erforderlich: die auf die Traversenenden zu legenden Auflagerlaschen *a* von $270 \times 120 \times 40$ *mm*, die zweiarmigen Hängebügel *b* mit Schraubengewinden und Muttern im oberen Teile, die Längsträme *t* mit $15 \times 20$ *cm* Querschnitt und die Lehrbögen *l* aus übereinandergenagelten, 2·5 *cm* starken Brettern, ferner die zur Einschalung notwendigen, auf die Lehrbogenenden zu liegen kommenden Überlagpfosten *ü* und die 5 *cm* dicke Latteneinschalung.

Fig. 8, T. 25, zeigt einen Lehrbogen, System Junk, aus $^9/_{40}$ *mm* starkem, segmentförmig gebogenem Flacheisen, welches durch die Schlitze zweier, an den unteren Trägerflanschen hängenden Eisenhaken gesteckt und mit Keilen in diesen Schlitzen festgehalten wird. Diese Vorrichtung ist sehr einfach und entsprechend, setzt jedoch wie alle derartigen Bögen einen stets gleichbleibenden Gewölberadius voraus.

## 11. Mauerträger.

(Fig. 1 und 2, T. 26.)

Wenn auf einen Deckenträger eine Scheidemauer aufgesetzt werden soll, so muß bei Berechnung der Träger sowohl die Deckenlast als auch die Mauerlast berücksichtigt werden.

Man kann hierbei entweder mit ein oder mehreren gewalzten Trägern das Auslangen finden oder es müssen genietete Träger konstruiert werden.

Aus den Fig. 1 *a*, *b*, *c* und 2 *a*, *b*, *c*, T. 26, ist zu ersehen, wie derartige Mauerträger für die üblichen Mauerstärken von 15 bis 45 *cm* konstruiert werden.

Fig. 1 *a* zeigt einen einfachen, gewalzten Träger, *b* und *c* 2 oder 3 nebeneinander gelegte, mittels Schraubenbolzen und Stemmröhren verbundene, gewalzte Träger; Fig. 2 *a* einen genieteten Mauerträger mit einem Stehblech, *b* einen solchen mit 2 und *c* einen solchen mit 3 Stehblechen. Die beiden letzten Träger heißen auch Kastenträger.

Die Träger müssen an den Enden je nach der Belastung 30 bis 45 *cm* tief aufliegen und entsprechende Unterlagsplatten erhalten.

Mauerträger können auch als Widerlager für flache Deckengewölbe verwendet werden. Für solche Mauerträger sind aber unbedingt einheitliche Träger, also genietete oder Kastenträger, und nicht einfach nebeneinander gestellte, durch Schraubenbolzen verbundene, gewalzte Träger zu verwenden.

Die Konstruktionshöhe der Mauerträger ist so zu wählen, daß einerseits die Unterkante nicht tiefer zu liegen kommt als jene der übrigen Deckenträger und andrerseits ihre Oberkante noch unter dem Niveau des Fußbodens bleibt.

## 12. Decken mit Unterzügen und Säulen.

Wenn bei Decken mit großen Spannweiten und bedeutender Belastung (z. B. bei größeren Magazinsräumen) die Tragfähigkeit der gebräuchlichen Träme oder der gewalzten Eisen- oder sonstigen Träger nicht mehr hinreicht, so kann man entweder durch Anordnung von Unterzügen die freie Länge der Deckenträger verringern oder man kann verstärkte Träme, genietete oder sonstige, stärkere Träger anwenden. Die Verwendung von Unterzügen wird meist ökonomischer und zweckmäßiger sein; sie können aus Holz, Eisen oder Eisenbeton hergestellt werden.

Je nach der Spannweite und den räumlichen Verhältnissen kann entweder ein Unterzug in der Längenmitte des Raumes angeordnet oder es können auch 2 oder mehrere Unterzüge notwendig werden (Fig. 7 *a*, T. 26).

Jeder Unterzug kreuzt die Deckenträger an ihren unteren Flächen in senkrechter Richtung und dient denselben dort als direktes Auflager. Dadurch wird die Decke in mehrere Felder mit kleineren Spannweiten geteilt, daher auch die freie Länge der Deckenträger vermindert und deren Tragfähigkeit bedeutend erhöht.

Die Unterzüge können an ihren Enden entweder auf genügend tragfähige Mauern oder Wandpfeiler gelegt werden, woselbst sie ein 30 bis 45 *cm* tiefes Auflager und eine entsprechende Unterlagsplatte aus Stein oder Eisen erhalten. Bei größeren Längen kann der Unterzug durch gemauerte Pfeiler, Holzständer, schmiedeeiserne Ständer, gußeiserne Säulen oder Eisenbetonständer an einer oder an mehreren Stellen unterstützt werden. Diese Unterstützung muß auf die Fundamente derart übertragen werden, daß der Säulen- oder Ständerfuß auf einem entsprechend großen Steinsockel und dieser wieder auf einem hinreichend dimensionierten und tragfähigen Fundamentsmauerwerk aufruht, damit in keinem dieser Konstruktionsteile sowie auch nicht im Baugrunde der zulässige Druck überschritten werde.

Wo eine direkte Unterstützung durch Pfeiler, Ständer oder Säulen nicht möglich oder zu kostspielig wäre, z. B. in den obersten Geschossen, wenn eine Fortsetzung der Unterstützung durch die unteren Geschosse nicht gestattet ist oder

in sehr hohen Räumen, wird man den Unterzug je nach Art der Konstruktion entsprechend verstärken müssen. Dies kann bei einer Holzkonstruktion entweder durch Anwendung zusammengesetzter Träger oder durch Anordnung eines Hängewerkes oberhalb der Decke, bei einer Eisenkonstruktion durch Anwendung eines mit mehreren Kopfblechen verstärkten, genieteten Trägers oder eines Gitterträgers erfolgen.

Wegen der größeren Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit wird man die Unterzüge gewöhnlich aus Eisen- oder Eisenbetonträgern, die Stützen aus gußeisernen Säulen, schmiedeeisernen Ständern oder Eisenbetonständern herstellen. Nur wenn die örtlichen und sonstigen Verhältnisse dafür sprechen oder für geringere Spannweiten und kleine Lasten kann auch eine entsprechende Holzkonstruktion Anwendung finden.

*a*) Decken mit Unterzügen und Ständern aus Holz.

Hölzerne Unterzüge werden durch hochkantig verlegte Balken gebildet, welche bei größeren Längen durch Mittelständer unterstützt und ober den Ständern gerade gestoßen werden. Zwischen den Ständern und Unterzügen werden Sattelhölzer womöglich aus hartem Holze angeordnet. Diese erhöhen die Tragfähigkeit der Unterzüge ganz wesentlich und lassen die Stöße der Unterzüge leichter und sicherer durchführen.

Die Entfernung der Ständer (von Mitte zu Mitte) richtet sich nach der inneren Einteilung des Raumes, der Belastung usw. Ist „$l$" die Distanz zweier Säulen, so soll das Sattelholz über die Säulenachse beiderseits um $^1/_6\, l$ vorstehen, somit seine ganze Länge $^1/_3\, l$ betragen. Das Sattelholz braucht mit dem Unterzug weder verdübelt noch verschraubt zu werden, da hierdurch kein besonderer Vorteil erzielt wird.

Nach den Lehren der Baumechanik soll man trachten, die auf Biegung in Anspruch genommenen Träger so anzuordnen, daß sie als auf beiden Enden frei aufliegend angesehen werden können. Es wird also vorteilhaft sein, den Unterzug über jeder Säule zu stoßen.

Am Ende eines Unterzuges hat ein einfaches, d. h. einseitiges Sattelholz keinen Zweck, ist also wegzulassen, doch muß die Stützweite der Endfelder um zirka 10% geringer gehalten werden als jene der Mittelfelder (Fig. 3, T. 26, linke Seite).

Zwischen Sattelholz und Ständer kann man auch kurze Streben (Kopfbüge) einschalten. Für derartige Sattelhölzer mit Kopfbügen wird die Länge der Sattelhölzer auch nicht größer als zirka $^1/_3\, l$ gemacht, da sonst für die Kopfbüge und Ständer Knickungsgefahren eintreten.

Sattelhölzer mit Kopfbügen können auch in den Endfeldern angeordnet werden, wenn der einseitige Schub des Kopfbuges auf den Ständer oder auf die Mauern nicht schädlich wirkt. In diesem Falle kann dann das Endfeld die gleiche Stützweite erhalten wie die Mittelfelder (Fig. 3, T. 26, rechte Seite).

Die Sattelhölzer erhalten aus konstruktiven Gründen meist den gleichen Querschnitt des Unterzuges, obwohl sie weit geringer beansprucht werden. Die Ständer werden mit den Sattelhölzern bündig gemacht.

Bei Ausführung solcher Konstruktionen muß eine besondere Sorgfalt darauf gerichtet werden, daß die Ständer vollkommen lotrecht und fest stehen und die Deckenträger tatsächlich horizontal verlegt sind, damit exzentrische Kraftübertragungen vermieden werden.

Gewöhnlich stellt man die Ständer auf entsprechend große, am Fundamentmauerwerk lagernde Unterlagssteine, wobei darauf zu achten ist, daß die der Witterung ausgesetzten Auflagerflächen so zugearbeitet werden, daß das Regenwasser rasch abfließen kann. Sind Ständer oder Säulen durch mehrere Geschosse hindurch anzuordnen, so müssen dieselben durchaus so versetzt sein, daß die Achsen der Ständer oder Säulenschäfte im Lot zusammenfallen.

Hölzerne Ständer werden als Doppelständer angeordnet und mit eisernen Schrauben verbunden (Fig. 4, T. 26).

*b*) Decken mit eisernen Unterzügen bzw. Stützen.

Wenn eiserne Träger als Unterzüge angeordnet werden, so können dieselben je nach Erfordernis aus entsprechend dimensionierten, gewalzten I-Trägern oder aus genieteten Trägern bestehen.

Die Deckenträger werden auf die oberen Flanschen der Unterzüge einfach aufgelegt, wenn der Unterzug im unteren Raume sichtbar sein darf. Ist dies nicht zulässig, so können die Träger auf die unteren Flanschen des Unterzuges aufgelegt und mit Winkeleisen an den Steg des Unterzuges festgenietet werden (Fig. 6 *c*, T. 26).

Um Decken aus Eisenkonstruktion feuersicher zu machen, müssen alle Träger und Unterzüge sowie die Stützen gegen den direkten Flammenangriff durch eine Ummantelung aus eigens geformten Backsteinen, aus Beton oder aus Verputz auf Drahtgeflecht usw. geschützt werden.

Bei gußeisernen Säulen wird der Säulenfuß gewöhnlich auf eine gußeiserne Unterlagsplatte gestellt, welche vor dem Versetzen der Säule in ein Zementmörtelbett genau horizontal verlegt wird. Damit diese Unterlagsplatte gegen Verschiebung gesichert ist, muß sie mit einer Rippe oder mittels Steinschrauben mit dem Sockelmauerwerk unverrückbar verbunden werden (siehe I. Band, Fig. 1 und 2, T. V). Zur Verbindung des Säulenschaftes mit der Fußplatte hat letztere einen zylindrischen Ansatz zu erhalten, welcher am besten den Schaft hülsenförmig umfaßt.

Der Säulenkopf muß derart verbreitert sein, daß die Unterzüge sicher und unverrückbar aufliegen können; hierbei soll die vertikale Querschnittsachse der Unterzüge möglichst in einer Ebene mit der Säulenachse liegen.

Bei der Verbindung der Unterzüge über den Säulenköpfen und jener der Deckenträger mit den Unterzügen ist darauf zu achten, daß hierdurch die Säulen in der lotrechten Lage erhalten bleiben.

Gußeiserne Säulen, die durch mehrere Geschosse reichen, werden in jedem Geschosse gestoßen (Fig. 5, T. 26); ihre Verbindung erfolgt ähnlich wie mit der Fußplatte, indem beide Säulenteile hülsenartig übereinandergeschoben und mittels angegossener Flanschen miteinander verschraubt werden (I. Band, Fig. 2, T. V).

Nachdem gußeiserne Säulen nur eine verhältnismäßig geringe Knickfestigkeit besitzen und bei größeren Bränden sehr unverläßlich sind (Sprünge, sogar Abschmelzen), so ist es bei größerer Belastung ratsam, schmiedeeiserne Ständer zu verwenden. Diese werden aus Fassoneisen nach Fig. 9 *a*, *b*, *c*, *d*, T. 26, zusammengesetzt und erhalten meist eine der früher genannten Ummantelungen, eventuell auch nur eine schwache Ummauerung aus gewöhnlichen Ziegeln.

Schmiedeeiserne Ständer gestatten auch zumeist eine einfachere und bessere Verbindung mit den Unterzügen. Die Verbindung der einzelnen, die schmiedeeisernen Ständer bildenden Fassoneisen erfolgt mittels Blechen oder Winkeleisen (s. Fig. 7 *b* bis *g*, T. 26).

Durch entsprechende Kombination verschiedener Fassoneisen können schmiedeeiserne Ständer von verschiedener Tragfähigkeit konstruiert werden. An den Verbindungsstellen der Ständer, Träger, Unterzüge usw. werden sogenannte Knotenbleche angewendet, welche mit den zu verbindenden Eisenteilen vernietet werden.

Man läßt alle Träger am besten auf den Unterzügen stoßen und frei auflagern; hierbei ist aber eine gelenkartige Verbindung der geraden Stöße mit Zuhilfenahme von Eisenlaschen nicht ausgeschlossen.

*c*) Decken mit Unterzügen und Stützen aus Eisenbeton.

Bei Eisenbetondecken werden etwa notwendige Unterzüge sowie Stützen ebenfalls aus Eisenbeton hergestellt.

Die Ausführungsart dieser Unterzüge und Stützen richtet sich nach der Eigenart der Deckenkonstruktion.

Die Unterzüge werden im allgemeinen so wie stärkere Deckenbalken hergestellt. Dabei können die Deckenbalken entweder ober den Unterzügen, auf diesen aufliegend, oder in gleicher Höhe mit denselben (die Oberflächen der Balken und Unterzüge bündig) angeordnet werden. Im letzteren Falle greifen die Eiseneinlagen der Balken durch die Unterzüge durch und wird die Betonform beider in einem Zuge ausgeführt, so daß beide Konstruktionsteile in innigem Zusammenhange stehen. Beim System Visintini werden eigene, höhere Gitterträger (Fig. 3, T. 24) als Unterzüge verwendet, auf welche die Deckenbalken nur so aufgelegt werden, daß sie oben bündig liegen.

Die Stützen bestehen aus Betonsäulen von quadratischem, rechteckigem oder rundem Querschnitt mit (meistens vier) eingesetzten, vertikalen Rundeisenstäben (Fig. 8, T. 26). Mit Rücksicht auf die Druckbeanspruchung der Stützen würde zwar die Ausführung derselben nur aus Beton genügen. Aus Sicherheitsrücksichten jedoch, sowie zur Verstärkung der Stützen gegen ein Knicken ist es angezeigt, auch in den Stützen Eiseneinlagen anzuordnen; diese nehmen dann alle eventuell auftretenden Zugspannungen auf, so z. B. bei nur exzentrisch belasteten Säulen.

Die Ausführung der Eisenbetonsäulen erfolgt meist fabrikmäßig, abseits der Verwendungsstelle; an dieser werden sie dann bloß versetzt. Sie können aber auch an Ort und Stelle ausgeführt werden. Die Säulen werden in Formen hergestellt, die man allmählich nach aufwärts verlängert; der Beton wird schichtenweise in die Form eingestampft. Um die Eisenstäbe stets in ihrer richtigen Stellung zu erhalten sowie auch zur Verhinderung eines Knickens der Stäbe werden dieselben in Abständen von 30 bis 50 *cm* durch Quereisen verbunden. Im Säulenfuß wird oft ein Rost aus Flacheisen angeordnet, auf dem die Eisenstäbe stehen (Fig. 8, T. 26).

Man hat auch Stützen aus umschnürtem Beton verwendet, bei welchen die reine Betonsäule von einem Gerippe aus Eisenstäben außen umschnürt wird; die Anwendung solcher Stützen ist jedoch weniger zu empfehlen, weil die Eisenumhüllung nicht geschützt ist.

Visintini stellt die Säulen ähnlich wie seine Gitterträger fabrikmäßig her, so daß sie in fertigem Zustande versetzt werden können. Fig. 4 *a* und *b*, T. 24, zeigt ein Beispiel einer solchen Säule.

## 13. Decken mit Korkstein-Linoleum-Fußböden.

(Fig. 14, T. 22.)

Bei diesen wird die sonst erforderliche Schuttlage durch Korkstein ersetzt, welcher sich wegen seiner schlechten Schall- und Wärmeleitungsfähigkeit, seines geringen Gewichtes und seiner Elastizität mit einer darüber aufzulegenden Linoleumschichte als Fußbodenbelag besonders eignet.

Die aus der geringeren Deckenkonstruktionshöhe resultierende Ersparung dürfte die Mehrkosten des Belages gegenüber einem Holzfußboden decken.

Der Korksteinbelag wird bei Sturzdecken direkt auf die Sturzverschalung aufgelegt (Fig. 14 *a*, T. 22); bei Gewölbedecken zwischen Eisenträgern oder bei Betondecken muß die obere Seite (Rücken) horizontal geebnet sein, auf welcher dann die Korksteinplatten in Mörtel verlegt werden (Fig. 14 *b*, T. 22). Auf den Korksteinbelag wird starkes Linoleum, welches den eigentlichen Fußboden bildet, mittels besonderem Kitt aufgeklebt.

Bei Gewölbedecken zwischen Eisenträgern kann an der Leibung eine ebene Decke dadurch hergestellt werden, daß man auf die unteren Trägerflanschen auf 70 *cm* Entfernung entsprechende Polsterhölzer legt und einmauert oder einbetoniert, an diese dann die Korksteintafeln festnagelt und dann den Stukkaturverputz anbringt (Fig. 14 *b*, T. 22).

### 14. Putzträger aus Holz, Rohrgewebe oder Draht.

*a*) Bakulagewebe.

(Tafel 25, Fig. 15.)

Die Deutsche Bakulaindustrie Ziegler & Esch, Berlin, offeriert Bakulagewebe als Putzträger. Es sind dies mit Drahtzeilen in entsprechenden Zwischenräumen zu ganzen Tafeln verbundene Holzstäbe. Zwischen den Holzstäben wird der eingeworfene oder eingestrichene Verputz festgehalten. Diese Gewebe dienen wie Rabitzputz anstatt einer berohrten Stukkaturverschalung zur Herstellung von freiliegendem Wand- und Deckenverputz, indem man sie an Balken-, Betonträger u. dgl. festnagelt oder mit Draht festbindet und dann stukkaturt.

Bakulagewebe eignen sich zur Herstellung von allerlei Plafond- und Wandflächen, namentlich bei Eisenbetonträgern, und auch zur Herstellung schwacher Wände auf entsprechendem Gerippe aus Holz oder Eisen.

Die Gewebe werden an Holzbalken festgenagelt, an Betonträger mit einbetoniertem Aufhängedrähten festgebunden, eventuell an eigens konstruierte Träger (Bakulaträger, Fig. 15 *b*) an die Decke freihängend befestigt. Die Unterstützungen dürfen nicht weiter als 50 *cm* voneinander entfernt sein. Bei Eisenbetondecken mit geringem Balkenabstand genügt es, 1·5 *mm* dicke verzinkte Doppeldrähte in Abständen von 20 *cm* aus der Platte, nicht aus dem Balken, auszulassen, an die dann die Gewebe angehängt werden. Bei Decken mit größerem Balkenabstand müssen die Drähte in zirka 50 *cm* Entfernung ausgelassen werden, die zunächst 7 *mm* dicke Rundeisenstäbe, quer zu den Balken liegend, aufnehmen. An diese werden dann die Bakulagewebe befestigt.

Die Verputzarbeiten weichen von jenen der übrigen Stukkaturarbeiten nur insofern ab, als es zur Ersparnis von Mörtel zweckmäßiger ist, den groben Verputz mittels Streichbrett aufzutragen, wobei in der Richtung der Holzstäbe zu streichen ist.

*b*) Rohrgewebe, System Wayss, Wien.

Ähnlich wie Bakulagewebe werden auch solche aus Rohr erzeugt und analog befestigt, nur müssen diese wegen der leichten Biegsamkeit der Rohre eine zahlreichere Unterstützung durch Festnageln oder Anbinden erhalten.

Diesen Übelstand beseitigt das in Fig. 16 dargestellte Rohrgewebe mit Latteneinlagen, System Wayss. Es besteht darin, daß in geeigneten Abständen Holzlättchen *l* in das Rohrgewebe *g* mit Drahtketten *d* verbunden werden. Dadurch wird das Gewebe in der Richtung der Rohrstengel biegungsfester und das Festnageln an den Holzstäben einfacher und zweckentsprechender.

*c*) Freitragende Spanndrahtputzdecke.

Diese Putzdecke ist mit der tragenden Deckenkonstruktion nicht in Verbindung und wird von allen Umfassungswänden des zu überdeckenden Raumes frei getragen, indem man einige Zentimeter unter der tragenden Decke entsprechend starke Stahldrähte zwischen den gegenüberliegenden Wänden spannt und diese an früher in die Wände gut befestigte Stützpunkte festbindet. Dadurch wird eine freitragende, weitmaschige Putzdecke von erheblicher Festigkeit erzielt, welche die engmaschigen eigentlichen Putzträger aufnimmt.

Bei Herstellung des den Mörtelträger aufnehmenden Spanndrahtnetzes wird derart vorgegangen, daß zunächst alle 4 Wände des zu bedeckenden Raumes einige Zentimeter unterhalb des Gebälkes mit einer Anzahl in einer wagrechten Ebene liegender Stützpunkte für den Spanndraht versehen werden, wobei die Anzahl der Stützpunkte an den beiden Längsseiten von der Zahl an den beiden Querseiten um je einen verschieden gewählt werden muß. Alsdann wird ein fortlaufender Stahldraht in schrägen, je von der einen Wand zur benachbarten Wand verlaufenden Linien um die Stützpunkte an den Wänden unter Spannung herumgeführt.

---

# VII. Die Dachkonstruktionen.

Die Dächer schließen die Gebäude nach oben ab und schützen dieselben vor Regen, Schnee, Wind usw. Sie bestehen aus dem tragenden Teile, dem Dachgerüst oder Dachstuhl, und dem deckenden Teile, der Dacheindeckung mit der dieselbe unterstützenden Dacheinlattung oder Dacheinschalung.

Dachstühle können aus Holz oder Eisen oder aus Holz und Eisen hergestellt werden. Für die Wahl des Materials ist größtenteils die Hausbreite, manchmal auch der Grad der verlangten Feuersicherheit maßgebend.

Bei Hausbreiten bis zu 15 *m* werden meist hölzerne Dachstühle, bei Hausbreiten über 20 *m* eiserne Dachstühle ökonomischer sein, bei Hausbreiten von 15 bis 20 *m* wird die richtige Wahl des Materials nach lokalen und sonstigen Verhältnissen zu treffen sein. Aus Holz und Eisen kombinierte Dachstühle soll man möglichst vermeiden, weil das ungleiche Verhalten beider Materialien namentlich bei Temperaturschwankungen häufig Schäden verursacht, die mitunter kostspielige Reparaturen notwendig machen; dabei sind solche Konstruktionen auch nicht nennenswert billiger als reine Eisenkonstruktionen.

Gewöhnlich sind hölzerne Dachstühle gebräuchlich, welche wegen der nötigen Feuersicherheit von der Decke des oberen Geschosses vollkommen getrennt und mit einer feuersicheren Dacheindeckung versehen werden. Nur wenn eine besonders hohe Feuersicherheit erforderlich ist, können auch bei Dachstühlen für geringere Hausbreiten Eisenkonstruktionen angewendet werden, eventuell in Verbindung mit Eisenbetonkonstruktion und Holzzementbedachung.

## *A.* Verschiedene Dachformen.

Nach der äußeren Form der Dächer unterscheidet man nachfolgende Dacharten, und zwar:

1. Das Satteldach (Fig. 1, T. 27). Es besteht aus zwei, zumeist gleichgeneigten, über das ganze Gebäude reichenden Dachflächen, wobei die Stirnseiten des Gebäudes durch Giebelwände geschlossen sind. Die Verschneidung der beiden Dachflächen nach *a b* heißt der First, während die untersten Kanten *c d* und *c′ d′* die Traufen und die Kanten *a c′*, *a c*, *b d′* und *b d* die Bord- oder Giebelkanten genannt werden.

Die Fig. 2, I bis IV, T. 27, zeigen einige Dachprofile mit gleichen und verschiedenen Dachneigungen.

2. Das Walmdach (Fig. 3, T. 27). Bei diesem sind alle Umfassungsmauern gleich hoch und auch an den Stirnseiten Dachflächen (Walmflächen) angeordnet.

Die Dachflächen schneiden sich mit den Walmflächen in den Graten *a e*, *e b*, *c f* und *d f*; *a b c d* ist die Traufe und *e f* der First. Die Punkte *e* und *f* nennt man Anfallspunkte.

3. Das Krüppelwalmdach (Fig. 4, T. 27). Bei diesem sind nur kleine Walmflächen angeordnet, so daß die Gebäudeumfassungsmauern ungleich hoch aufgeführt werden müssen.

4. Das Pultdach (Fig. 5, T. 27). Es ist ein halbes Satteldach, welches auf einer oder auf beiden Stirnseiten auch abgewalmt werden kann.

5. Das Zeltdach (Fig. 6, T. 27). Es ist ein Walmdach ohne Firstlinie. Der Grundriß kann dabei ein Quadrat, Rechteck, Vieleck oder Kreis sein; im letzteren Falle entsteht ein Kegeldach, in den übrigen Fällen ein Pyramidendach. Ist die Höhe des Zeltdaches ein Mehrfaches der Grundlinie, so nennt man ein solches Dach ein Turm- oder Helmdach.

6. Das Mansarddach (Fig. 7, T. 27) vom französischen Ingenieur Mansard. Dasselbe hat nach außen gebrochene Dachflächen und kann als Satel- oder als Walmdach konstruiert werden.

7. Das Säge- oder Sheddach (Fig. 8, T. 27). Dieses kann man sich dadurch entstanden denken, daß mehrere Pultdächer mit den Langseiten aneinanderschließen; alle Firstlinien müssen dann gleich hoch liegen. Die rückwärtigen Pultwände sind entweder nach Fig. 8 *a* vertikal oder nach Fig. 8 *b*, T. 27, geneigt angeordnet; sie werden zum Zwecke der Beleuchtung zumeist ganz verglast oder mit großen Oberlichtfenstern versehen.

8. Außergewöhnliche Dachformen als: verschiedenartige Kuppel-, Kegel- Zwiebelkuppel-, Birndächer usw. Sie werden bei Türmen mit verschiedenartigen nach ein- und auswärts gekrümmten Dachflächen angeordnet.

9. Terrassen- oder Altandächer. Darunter versteht man ganz flache Sattel- oder Walmdächer.

## *B.* Dachausmittlung.

Der Detailkonstruktion des Daches muß die Dachausmittlung, d. h. die Bestimmung der Größe und gegenseitigen Lage der Dachflächen und der hieraus resultierenden Verschneidungslinien (Grat-, Ixen- und Firstlinien) vorausgehen. Hierzu ist ein vollständiger Gundrißplan des Dachgeschosses mit allen Gesimskanten, Rauchfängen, Stiegen, Brandmauern usw. notwendig.

Der Neigungswinkel für die Dachflächen (Dachröschen) muß dem zur Anwendung kommenden Deckmaterial entsprechen.

Bei der Dachausmittlung ist zu beachten, daß das Niederschlagswasser auf dem kürzesten Wege und niemals gegen den Nachbargrund abgeführt werde; daß alle Dachflächen gegen den Horizont möglichst gleich geneigt seien und daß horizontale Ixen (Zwischenrinnen) tunlichst vermieden werden.

Unter Beachtung des Vorangeführten sind im Grundriß für das Dachgeschoß nach den Grundsätzen der Projektionslehre (kotierte Ebenen) die Grat-, Ixen-, First- und Saumlinien zu ermitteln, es ist also die Draufsicht oder Vue d'oiseau (Vogelschau) des Daches zu zeichnen.

Fig. 9 bis 15, T. 27, zeigen einige Dachausmittlungen für verschiedene Gebäudegrundrisse.

Die Grat- und Ixenlinien werden bei gleich geneigten Dachflächen und gleich hohen, horizontalen Saumlinien durch Winkelhalbierung der Saumlinien gefunden. An die Schnittpunkte der Grat- und Ixenlinien schließen die Firstlinien an (Fig. 9 und 10, T. 27).

Bei nicht parallelen Dachsäumen und gleichen Dachneigungen wäre die Firstlinie nicht horizontal (Fig. 11, T. 27, punktierte Linie); dies ist unschön und für die Ausführung unbequem, daher wird die Firstlinie in diesem Falle meist parallel zur Hauptfront gelegt und die gegenüberliegende Dachfläche windschief angeordnet (Fig. 11, T. 27).

Bei langen Gebäuden kann die Firstlinie eventuell durch Einschaltung eines Dreieckes *a b c* nach Fig. 12, T. 27, gebrochen werden.

Stoßen verschieden hohe Dachflächen zusammen, so entstehen sogenannte Verfallungsgrate, z. B. Fig. 14, T. 27, *k l*, *l m*. Die Richtung der Verfallungsgrate erhält man dadurch, daß man sich das Gebäude entsprechend den verschiedenen Hausbreiten geteilt denkt und für jede Hausbreite separat die Ausmittlung macht; siehe die punktierten Linien. In Fig. 12, T. 27, ist *a b* ebenfalls ein Verfallungsgrat.

## *C.* Allgemeines über Dachkonstruktionen.

Bei einem normalen Dachstuhl hat man zu unterscheiden: die Tragkonstruktion, das sind die Bundgespärre und die Pfetten usw.; ferner die Leergespärre oder Leersparren, welche die Dacheinlattung oder Dacheinschalung unterstützen und gewöhnlich auf den Pfetten aufruhen.

Die Bundgespärre müssen derart konstruiert sein, daß der von den Sparren auf die Umfassungsmauern des Gebäudes ausgeübte Seitenschub von ihnen aufgehoben und die Dachlast bloß als vertikale Belastung auf die Umfassungsmauern übertragen wird. Diese Aufgabe erfüllt bei hölzernen Dachstühlen der Bundtram (Fig. 16, T. 27), welcher an den Enden die beiden Sparren aufnimmt, die sich am First gegeneinander stemmen und so mit dem Bundtram ein festes, unverrückbares Dreieck bilden.

Bei größeren Hausbreiten müssen die Sparren auch am First oder in der Mitte unterstützt werden, aus welchem Grund über den Bundtram einfache oder doppelte Hängewerke (Fig. 18 und 20, T. 27) angeordnet werden können, welche die Pfetten aufnehmen und gleichzeitig auch den Bundtram unterstützen. Es können aber auch andere Unterstützungskonstruktionen Anwendung finden, von denen einige in den Profilen auf T. 27 und 28 dargestellt sind.

## *D.* Belastung der Dächer.

Die Belastung der Dächer setzt sich aus der Konstruktions- (auch Eigenlast) und aus der fremden Last zusammen (siehe nachfolgende Tabelle).

Die Konstruktionslast besteht aus der Last der Eindeckung, einschließlich Lattung bzw. Schalung und Leersparren, und aus dem Gewichte der Tragkonstruktion. Letztere wird bei Dächern bis zu 15 *m* Hausbreite für Holzkonstruktionen mit 20 bis 30 *kg* und für Eisenkonstruktionen mit 10 bis 20 *kg* pro $m^2$ Horizontalprojektion angenommen. Bei größeren Hausbreiten muß das Gewicht der Tragkonstruktion approximativ ermittelt werden.

Kommen bei Dächern noch andere nicht mittragende Konstruktionsteile zur Verwendung, wie z. B. eine innere Verschalung der Sparren und Kehlzangen mit Brettern oder Gipsdielen, ein Lehmschlag oder eine am Bundtram aufgehängte Deckenkonstruktion usw., so sind dieselben bei der Gewichtsermittlung in entsprechender Weise zu berücksichtigen.

Die fremde Last ergibt sich durch die Schneelast und den Winddruck. Frisch gefallener Schnee wiegt zirka 125 *kg* pro $m^3$; rechnet man als Maximalhöhe des Schnees 0·60 *m*, so ist das Gewicht pro $m^2$ Horizontalprojektion $125 \times 0{\cdot}60 = 75$ *kg*.

Der Winddruck kann in der Regel mit 120 *kg* pro $m^2$ einer Fläche senkrecht zur Windrichtung angenommen werden; bei isoliert stehenden, also dem Windanprall besonders ausgesetzten Bauten ist dagegen 150 *kg* pro $m^2$ zu rechnen.

## Tabelle I

über die bei den gebräuchlichsten Eindeckungsmaterialien zu berücksichtigenden Belastungen.

| Deckmaterial | | Größte | Normale | Kleinste | Eigenlast pro $m^2$ Horizontalprojektion in *kg* | Schneelast und Winddruck pro $m^2$ Horizontalprojektion in *kg* | Gesamtlast in *kg* | Anmerkung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Dachneigung | | | | | | |
| Gewöhnliches Ziegeldach | einfaches | 1:1·00 | . | . | 150 | 140 | 290 | |
| | | . | 1:1·25 | . | 135 | 125 | 260 | |
| | | . | . | 1:1·50 | 125 | 115 | 240 | |
| | doppeltes | 1:1·00 | . | . | 180 | 140 | 320 | |
| | | . | 1:1·25 | . | 165 | 125 | 290 | |
| | | . | . | 1·1:50 | 155 | 115 | 270 | |
| Schiefer- und Asbestzement-schieferdach | einfaches | 1:1·50 | . | . | 85 | 115 | 200 | |
| | | . | 1:2·00 | . | 80 | 100 | 180 | |
| | | . | . | 1:2·50 | 75 | 90 | 165 | |
| | doppeltes | 1:1·50 | . | . | 130 | 115 | 245 | |
| | | . | 1:2·00 | . | 120 | 100 | 220 | |
| | | . | . | 1:2·50 | 115 | 90 | 205 | |
| Falzziegeldach | | 1:1·50 | . | . | 85 | 115 | 200 | |
| | | . | 1:1·75 | . | 80 | 110 | 190 | |
| | | . | . | 1:2·00 | 80 | 100 | 180 | |
| Schindeldach | einfaches | 1:1·00 | . | . | 85 | 140 | 225 | |
| | | . | 1:1·25 | 1:1·75 | 75 | 125 | 200 | |
| | | . | . | . | 65 | 110 | 175 | |
| | doppeltes | 1:1·00 | . | . | 110 | 140 | 250 | |
| | | . | 1:1·25 | . | 100 | 125 | 225 | |
| | | . | . | 1:1·75 | 90 | 110 | 200 | |
| Glattes Zink- oder Eisenblech, Dachpfannen, Dachpappe auf Schalung | | 1:2·50 | 1:4·00 | . | 45 | 90 | 135 | |
| | | . | . | . | 40 | 75 | 115 | |
| | | . | . | 1:5·00 | 40 | 75 | 115 | |
| Wellblech auf eisernen Pfetten | | 1:4 | . | . | 25 | 75 | 100 | |
| | | . | 1:5 | . | 20 | 75 | 95 | |
| | | . | . | 1:6 | 20 | 75 | 95 | |
| Holzzementdächer | | . | 1:20 | . | 175 | 75 | 250 | Eigenlast inkl. Schalung u. Leersparren und 10 *cm* Schüttungshöhe |
| | | . | . | 1:30 | 175 | 75 | 250 | |

Die ungünstigste Windrichtung wird unter einem Winkel von 10° gegen den Horizont angenommen.

Die größte zufällige Belastung eines Daches ergibt sich daher bei der größten Schneelast und dem stärksten Winde. Nachdem nun bei heftigem Winde der größte Teil des Schnees vom Dache weggefegt wird, so braucht man als größte Schneelast nur $^1/_2$ bis $^3/_4$ des oben angegebenen Wertes in Rechnung zu stellen. Keinesfalls darf aber die Gesamtlast kleiner als 75 *kg* pro $m^2$ Horizontalprojektion angenommen werden.

## *E.* Dachstühle aus Holz.

Bei den gewöhnlichen, hölzernen Dachstühlen wird die Dacheinlattung oder Dacheinschalung von Sparren getragen. Die Sparren erhalten eine dem Deckmateriale entsprechende Neigung und werden teils durch horizontal angeordnete Balken, sogenannte Pfetten, unterstützt, teils stemmen sie sich im Firste gegeneinander, wo sie bündig überblattet oder bei starken Hölzern mittels Scherzapfen verbunden werden.

Diese Unterstützung am Firste durch das Gegeneinanderstemmen der Sparren wird aber nur dann als wirksam anzusehen sein, wenn der Winkel zwischen den Sparren nicht größer als 150°, d. h., wenn die Neigung der Dachflächen nicht geringer als 1 : 3·75 ist.

Horizontale, in der Ebene des Gespärres liegende Hölzer, Kehlbalken (Fig. 17, T. 27), welche auch als Zangen ausgebildet sein können, werden somit in den seltensten Fällen den Sparren eine verläßliche Stütze bieten, da der untere Winkel zwischen Kehlbalken und Sparren fast immer größer als 150° ausfallen dürfte. Bei den alten Dachstühlen, welche durchwegs mit größeren Dachneigungen ausgeführt wurden, findet man häufig solche Kehlbalkendächer. Bei neuen Dachstühlen werden aber übermäßig große Dachneigungen selten angewendet, weshalb Kehlbalken nur dann zweckmäßig sind, wenn der Dachbodenraum auch innen verschalt werden soll, in welchem Falle die Schalung an die unteren Seiten der Kehlbalken und von diesen nach abwärts an die inneren Seiten der Sparren genagelt wird (siehe Fig. 2, T. 29).

Bei alten Dächern findet man meistens zur Unterstützung der Leersparren am Fuße die komplizierte und wenig korrekte Konstruktion mit Stich und Wechsel (Fig. 26, T. 27), bei welcher kurze Hölzer, Stiche *a*, unter jedem Leersparren auf die Mauerbank aufgekämmt und am rückwärtigen Ende in einem über die Bundträme reichenden Wechsel *b* verzapft werden. Die Sparrenfüße werden beim Leergespärre in die Stiche und beim Bundgespärre in den Bundtram verzapft.

Bei neueren Dächern werden die Sparren auf durchlaufende Fußpfetten, eventuell auch auf First- und Mittelpfetten aufgeklaut und mit diesen verklammert (s. Fig. 18 bis 20, T. 27). Die Fußpfette kann dann gleichzeitig als Mauerbank dienen (Fig. 16 und 17, I, T. 27), häufiger aber wird sie nach Fig. 16 und 17, II, T. 27, bloß als Pfette auf die Bundträme aufgekämmt. Die First- und Mittelpfetten werden von Ständern oder Streben getragen, welche in die Bundträme verzapft werden.

Die Ständer müssen so angeordnet werden, daß der Bundtram nicht auf Biegung beansprucht wird; daher werden die Bundgespärre gewöhnlich als Hängwerke konstruiert (s. Fig. 18 und 20, T. 27). Liegt unter dem Ständer eine Mauer, so kann der Bundtram dort direkt unterstützt werden.

Nach der Art der Sparrenunterstützung unterscheidet man im allgemeinen:

den leeren Dachstuhl (Fig. 16, T. 27); bei diesem ruhen die Sparren nur an ihren Füßen auf Pfetten (Fußpfetten), während sie am Firste sich gegeneinander stemmen;

den einfachen Stuhl (Fig. 18, T. 27), stehend und (Fig. 19, T. 27) liegend, bei welchem als Unterstützung und Längsverbindung eine Firstpfette angeordnet ist;

den Doppelstuhl (Fig. 1 bis 6, T. 28); bei diesem sind die Sparren auch zwischen dem Firste und dem Fuße durch eine Mittelpfette unterstützt;

den Flugstuhl (Fig. 7 und 8, T. 28) für Pultdächer, dessen Sparren auch durch Mittelpfetten unterstützt werden;

den verstärkten Pfettenstuhl (Fig. 9, T. 28); bei diesem werden die Sparren zwischen First und Fuß noch durch je 2 Mittelpfetten unterstützt.

Bei alten Dachstühlen findet man noch die Kehlbalkenstühle (Fig. 23 bis 26, T. 27), dann verschiedenartig konstruierte Pfettendachstühle, von denen einige in den Fig. 21, 22, 27 und 28, T. 27, dargestellt sind. Beim Kehlbalkendachstuhl erfolgt die Unterstützung der Sparren direkt durch den Kehlbalken, beim Pfettendachstuhl aber direkt durch die Pfetten (siehe die Fig. 24 und 28). Diese veralteten, heute nicht mehr gebräuchlichen Dachstühle sind sehr unzweckmäßig und erfordern viel Holz.

### 1. Inanspruchnahme und Dimensionierung des Dachgehölzes.

Bei der Bestimmung des Querschnittes der Hölzer muß auf die Art der Inanspruchnahme und auf die Schwächung der Hölzer durch die notwendigen Holzverbindungen Rücksicht genommen werden. Bei gewöhnlichen Dachstühlen werden hierzu Erfahrungsdaten benützt, während bei außergewöhnlichen Dachstühlen die Holzstärken nach den Regeln der Baumechanik berechnet werden müssen.

Die Sparren werden vorherrschend auf Biegung, nach ihrer Achsenrichtung aber auch auf Druck beansprucht. Die Sparrenentfernungen werden zwischen 0·80 bis 1·25 *m*, die Sparrenquerschnitte gewöhnlich mit 13/16 oder 13/18 *cm* angenommen. Um mit einem bestimmten Sparrenquerschnitte bei verschiedenen Belastungen das Auskommen zu finden, muß die freie Länge der Sparren entsprechend gewählt werden. Letztere hängt einerseits vom Deckmaterial, andrerseits von der Entfernung der Sparren ab. In der folgenden Tabelle II sind für verschiedene Eindeckmaterialien jene freien Sparrenlängen *d* (horizontal gemessen) angegeben, welche sich bei den üblichen Sparrenentfernungen von 0·80 bis 1·25 *m* für die Sparrenquerschnitte von 13/16 oder 13/18 *cm* bei Einhaltung der Normalneigung ergeben.

Bei den leeren Satteldächern mit steilen Dachflächen bedeutet „*d*" demnach die horizontale Entfernung des Firstes von der Fußpfette, bei allen Pfettendachstühlen die horizontale Entfernung je zweier Sparrenstützpunkte.

Haben die Dachflächen eine wesentlich andere Neigung als die normale oder will man einen anderen Sparrenquerschnitt verwenden, so muß die zulässige freie Länge „*d*" berechnet werden.

Die Pfetten werden auf Biegung beansprucht und erhalten je nach ihrer freien Länge (4 bis 5 *m*) einen Querschnitt von 16/21 oder 18/21 *cm*.

Die Stuhlsäulen, welche auf Knickung, bei Hängewerken auch auf Zug beansprucht werden, erhalten einen Querschnitt von 16/18, 16/21 oder 18/18 *cm* und werden gewöhnlich bündig mit den Pfetten und dem Bundtram gehalten.

Der Bundtram, auf Biegung beansprucht, wird je nach seiner freien Länge mit 18/21 bis 21/25 *cm* angenommen.

Streben und Spannriegel, auf Biegung und Druck beansprucht, erhalten je nach ihrer freien Länge einen Querschnitt von 16/16 bis 16/18, auch 18/21 *cm*.

Kopfbüge und Zangen, erstere auf Knickung, letztere auf Zug und Biegung beansprucht, werden meistens dem Sparrenquerschnitt (13/16 *cm*) gleich

gehalten. Zangen, die nicht durch Holzverbindungen geschwächt werden, sondern mit anderen Konstruktionsteilen durch Schraubenbolzen zusammengehalten werden, erhalten auch bloß 8/16 *cm* Querschnitt. Doppelzangen werden gewöhnlich durch Teilung von Sparren erzeugt, also $2 \times 6{\cdot}5/16$ *cm* dimensioniert.

Die Mauerbank, welche in ihrer ganzen Länge durch die Mauerung unterstützt wird, hat gewöhnlich eine Stärke von 16/18 *cm*.

## Tabelle II
## der zulässigen freien Längen der Sparren.

| Dachgattung | Normalneigung | Gewicht pro $m^2$ horizontale Projektion | Sparrenentfernung *e* | Freie Länge *d*, gemessen nach der horizontalen Projektion für Sparrenquerschnitt 13/16 | 13/18 |
|---|---|---|---|---|---|
| Einfaches Ziegeldach | 1 : 1·25 | 260 *kg* | 1·20 | 3·10 | 3·55 |
| | | | 1·15 | 3·15 | 3·60 |
| | | | 1·10 | 3·25 | 3·70 |
| | | | 1·05 | 3·30 | 3·80 |
| | | | 1·00 | 3·40 | 3·90 |
| | | | 0·95 | 3·50 | 4·00 |
| | | | 0·90 | 3·60 | 4·10 |
| | | | 0·85 | 3·70 | 4·20 |
| | | | 0·80 | 3·80 | 4·35 |
| Doppeltes Ziegeldach | 1 : 1·25 | 290 *kg* | 1·20 | 3·00 | 3·35 |
| | | | 1·15 | 3·05 | 3·45 |
| | | | 1·10 | 3·15 | 3·50 |
| | | | 1·05 | 3·20 | 3·60 |
| | | | 1·00 | 3·30 | 3·70 |
| | | | 0·95 | 3·40 | 3·80 |
| | | | 0·90 | 3·45 | 3·90 |
| | | | 0·85 | 3·55 | 4·00 |
| | | | 0·80 | 3·70 | 4·15 |
| Einfaches Schiefer-, Asbestzementschiefer- und Falzziegeldach | 1 : 2 bzw. 1 : 1·75 | 180 bzw. 190 *kg* | 1·25 | 3·75 | 4·25 |
| | | | 1·20 | 3·80 | 4·30 |
| | | | 1·15 | 3·90 | 4·40 |
| | | | 1·10 | 4·00 | 4·50 |
| | | | 1·05 | 4·10 | 4·60 |
| | | | 1·00 | 4·20 | 4·70 |
| | | | 0·95 | 4·30 | 4·80 |
| | | | 0·90 | 4·40 | 4·95 |
| Doppelte Schieferdach | 1 : 2 | 220 *kg* | 1·25 | 3·35 | 3·80 |
| | | | 1·20 | 3·40 | 3·85 |
| | | | 1·15 | 3·50 | 3·95 |
| | | | 1·10 | 3·60 | 4·05 |
| | | | 1·05 | 3·70 | 4·15 |
| | | | 1·00 | 3·75 | 4·25 |
| | | | 0·95 | 3·85 | 4·35 |
| | | | 0·90 | 3·95 | 4·50 |
| Einfaches Schindeldach | 1 : 1·25 | 200 *kg* | 1·25 | 3·45 | 3·95 |
| | | | 1·20 | 3·55 | 4·05 |
| | | | 1·15 | 3·60 | 4·15 |
| | | | 1·10 | 3·70 | 4·25 |
| | | | 1·05 | 3·80 | 4·35 |
| | | | 1·00 | 3·90 | 4·45 |
| | | | 0·95 | 4·00 | 4·55 |
| | | | 0·90 | 4·10 | 4·70 |
| Doppeltes Schindeldach | 1 : 1·25 | 225 *kg* | 1·25 | 3·25 | 3·75 |
| | | | 1·20 | 3·40 | 3·85 |
| | | | 1·15 | 3·50 | 3·90 |
| | | | 1·10 | 3·55 | 4·00 |
| | | | 1·05 | 3·65 | 4·10 |
| | | | 1·00 | 3·75 | 4·20 |
| | | | 0·95 | 3·85 | 4·30 |
| | | | 0·90 | 3·95 | 4·45 |

| Dachgattung | Normalneigung | Gewicht pro $m^2$ Horizontalprojektion | Sparren-Entfernung *e* | Freie Länge *d*, gemessen nach der Horizontalprojektion für Sparrenquerschnitt 13/16 | 12/14 | 10/13 | 9/12 | 8/10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dachpappe, Blech usw. auf Schalung | 1 : 4 | 115 *kg* | 1·25 | 4·65 | 3·90 | 3·30 | 2·90 | 2·25 |
| | | | 1·20 | 4·75 | 4·00 | 3·40 | 3·00 | 2·30 |
| | | | 1·15 | 4·85 | 4·10 | 3·45 | 3·05 | 2·35 |
| | | | 1·10 | 4·95 | 4·15 | 3·55 | 3·10 | 2·40 |
| | | | 1·05 | 5·10 | 4·25 | 3·60 | 3·20 | 2·50 |
| | | | 1·00 | 5·20 | 4·40 | 3·70 | 3·25 | 2·55 |
| | | | 0·95 | 5·35 | 4·50 | 3·80 | 3·35 | 2·60 |
| | | | 0·90 | 5·50 | 4·60 | 3·90 | 3·45 | 2·70 |

| Dachgattung | Normal-neigung | Gewicht pro $m^2$ Horizontal-projektion | Sparren-Ent-fernung $e$ | Freie Länge $d$, gemessen nach der Horizontalprojektion für Sparrenquerschnitt | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 13/18 | 13/16 | 12/14 | 10/13 |
| Holzzement-dach mit 10 *cm* hoher Beschüt-tung auf Einschalung | 1 : 20 | 250 *kg* | 1·20 | 3·60 | 3·25 | 2·70 | 2·30 |
| | | | 1·15 | 3·70 | 3·30 | 2·75 | 2·35 |
| | | | 1·10 | 3·80 | 3·40 | 2·85 | 2·40 |
| | | | 1·05 | 3·90 | 3·45 | 2·90 | 2·45 |
| | | | 1·00 | 4·00 | 3·55 | 3·00 | 2·50 |
| | | | 0·95 | 4·10 | 3·65 | 3·05 | 2·55 |
| | | | 0·90 | 4·20 | 3·75 | 3·15 | 2·65 |
| | | | 0·85 | 4·30 | 3·85 | 3·25 | 2·70 |
| | | | 0·80 | 4·45 | 3·95 | 3·35 | 2·80 |

## 2. Detailkonstruktion und Arten der hölzernen Dachstühle.

### *a*) Der leere Dachstuhl.

(Fig. 16, T. 27.)

Bei diesem ruhen die Sparrenpaare mit ihren Füßen entweder auf der Mauerbank (Fig. 16, Detail I) oder auf einer Fußpfette (Fig. 16, Detail II) und stützen sich am First mit einer Überblattung gegeneinander.

Auf 4 bis 5 *m* Entfernung werden Bundträme angeordnet, welche mit der Mauerbank, eventuell mit der Fußpfette verkämmt werden und den Horizontalschub der Sparren aufnehmen.

Der leere Dachstuhl, welcher bloß durch die Einschalung oder Einlattung eine Längenverbindung besitzt, kann nur bei Hausbreiten bis zu 4 *m* und nur bei steileren Dächern angewendet werden.

### *b*) Der einfache Pfettendachstuhl.

(Fig. 18 und 19, T. 27.)

Bei diesem werden die Sparren am Fuße und am Firste durch Pfetten unterstützt.

Wird der Dachbodenraum wenig oder gar nicht benützt, so kann die Firstpfette nach Fig. 18 durch ein einfaches Hängwerk unterstützt werden (einfach stehender Pfettendachstuhl). Zwischen Hängsäulen (Stuhlsäulen) und Firstpfette werden behufs Längenverbindung Kopfbüge angeordnet (Fig. 18 *b*).

Die Sparren werden auf die Pfetten aufgeklaut (Fig. 16, Detail II) und mit diesen verklammert. Die Kopfbüge werden in die Stuhlsäulen und in die Firstpfette verzapft. Die sonstigen Verbindungen der Bundgespärre sind wie beim einfachen Hängwerk herzustellen.

Soll der Dachbodenraum benützt werden, so kann die Firstpfette in den Bundgespärren nach Fig. 19, T. 27, direkt durch Streben unterstützt werden, welche an ihrer Kreuzung bündig überblattet werden und bis zur Dachfläche emporreichen, wo sie mit den Sparren ebenfalls überblattet werden (einfach liegender Pfettendachstuhl).

Für das Auflager der Firstpfette müssen die Streben entsprechend ausgeschnitten werden.

Der einfache Pfettenstuhl, welcher keine besondere Längenverbindung gestattet, kann nur bei steileren Dächern und nur für Hausbreiten bis 9 *m* angeordnet werden.

### *c*) Der Doppeldachstuhl.
(Fig. 1 *a*, *b*, *c*, T. 28.)

Bei diesem Dachstuhl geschieht die Unterstützung der Sparren außer am Fuße und Firste noch in der Hälfte oder im Drittel der Sparrenlänge (vom First aus gerechnet) durch Mittelpfetten, welche in den 4·00 bis 5·00 *m* voneinander angeordneten Hauptgespärren durch Stuhlsäulen unterstützt werden.

Die Stuhlsäulen dienen gleichzeitig auch als Hängsäulen für die als doppelte Hängwerke zu konstruierenden Hauptgespärre; sie werden mit dem Bundtram seicht verzapft und dann verklammert, besser aber mit demselben mittels schwachen Hängeisen verbunden. Auf diese Weise unterstützen sie auch den Bundtram.

Als Längenverbindung und zur Abstützung der Pfetten werden Kopfbüge (Fig. 1 *b*) mit den Pfetten und Stuhlsäulen versatzt und verzapft.

Die üblichen Holzverbindungen, welche auch bei anderen ähnlichen Dachstühlen Anwendung finden, sind in Fig. 1 *c* dargestellt. Hierbei gilt auch der allgemeine Grundsatz, daß bei allen Verbindungen die Hauptkonstruktionshölzer so wenig als möglich geschwächt werden. Demnach sollen die Bundträme und Pfetten in ihrem Querschnitt möglichst unverändert bleiben, mindestens aber durch die unvermeidlichen Verbindungen nicht zu arg geschwächt werden. Die Stuhlsäulen erhalten daher nur einen ganz seichten Zapfen, welcher bloß das Aufstellen des Dachstuhles zu erleichtern und seitliche Verschiebungen zu verhindern hat. Die Sparren werden auf die Pfetten so aufgeklaut, daß die Klaue mehr in die Sparren eingeschnitten wird und der Querschnitt der Pfette bei *a* und *b* (Fig. 1 *d*, T. 28) nur sehr wenig vermindert wird. Diese Verbindung wird durch gedrehte Klammern verstärkt. Die Hängwerkskonstruktion erhält die in Fig. 1 *c* dargestellten, bei Hängwerken üblichen Verbindungen. Die Kopfbüge werden mit den Stuhlsäulen und Pfetten versatzt und verzapft, manchmal auch bloß verzapft.

Die Sparrenverbindung am First soll, ausgenommen sehr flache Dächer, immer nur mit dem Scheerzapfen, niemals mit bündiger Überblattung erfolgen, weil beim Verdrehen der Sparrenhölzer die Überblattung aus der Verbindung kommt und so dem Sparrenpaare keinen verläßlichen Stützpunkt mehr bieten würde.

Bei Dächern, wo die Sparrenpaare am First einen größeren Winkel als 90° bis zu 150° einschließen, ist es vorteilhaft, den Scherzapfen so zu konstruieren, daß der Zapfen nach $\alpha$ bis $\beta$ (Fig. 8 *a* und *b*, T. 31) rechtwinklig zum Sparren geschnitten, dementsprechend auch die Schere ausgearbeitet wird. Mit dieser Konstruktion wird ein verläßlicherer Stützpunkt beim Zusammentreffen der beiden Sparren geschaffen und außerdem die Arbeit vermindert, weil sowohl das Ausarbeiten der Schere als auch das Aufschlagen des Dachstuhles einfacher ist als beim normalen Scherzapfen, bei welchem zum Aufstellen des Dachstuhles beide Sparren in ihre Verbindung gehoben werden müssen. Die Verbohrung liegt hier im Schnittpunkte der Winkelhalbierung $\alpha$ und $\beta$.

Der Scherzapfen bei Krüppelwalmdächern u. dgl. wird am Schopf vorteilhaft nach Fig. 9, T. 31, gemacht. Bei flachen Dächern, wo die Sparren am First einen größeren Winkel als 150° einschließen, werden die Sparren bloß stumpf aneinandergestoßen und verklammert (Fig. 11 und 12, T. 28).

Bezüglich Dimensionierung der Hölzer und Ermittlung der freien Sparrenlänge *d* gelten die vorstehend angegebenen Daten bzw. die Tabelle II. Diesen Daten sind auch die in dem Beispiel Fig. 1 verzeichneten Dimensionen angepaßt.

In Fig. 1 *a*, T. 28, bedeutet *d* die horizontale Distanz der Mittelpfette von der Fußpfette. Die horizontale Entfernung *a* der Mittelpfette vom Firste soll bei flachen Dächern nicht größer als $\frac{1}{2}\,d$ und bei steilen Dächern zwischen $\frac{1}{2}$ und $1\,d$ betragen.

Die in vorliegendem Beispiele (Fig. 1, T. 28) angenommenen Minimaldimensionen von 13/16 für Sparren und Kopfbüge, 16/21 für Pfetten, 16/18 für Stuhl-

säulen und Sprengriegel, 16/16 für Sprengbänder und 18/21 für Bundträme reichen noch für die gewöhnlichen Hauptgespärre, ohne Rücksicht auf die Dachneigung, bei den in der folgenden Tabelle III verzeichneten Hausbreiten aus:

Tabelle III.

| Zulässige Hausbreiten für die Minimaldimensionen der Dachstuhlbestandteile in Metern | Einfaches Ziegeldach | Doppeltes Ziegeldach | Einfaches Schiefer-, Asbestzementschiefer- oder Falzziegeldach | Doppeltes Schieferdach | Einfaches Schindeldach | Doppeltes Schindeldach | Eindeckung mit Blech od. Dachpappe auf Schalung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Entfernung der Hauptgespärre in Metern | 4·00 | 10·50 | 10·00 | 13·00 | 12·00 | 11·50 | 11·00 | 16·00 |
| | 5·00 | 9·50 | 9·00 | 12·00 | 11·00 | 10·50 | 10·00 | 15·00 |

Für größere Hausbreiten sind die stärker beanspruchten Konstruktionsteile bis auf folgende Querschnitte zu verstärken, und zwar: die Bundträme auf 18/24, die Pfetten auf 18/21, die Stuhlsäulen auf 18/18, die Sprengriegel und Sprengbänder auf 16/21 bis 18/21. Desgleichen müssen bei Anwendung abnormer Konstruktionsteile (Verschalungen u. dgl.) sowie auch bei Grat- und Ixengespärren die erforderlichen Verstärkungen durchgeführt werden.

Der hier beschriebene Doppelstuhl und seine weiter geschilderten Abarten haben gegenüber allen anderen hölzernen Dachstühlen, welche hie und da noch angewendet werden, folgende Vorteile:

1. Die Sparren sind näher dem Firste, welcher der weniger verläßliche Stützpunkt ist, auf Pfetten aufgelagert.

2. Der Doppelstuhl gestattet eine einfache, leicht auszuführende Konstruktion der Anschlüsse beim Zusammentreffen verschieden breiter Trakte bzw. bei ungleicher Höhe der Kranzgesimse in anschließenden Fassaden.

3. Er ist sehr leicht aufzustellen und anzuarbeiten.

4. Durch das Vorhandensein der vertikalen Stuhlsäulen wird das Abteilen des Dachbodenraumes sehr erleichtert.

Der zwischen den Stuhlsäulen verbleibende Mittelgang erhält eventuell einen Bretterbelag, welcher gegen das Dachbodenpflaster zu stützen ist. Um diesen Mittelgang bequem benützen zu können, soll der Sprengriegel mindestens 1·90 *m* über dem Bundtram liegen.

### *d*) Die Abarten des Doppelstuhles.

Die im folgenden beschriebenen Abarten des Doppelstuhles zeigen sehr deutlich, wie außerordentlich anpassungsfähig und einfach die ganze Konstruktion ist. Nur muß immer beachtet werden:

1. die richtige Konstruktion des doppelten Hängwerkes;

2. die horizontale Verbindung der Sparrenfüße durch die Bundträme, indem letztere sowohl mit der Mauerbank als auch mit der Fußpfette verkämmt werden. Ist aber eines dieser Hölzer mit den anderen nicht in direkter Berührung, so muß das Einbinden desselben in die Konstruktion durch Anwendung von Zangen erfolgen.

Abart *a* (Fig. 2, T. 28). Bei flachen Dächern und verhältnismäßig geringerer Hausbreite kann es zur Erlangung der zwischen Bundtram und Sprengriegel als Minimum geforderten Höhe von 1·90 *m* notwendig werden, die Fußpfette über den Bundtram hinauf zu heben.

Das Einbinden der mit dem Bundtram nicht verkämmten Fußpfette erfolgt durch Doppelzangen, welche bis zu den Sprengbändern reichen müssen und mit diesen überschnitten und verbolzt werden.

A b a r t *b* (Fig. 3, T. 28). Soll der Dachraum eine noch größere Höhe erhalten, so kann man K n i e s t ü h l e anordnen. Hierbei wird die Fußpfette auf kurze, sogenannte Kniesäulen, welche in die Bundträme verzapft werden, gestützt und mittels Kopfbüge gegen diese abgesteift.

Diese knapp an die Mauer gestellten Kniesäulen werden durch Doppelzangen, welche die Sprengbänder und Hängsäulen umfassen, gegen den Dachraum verhängt; mit der Fußpfette sind die Zangen überschnitten oder verkämmt.

A b a r t *c* (Fig. 4, T. 28). Muß mit der Konstruktionshöhe des Daches gespart werden, so kann die Mauerbank gleichzeitig als Fußpfette gelten, wobei die Bundträme stumpf an dieselbe anstoßen und mit ihr durch je zwei starke eiserne Bänder verbunden werden (siehe Detail I zu Fig. 4). Diese Bänder werden mit dem Bundtram verbolzt und ihre auf 2 bis 3 *cm* abgebogenen Enden in den Bundtram eingeschlagen. Der vordere, als Rundeisen zugearbeitete und mit Schraubengewinden versehene Teil dieser Bänder wird durch die in der Fußpfette vorgebohrten Löcher gesteckt und dort mit starken Schraubenmuttern bei Anwendung großer Unterlagsplatten festgeschraubt.

A b a r t *d* (Fig. 5, T. 28). Sollte bei geringen Hausbreiten wegen Raummangel die Anwendung von Stuhlsäulen ausnahmsweise untunlich sein, so kann besonders bei Anwendung von Kniestühlen der Dachstuhl derart konstruiert werden, daß der Sprengriegel als Doppelzange ausgebildet und mit den Pfetten und Sparren überschnitten wird. Die Sprengbänder stemmen sich hierbei mit ihrem Zapfen zwischen die beiden Zangenhölzer und werden mit denselben verbolzt (siehe Detail zu Fig. 5). Weil bei dieser Anordnung die Mittelpfette nicht durch Kopfbüge verstärkt werden kann (da die Stuhlsäulen fehlen), darf keine große Hauptgespärredistanz angenommen werden.

A b a r t *e* (Fig. 6, T. 28). Erhalten die beiden Fronten eines Gebäudes ungleich hohe Dachsäume, so kann man, ohne den First aus der Dachmitte zu verrücken, den beiden Dachflächen verschiedene Neigungen geben und die beiden Hälften des Dachstuhles in verschiedener Weise ausführen. So z. B. kann die steile Dachhälfte als normaler Doppelstuhl, die flache jedoch nach der Abart *a* oder mit Kniestuhl nach Abart *b* hergestellt werden, oder es können irgend zwei der vorgenannten Abarten miteinander kombiniert werden.

Die Mittelpfette der flacheren Dachhälfte muß hierbei höher als gewöhnlich liegen, daher muß auch die betreffende Stuhlsäule um das erforderliche Maß nach oben verlängert werden.

Muß bei derartig ungleicher Konstruktion der beiden Dachhälften der First aus der Mitte verschoben werden, so soll dies nicht zu weit erfolgen, damit nicht zu ungleiche Belastungen auf die beiden Stuhlsäulen entfallen, wodurch eine Verdrehung des ganzen Systems eintreten könnte. Bloß in manchen Fällen, z. B. wenn bei einem einfachen Gebäudetrakt mit anschließendem Gange in der Mittelmauer viele Rauchschlote liegen, ist eine derartige Konstruktion mit ungleichen Dachhälften ohne Gefahr einer Verdrehung ausführbar, weil letztere durch die vielen Rauchschlote verhindert wird.

### *e*) D e r F l u g s t u h l.
(Fig. 7 und 8, T. 28.)

Pultdächer für größere Hausbreiten erfordern auch eine Unterstützung der Sparren zwischen First und Fuß. Diese Unterstützung erfolgt am einfachsten durch eine Pfette, welche in der Sparrenmitte angeordnet, von Stuhlsäulen getragen und gegen diese noch durch Kopfbüge abgesteift wird. Zur Entlastung des Bund-

trames von dem Drucke der Stuhlsäule wird selbe wie beim einfachen Stuhle, durch 2 Sprengbänder gestützt (Fig. 7). Die Firstpfette ruht auf den Wandsäulen und ist gegen diese durch Kopfbüge abgespreizt.

Im übrigen gelten hier dieselben Konstruktionsdetails und Minimaldimensionen, wie sie für den einfachen Stuhl und Doppelstuhl angeführt wurden; als zulässige größte Hausbreite kann von den in Tabelle III angegebenen Werten zirka 0·6 angenommen werden. In Tabelle II gilt als freie Länge *d* wieder die horizontale Entfernung je zweier Pfetten.

Auch für Pultdächer sind sämtliche Abarten des Doppelstuhles anwendbar, doch tritt deren Notwendigkeit seltener ein.

Die normale Ausführung des Flugstuhles (Fig. 7) beeinträchtigt die Kommunikation im Dachraume durch die gegen die Pultwand gerichteten Sprengstreben. Diesem Übelstande könnte dadurch abgeholfen werden, daß man diese Streben durch horizontale Spannriegel ersetzt, welche sich gegen die Wandsäule an der Pultwand stützen. In diesem Falle wird aber durch die mittlere Stuhlsäule der Bundtram belastet und durch den Spannriegel ein Seitenschub gegen die Pultwand ausgeübt. Es wird daher die Anwendung der Abart *d*, nach Fig. 8, T. 28, für diesen Fall zweckmäßiger sein.

### *f*) Der verstärkte Pfettenstuhl.
(Fig. 9, T. 28.)

Für Hausbreiten über 15 *m* oder bei schwächeren Hölzern, als früher angegeben, muß die Mittelpfette näher zum Firste gerückt und zwischen derselben und der Fußpfette noch eine Zwischenpfette eingeschaltet werden. Diese Zwischenpfette wird durch ein kurzes, in das Sprengband doppelt versetztes Holzstück und eine kurze Stuhlsäule unterstützt. Letztere wird dann in die untere Seite des Sprengbandes verzapft und mit zwei kurzen Sprengbändern gegen den Bundtram abgespreizt (siehe Detail I, Fig. 9 *a*, T. 28). Von der Stuhlsäule gegen die Zwischenpfette sind auch Kopfbüge anzuordnen. Die ganze Konstruktion besteht also gleichsam aus einem Doppelstuhl, in welchem zwei einfache Stühle (Flugstühle) eingeschaltet sind. Die beiden inneren Sprengbänder der einfachen Stühle übertragen aber auch Vertikaldrücke auf den Bundtram, daher muß die Verbindung des Bundtrames mit den Stuhlsäulen des Doppelstuhles (Detail II, Fig. 9 *b*) unbedingt durch Hängeisen bewirkt werden und der doppelte Hängebock überhaupt als solides Hängewerk konstruiert sein.

Die Fußpfetten und Mittelpfetten, dann die Stuhlsäulen und Sprengbänder der eingeschalteten einfachen Stühle können dieselben Dimensionen erhalten, wie selbe für einfache Stühle nach der sich hier ergebenden freien (horizontal gemessenen) Sparrenlänge *d* notwendig wären.

Der Bundtram, dann die Stuhlsäulen, der Spannriegel und die Sprengbänder des Doppelstuhles müssen entsprechend größere Querschnitte erhalten, weil diese Konstruktionsteile auch die Lasten der eingeschalteten einfachen Stühle zur Hälfte übernehmen müssen.

Bei solchen Dachstühlen empfiehlt es sich daher, die Entfernung der Hauptgespärre nicht größer als 4 *m* anzunehmen. Unter dieser Voraussetzung und für Hausbreiten unter 20 *m* werden nachfolgende Querschnitte zumeist ausreichen, und zwar: Bundtram $^{21}/_{24}$, Doppelstuhlsäulen $^{16}/_{21}$ oder $^{18}/_{21}$ (je nach der Breite der Mittelpfetten), Sprengriegel und Sprengbänder $^{18}/_{18}$ bis $^{18}/_{21}$. Die zum Aufhängen des Bundtrames dienenden Hängeisen erhalten 45 bis 50 *mm* Breite und 10 bis 12 *mm* Stärke, die Schraubenbolzen 15 bis 16 *mm* Durchmesser.

Der verstärkte Pfettenstuhl ist nur für die normale Ausführung, nicht aber für die Abarten geeignet und soll im allgemeinen nur ausnahmsweise angewendet werden, z. B., wenn ein Traktteil in einem Gebäude eine Hausbreite von 16 bis 20 *m* erhalten muß.

### *g*) Dachstühle für Holzzementeindeckung.
(Fig. 10 bis 12, T. 28.)

Holzzementdächer können bei ihrer sehr flachen Dachneigung (5%) bei minder wichtigen Objekten direkt die Decke des obersten Geschosses bilden, indem die Dachsparren gleichzeitig als Deckenträme benützt und an der unteren Seite verschalt und stukkaturt werden.

Besser und solider ist die Anordnung eines zirka 1 *m* hohen Dachbodenraumes zwischen der Decke des obersten Geschosses und dem Dache, welcher behufs Untersuchung des Dachgehölzes durch eine Einsteigöffnung vom Dache oder von der Decke aus zugänglich ist und durch Ventilationskanäle gut ventiliert sein muß. Dieser Raum bildet eine gute Isolierung gegen Temperaturwechsel.

In beiden vorangeführten Fällen ruhen die Sparren mit den Enden direkt auf den tragenden Mauern, bei größerer freier Länge der Sparren außerdem noch auf Mittelpfetten, welche wieder direkt auf Scheidemauern oder bei Dachbodenräumen auf kurzen Ständern aufruhen, die sich ihrerseits auf Mauern oder auf entsprechend starke Deckenträger stützen. Die Schornsteine müssen dann vom Dache aus gereinigt werden.

Ist ein benützbarer Dachbodenraum zu schaffen, so wird ein vollständiger Dachstuhl herzustellen sein, welcher je nach der Hausbreite entweder als einfacher Stuhl (Fig. 10) oder als Doppelstuhl (Fig. 11) oder endlich als verstärkter Doppelstuhl (Fig. 12, T. 28) konstruiert werden kann. Für die zulässige freie Länge der Dachsparren gelten auch hier die in der Tabelle II enthaltenen Daten. Beim Satteldache kann aber wegen der geringen Dachneigung der Sparrenstoß beim Firste nicht als Stützpunkt betrachtet werden, weshalb bei Ermangelung einer Firstpfette die horizontale Entfernung der Mittelpfette vom Firste höchstens $\frac{1}{2}\,d$ betragen darf.

Am Firste werden die Sparrenpaare nicht überblattet, sondern bloß stumpf aneinandergestoßen und verklammert.

Nach dem Vorstehenden kann also bei Hausbreiten bis zirka 8 *m* der einfache Stuhl, darüber bis 12 *m* der Doppelstuhl und bis 16 *m* der verstärkte Stuhl angewendet werden.

Bei einer in der Längenmitte des Gebäudes durchlaufenden Mittelmauer kann der Bundtram durch diese direkt unterstützt werden. In diesem Falle kann eine Firstpfette mit direkter Unterstützung durch auf den Bundträmen aufruhenden Stuhlsäulen angeordnet werden und jede durch die Firstlinie getrennte Gebäudehälfte je nach der Hausbreite einen einfachen oder einen Doppelstuhl erhalten.

Die Holzverbindungen sind beim einfachen und Doppelstuhl wie für einfache und doppelte Hängwerke auszuführen, beim verstärkten Stuhl umfaßt der Spannriegel als Doppelzange mit einer Überschneidung sämtliche Stuhlsäulen und wird mit diesen verbolzt.

Für die Holzdimensionierung gelten auch die früher allgemein angegebenen Daten.

### *h*) Dachstühle bei Riegelbauten.
(Fig. 1 bis 7, T. 29.)

Bei Riegelbauten kommt der Dachkonstruktion auch die Aufgabe zu, die Riegelwände durch entsprechende steife Querverbindungen gegen eine Verdrehung durch Winddruck zu schützen. Es sind daher bei solchen Bauten leere Dachstühle ganz ausgeschlossen.

Für Hausbreiten, welche die jeweilig zulässige doppelte, freie Sparrenlänge nicht überschreiten, können bei Satteldächern einfache Stühle mit einer Firstpfette Anwendung finden (Fig. 1). Durch die von der Firstpfette zur Stuhlsäule herabgeführten Kopfbüge wird der erforderliche Längenverband hergestellt. Bei größeren

Hausbreiten werden Doppelstühle ohne Firstpfette angewendet (Fig. 2). Müssen Pultdächer angewendet werden, so erhalten dieselben in der Regel die Form von Flugstühlen.

Die Sprengbänder des einfachen oder des doppelten Stuhles werden steiler als die Sparren gestellt und bis zu den Wandständern, mit denen sie verzapft sind, herabgeführt. Die hierdurch erzielte Profilversteifung (Dreiecksverband) wird um so vollständiger sein, je tiefer die Strebenfüße herabreichen. Andrerseits dürfen die Streben nicht zu weit herabreichen, weil dadurch die lichte Höhe des Innenraumes beeinträchtigt wird.

Der bei dieser Konstruktion zweiteilig anzuordnende Bundtram umfaßt die Ständer, Streben und Stuhlsäulen und wird mit diesen überschnitten und verbolzt. Nachdem auch die Streben mit Ständer und Hängsäule verzapft und verbohrt, eventuell verbolzt werden, so ist damit eine fixe Dreiecksverbindung geschaffen, welche die Konstruktion im Zustande des Gleichgewichtes erhält.

Da die Wandständer auch den Seitenschub der Streben aufnehmen, so muß bei der Dimensionierung derselben darauf Rücksicht genommen und beachtet werden, daß, je flacher die Strebe angeordnet, desto größer dieser Seitenschub sein wird.

Will man die untere Seite der Dachsparren verschalen, so ist es zweckmäßig, über den Mittelpfetten an jedem Sparrenpaar einen Kehlbalken anzuordnen und an der unteren Seite derselben, wie die linke Hälfte der Fig. 2, T. 29, zeigt, die Verschalung festzunageln. Zwischen Fuß- und Mittelpfette wird diese Verschalung direkt an die untere Seite der Sparren befestigt.

Muß die Decke durchaus horizontal gehalten werden, so kann man, wie Fig. 2, T. 29 (rechte Hälfte), zeigt, auf die Bundträme Deckenträme legen und an der unteren Seite derselben die Verschalung annageln. In diesem Falle müssen die Bundträme für die Aufnahme der Deckenlast stärker gehalten werden. Dürfen die Bundträme unterhalb der Decke nicht vorragen, so muß die Decke vom Dachstuhle ganz getrennt werden.

Bei Riegelbauten tritt häufig die Notwendigkeit ein, das Dach behufs kräftiger Ventilation mit einem breiten D a c h r e i t e r (Aufbau über dem Firste) zu versehen. Hierbei kann man je nach der Dachneigung auf zweierlei Weise vorgehen. Bei steileren Dächern werden die Sparren am First bündig überblattet und bis zum Lot über die Mittelpfetten des Doppelstuhles verlängert (Fig. 3, T. 29). Hierdurch wird schon eine genügende Querversteifung des Dachreiters erreicht, so daß er selbst einen leeren Dachstuhl erhalten kann, dessen Fußpfetten in jedem Hauptgespärre durch Ständer unterstützt sind, welche in die Dachsparren verzapft und mit diesen verklammert werden. Die notwendigen Fensterständer der Dachreiterwände finden ihre Stütze auf einem zwischen den Wandständern eingezogenen Riegel *R*.

Bei flachen Dächern bis zur Neigung 1: 2 ist es vorteilhafter, die Stuhlsäulen bis zum Dache des Dachreiters emporzuführen und für den Dachreiter einen einfachen Stuhl einzuschalten (Fig. 4, T. 29). Die Sprengbänder dieses einfachen Stuhles werden bis zu den hier zweiteilig angeordneten Mittelpfetten des Doppelstuhles herabgeführt. Die Stuhlsäulen fungieren in ihrer oberen Verlängerung als Wandständer der Dachreiter, zwischen diesen werden die Riegel *R* zur Aufnahme der Fensterständer eingeschaltet.

Sind R i e g e l b a u t e n f ü r g r ö ß e r e H a u s b r e i t e n auszuführen, so richtet sich die Dcahkonstruktion nach der Konstruktion des Riegelbaues, da in solchen Fällen zumeist eine oder zwei Reihen von Mittelständern angeordnet werden. Zwischen den Wand- und Mittelständern werden dann einfache Stühle eingeschaltet. Ist z. B. nur e i n e R e i h e v o n M i t t e l s t ä n d e r n vorhanden (Fig. 5, T. 29), so läßt man auf diesen eine Firstpfette ruhen und schaltet rechts und links von der Mitte je einen einfachen Stuhl ein. Der Bundtram muß in dem

Falle zweiteilig sein und über die ganze Hausbreite reichen. Er umfaßt also alle Konstruktionshölzer und ist mit diesen überschnitten und verbolzt.

Bei Riegelbauten mit 2 Ständerreihen ist es nicht nötig, den Bundtram durchlaufend zu machen, dafür müssen aber die Ständer entsprechend stark sein. Die Konstruktion solcher Riegelbauten ist aus der Fig. 6, T. 29, zu entnehmen. Die Versteifung der ganzen Konstruktion wird durch das Tieferführen der Sprengbänder erzielt. Haben solche Riegelbauten auch Dachreiter zu erhalten, so kann diese Konstruktion vorteilhaft nach Fig. 7, T. 29, ausgeführt werden.

Für Riegelbauten mit Holzzementdach können ganz ähnliche Konstruktionen, wie dies früher für Holzzementdächer im allgemeinen angegeben wurde, angewendet werden (z. B. Fig. 8, T. 29); nur sind die Bundträme zweiteilig und so hoch anzuordnen, daß die von den Mittelpfetten gegen die Stuhlsäulen anzuordnenden Kopfbüge noch oberhalb der Bundträme zu liegen kommen.

### *i*) Säge- oder Sheddächer.
(Fig. 9 und 10, T. 29.)

Diese im Profil sägezahnartigen Dächer werden angewendet, um sehr breite Räume von oben gleichmäßig zu beleuchten, also für ausgedehnte Arbeits- und Fabrikräume, Ausstellungsbauten, Markthallen u. dgl. Die Beleuchtung erfolgt dann auf die Weise, daß in den Stütz- oder Rückenwänden (Pultwänden), welche lotrecht oder auch um 60 bis 70° geneigt sein können, Lichtflächen angeordnet werden.

Sheddächer können sowohl bei Massiv- als auch bei Riegelbauten angewendet werden. Die günstigste Dachneigung für selbe ist 1: 3. Zur Erzielung einer möglichst leichten Dachkonstruktion soll nur ein leichtes Eindeckungsmaterial (Blech, Dachpappe oder Asphaltpappe u. dgl.) verwendet werden. Die Ausführung kann nach 2 Arten erfolgen:

1. Nach Art der Pultdächer. Bei diesen stehen die Fensterflächen vertikal, die Sparren ruhen oben auf einer Wandpfette, unten auf einer Fußpfette und in ihrer Mitte auf einer von einem einfachen Stuhle getragenen Mittelpfette auf.

Die Fig. 9, T. 29, zeigt das Beispiel eines Sheddaches für einen Riegelbau. Hierbei umfassen die zweiteiligen Bundträme die Wandständer, Stuhlsäulen und die Sprengbänder und sind mit diesen überschnitten und verbolzt. Die Stöße der Bundträme werden mit schiefer Anblattung durchgeführt und so verteilt, daß bei jedem Wandständer nur eines der dort zusammenkommenden Hölzer gestoßen wird (also nur der Bundtram oder die auf denselben ruhende Pfette).

Die horizontale Entfernung der Dachpfetten richtet sich zwar nach der in Tabelle II angegebenen freien Länge $d$, doch wird diese niemals erreicht werden, weil die Stützweite der einzelnen Flugstühle bei Sheddächern nicht größer als höchstens 7 $m$ zu wählen ist. Die Entfernung der Hauptgespärre ist nicht größer als 4 $m$ anzunehmen. Die Leergespärre werden wie gewöhnlich in Distanzen von 0·80 bis 1·25 $m$ angeordnet. Die Unterseite der Sparren kann durchlaufend mit Brettern und Fugleisten oder mit Gipsdielen, Korksteinplatten u. dgl. verschalt werden.

2. Ohne Leergespärre. Diese in Fig. 10, T. 29, dargestellte Art eines Sheddaches eignet sich mehr für Massivbauten. Hierbei werden nur Hauptsparren auf 3 bis 4 $m$ Entfernung angeordnet, auf dieselben Dachpfetten in Entfernungen von 0·90 bis 1·20 $m$ aufgekämmt, auf welche die Dacheinschalung zu liegen kommt. Die Wände zur Aufnahme der Lichtflächen werden behufs Verringerung der Stützweite der Sparren nicht lotrecht, sondern senkrecht zur Dachfläche angeordnet. Die Bundträme werden mittels Anblattung, am besten über kurzen Sattelhölzern gestoßen und letztere auf durchlaufende Pfetten aufgekämmt. Die Stöße sind möglichst zu verteilen. Die Pfetten können durch hölzerne Ständer oder eiserne Säulen bei jedem oder jedem zweiten Bundgespärre unterstützt werden.

Bei allen Sheddächern müssen die Zwischenrinnen mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden, damit das Wasser auch bei Ansammlung von Schneemassen ungehindert abfließen kann.

### *k*) Mansarddächer.
(Fig. 12, T. 29.)

Diese können als zwei übereinandergesetzte Dachstühle betrachtet werden, von denen der untere steile und der obere flache Dachflächen besitzt. Dadurch können hohe, geräumige Dachbodenräume erzielt werden.

Die Fig. 12 zeigt die Ausführung von Mansarddachstühlen neuerer Konstruktion, und zwar: *a*) ein ganzes, *b*) ein halbes Mansarddach mit Doppelstuhl und *c*) ein halbes Mansarddach mit liegendem Stuhle. Die Fig. 29, T. 27, zeigt einen Mansarddachstuhl alter Konstruktion.

### *l*) Kuppel- und Turmdächer.
(Fig. 11, 13 und 14, T. 29.)

Die Konstruktion solcher Dachstühle kann eine sehr verschiedene sein. Für gekrümmte Dachformen werden gewöhnlich geschnittene oder gebogene Bohlenbögen angeordnet und mit dem Dachgerüste durch Zangen und Schraubenbolzen verbunden.

Die geschnittenen Bohlenbögen „System Delorme" (Fig. 11 *a*) werden so wie Gewölbelehrbögen hergestellt, indem man 2 bis 3 Lagen kurzer Pfostenstücke mit Fugenwechsel nach der gewünschten Form zusammennagelt und sie dann genau nach der Form ausschneidet.

Die gebogenen Bohlenbögen „System Emy" (Fig. 11 *b*) können nur nach einer Seite gekrümmt werden, indem man möglichst lange Bretter übereinanderlegt, sie durch Beschweren u. dgl. entsprechend krümmt und dann mit Eisenbändern und Schraubenbolzen zu einem Ganzen verbindet.

Die Fig. 13 und 14 zeigen Beispiele von solchen Dachstühlen.

## 3. Der Werksatz.

Die Konstruktion eines Daches wird durch den Werksatz, d. i. der Grundrißplan der Dachkonstruktion, und durch eine entsprechende Anzahl Profile dargestellt.

Die Profile müssen so gewählt und in solcher Anzahl gezeichnet werden, daß aus denselben alle für die Ausführung nötigen Details entnommen werden können.

Die Projektierung der Dachkonstruktion eines Gebäudes erfolgt am besten in folgender Weise:

Vor der Projektierung muß man sich über die Wahl der Dachrinne entschieden haben, weil die Höhenlage der Sparrenoberfläche von derselben abhängt. Weiters muß bekannt sein, wie stark die Lattung oder Verschalung ist, eventuell ob beide angewendet werden.

Man konstruiert sich nun zuerst ein Profil des Dachstuhles unter Berücksichtigung der durch den Dachraum führenden Schlote, bei denen die Mittelpfetten vorbeiführen müssen. Hierbei ist zunächst festzustellen, ob die Bundträme auf Mauerbänke aufgelegt werden können oder eingemauert werden müssen.

Ist kein Kniestockmauerwerk vorhanden, so kann der Bundtram entweder direkt auf das Mauerwerk (Fig. 1, T. 31) oder auf eine Mauerbank aufgelegt werden (Fig. 2, T. 31). Ist ein Kniestockmauerwerk vorhanden, so soll dieses womöglich 45 *cm* stark sein; ist nun die Umfangsmauer des obersten Geschosses auch nur 45 *cm* stark, so muß der Bundtram am Ende eingemauert werden (Fig. 3, T. 31);

ist dagegen die Umfangsmauer stärker, so ergibt sich ein Mauerabsatz, auf den eine Mauerbank aufgelegt werden kann, auf welcher der Bundtram dann aufruht (Fig. 4, T. 31). Diese Mauerbank wird flachkantig verlegt und mit $^{12}/_{15}$ *cm* dimensioniert, da der Mauerabsatz auch nur 15 *cm* breit ist und die Mauerbank nicht vorstehen soll.

Die Fußpfette liegt entweder am Gesimsmauerwerk (Fig. 1, 3, 4, T. 31) oder neben demselben auf kurzen Ständern, die in die Bundträme eingezapft sind (Fig. 5 und 6, T. 31). Letztere Art ist gebräuchlicher und vorteilhafter, weil die Dachlast das Mauerwerk nicht direkt belastet, daher auch keine Erschütterungen bei Wind und auch keine Seitenschübe auftreten können und der Dachstuhl unabhängig von der Aufmauerung der Kniestockmauer schon in der Stockwerksgleiche aufgeschlagen werden kann.

Ist das Profil festgelegt, so zeichnet man den Umriß des obersten Gebäudegeschosses samt der äußersten Gesimskante und aller durch den Dachraum führenden Mauern (Feuer-, Brand-, Lichthofmauern, Schlote usw.). In diesen Plan werden alle Verschneidungslinien der Dachflächen (Firste, Grate und Ixen), letztere als feine Linien eingezeichnet, sodann beginnt man mit der Einzeichnung des Werksatzes.

Im Werksatze werden horizontal liegende Hölzer, wie Mauerbänke, Bundträme, Pfetten, Zangen, Spannriegel usw., in wahrer Breite nach dem Maßstab der Zeichnung dargestellt, vertikale Hölzer nach dem Querschnitt gestrichelt, die Mittellinien der Bundträme strichpunktiert, jene der Sparren gestrichelt, die Verschneidungslinien mit feinen Linien voll ausgezogen.

Die Austeilung der Hauptgespärre erfolgt auf 3 bis 5 *m* Entfernung nach dem Grundsatze, daß alle Pfettenenden unterstützt sein müssen und daß neben den Feuer- und Giebelmauern sowie beiderseits der Brandmauern ein Hauptgespärre anzuordnen ist. Hochgelegene Rammenatbögen des obersten Geschosses sollen mit Bundträmen nicht direkt belastet oder, wenn dies unvermeidlich ist, mit Entlastungsträgern vor übermäßiger Belastung geschützt werden.

Zwischen den Hauptgespärren werden die Leergespärre in Entfernungen von 0·80 bis 1·25 *m* eingeteilt und im Werksatz durch Zeichnung ihrer Sparrenmitte mit gestrichelten Linien bezeichnet.

Unter den Firstendpunkten muß ein Haupt- o d e r Leergespärre angeordnet werden.

In der ganzen Dachkonstruktion darf kein Holzstück schweben, alle Konstruktionsteile müssen solid unterstützt sein.

Ist ein Dachraum durch Brandmauern unterteilt, so darf kein Holzstück aus einer Dachbodenabteilung in die andere reichen.

Im besonderen gelten für die verschiedenen Dachformen und Gebäudegrundrisse folgende Anhaltspunkte:

*a*) Bei einem S a t t e l d a c h e mit beiderseitigen Stirn- oder Giebelmauern (Fig. 1, T. 30) werden knapp an dieselben die äußersten Hauptgespärre gestellt und die übrigen Hauptgespärre nach den vorangeführten Grundsätzen ausgeteilt.

*b*) Bei einem W a l m d a c h e (Fig. 2, T. 30) werden die äußersten Hauptgespärre unter die Enden der eventuell vorhandenen Mittelpfetten gelegt, damit diese Enden durch Stuhlsäulen unterstützt werden können. Die Pfette des Walmes wird mit den Mittelpfetten der Langseite bündig überblattet und gegen die Stuhlsäulen durch zangenartige Kopfbüge gestützt (Fig. 3 *b* und *e*, T. 30).

Gegen diese Eckstuhlsäulen stützen sich die G r a t s p a r r e n und gegen die Gratsparren die oberen Enden der angeschifteten Leersparren.

Diese Leersparren üben auf die Fußpfette einen nicht unbedeutenden Horizontalschub aus, weshalb die Fußpfette der Walmseite gegen das Hauptgespärre verankert werden muß. Dies erfolgt bei Dachstühlen, bei denen die Fußpfette auf den Bundträmen aufgekämmt ist, durch kurze Bundtramstücke, die, unter den letzten Stuhlsäulen beginnend, senkrecht zum letzten Hauptgespärre angeordnet

werden. Ist die Distanz zwischen diesen Bundtramstücken über 6 *m*, so wird in der Mitte ein drittes eingeschaltet. Diese Bundtramstücke werden mit der Mauerbank und Fußpfette verkämmt und mit dem Bundtram des letzten Hauptgespärres verzapft und verklammert (Fig. 7 *A* und *D*, T. 31). Bei höher liegender Fußpfette (Fig. 2 *c*, T. 30) können die Bundtramstücke mit der Fußpfette nicht verkämmt werden, weswegen auch Sprengbänder und Doppelzangen und beim Kniestock auch Kniesäulen erforderlich sind, welche wie beim Hauptgespärre konstruiert werden.

An den Ecken werden die Fußpfetten bündig überblattet und mit ebenfalls bündig überblatteten, unter 45° angeordneten Zangen *W* (Fig. 3 *f*, T. 30) gegen das Hinausschieben gesichert.

Bei Dachstühlen nach Profil 5, T. 31, bei denen die Fußpfette auf Säulchen aufruht, wie z. B. bei Fig. 2, T. 30, müssen in den Ecken diagonale Bundtramstücke angeordnet werden, in welche die in den Ecken stehenden Säulchen verzapft werden. Diese Bundtramstücke werden mittels eines Wechsels *w* mit den nächstliegenden Bundträmen verbunden.

Die übrigen Hauptgespärre werden nach den allgemeinen Regeln ausgeteilt und ist hierbei nur darauf zu achten, daß sich die beiden Gratsparren im Firste gegen ein Leer- oder Hauptgespärre stemmen.

*c*) Hat das Gebäude an beiden Fronten gleichmäßig vorspringende Mittel- oder Flügelrisalite (Fig. 2, T. 30), so werden in der Regel die Mittelpfetten in beiden Trakten in gleicher Höhe angeordnet, dabei ist aber zu beachten, daß die Mittelpfetten nicht näher als ½ *d* und nicht weiter als 1 *d* vom Firste entfernt liegen. Diese Anordnung entspricht dem Verhältnisse 3: 4 der Trakttiefen, welche auch selten überschritten werden dürfte.

Im Anschlusse der beiden Trakte ergibt sich ein Hauptgespärre (bzw. Hängwerk) mit 4 Stuhlsäulen, die sämtlich bis zur Mittelpfette reichen (Fig. 2 *b*, T. 30); der durchlaufende Sprengriegel wird als Doppelzange ausgebildet. Da der Bundtram dieses Gespärres durch die zwei inneren Stuhlsäulen belastet wird, muß die Verbindung der äußeren Stuhlsäulen mit dem Bundtram nicht bloß mit Klammern, sondern auch mit Hängeisen erfolgen (Fig. 5 *f*, T. 30).

Sind nur an einer Gebäudefront Risalite angeordnet (Fig. 3, T. 30), so werden die Mittelpfetten der beiden Trakte nach ähnlichen Grundsätzen wie früher ausgeteilt; es ergibt sich daher im Anschlusse der beiden Trakte ein Hauptgespärre mit 3 Stuhlsäulen (Fig. 3 *c*, T. 30), welches ganz so konstruiert wird wie das früher besprochene mit 4 Stuhlsäulen.

*d*) Bei der Eckkreuzung zweier Gebäudetrakte mit gleich hoher Firstlinie (Fig. 5, T. 30) ist ein Grat- und ein Ixensparren erforderlich, welche sich im Firste gegeneinander stemmen. Die Austeilung der Eckbundgespärre kann im Falle, als die Bundträme auf Mauern gestützt werden können, am besten so erfolgen, daß die einzelnen Bundtramstücke abwechselnd ineinander verzapft werden (Fig. 5 *a*, T. 30); Mittel- oder Scheidemauern können zur Unterstützung dieser Bundtramstücke verwendet werden.

Ist eine derartige Unterstützung nicht möglich, so muß in der Grat- und Ixenlinie ein vollständiges, als solides Hängwerk konstruiertes Hauptgespärre angeordnet werden, an welches sodann die verlängerten Bundgespärre angeschiftet und mit diesem verzapft und verklammert werden (Fig. 4, T. 30).

Der gleiche Vorgang ist bei jeder nicht rechtwinkligen Traktkreuzung einzuhalten.

Kreuzen sich zwei ungleich breite Trakte mit gleichgeneigten Dachflächen (Fig. 7, T. 31), also mit verschieden hohen Firstlinien, so werden die Mittelpfetten beider Trakte wie bei Risaliten in gleicher Höhe geführt. Sie sind also im breiteren Trakte bis auf maximal 1 *d* und im schmäleren ungefähr

auf $\frac{1}{2}\,d$ der freien Sparrenlänge von der Firstlinie anzuordnen. Die Bundträme werden nach ähnlichen Grundsätzen, wie früher angegeben, ausgeteilt.

*e*) Schließt ein schmälerer Trakt an einen breiteren Haustrakt an (Fig. 5, T. 30), so werden die Mittelpfetten wieder in gleiche Höhe gelegt. An der Anschlußstelle sind 2 Bundträme des Haupttraktes in den ersten Bundtram des Nebentraktes bei *n* einzuzapfen, deshalb ist das letztere Hauptgespärre des Nebentraktes als solides Hängwerk mit Hängeisen zu konstruieren, oder man trachtet, Mauerteile als Unterstützung der Kreuzungsstellen zu benützen. Bei sehr geringer Breite des anschließenden Nebentraktes kann man auch die Firste beider Trakte gleich hoch halten und die Mauerbänke für den leeren Dachstuhl des Anbaues in der Höhe der Mittelpfetten des Haupttraktes legen (*n n'*, Fig. 1 *a* und *b*, T. 30). Diese Anordnung wird bei Stiegenhäusern wegen der beim Stiegenaustritte erforderlichen Höhe häufig notwendig.

## 4. Anschiften der Leersparren an die Grat- und Ixensparren.

Die verkürzten Leersparren bei den Graten und Ixen (Schiftsparren) müssen so zugeschnitten werden, daß sie an die vertikalen Seitenflächen der Grat- und Ixensparren sich genau anschmiegen (Schmiegeflächen), wo sie dann mit langen Schiftnägeln befestigt werden.

Einfache Schiftsparren erhalten nur an einem Ende, doppelte Schiftsparren (Doppelschifter) an beiden Enden Schmiegeflächen; letztere Sparren kommen bei Risaliten vor, wo sie oben am Grat und unten am Ixensparren angeschiftet werden.

Die lotrechten Kanten der Schmiegefläche werden Lotschmiege, die beiden anderen Backenschmiege genannt.

Für Dachverschneidungen von gleich geneigten Dachflächen genügt die Bestimmung einer solchen Schmiedefläche, bei ungleichen Dachneigungen muß für jede Dachneigung die Schmiegefläche bestimmt werden.

Um nun die Schiftsparren zuschneiden zu können, ist es notwendig, die wahre Länge der Grat-, Ixen- und Schiftsparren zu ermitteln. Der Zimmermann nennt dies das „Heraustragen".

Hierzu braucht der Zimmermann nur ein Gespärre in wahrer Größe und Lage, d. h. Neigung aufzustellen oder sich vorzureißen, welches Lehrgespärre genannt wird. Aus diesem Lehrgespärre wird, da die Dachflächen die gleiche Neigung haben, auch die Neigung und Größe jedes Schifters, somit auch die Richtung der Schmiegen entnommen werden können (s. Fig. 7 *F*, T. 31). Der Gratsparren wird sonach ausgelegt, und zwar so, daß die abgeschnürte Gratlinie des Daches mit der Mittellinie der oberen Fläche des Balkens zusammenfällt. Die eine Hälfte dieser oberen Fläche des Gratsparrens gehört sonach der Dach-, die andere Hälfte der Walmfläche an. Der Querschnitt des Gratsparrens ergibt sich als ein Fünfeck.

Die Konstruktion der wahren Größe des Gratsparrens und der Schiftsparren ist aus Fig. 7 *F*, T. 31, zu entnehmen, und zwar ist *a b* die Länge des Gratsparrens, *a c*, *a d*, *a e* und *a f* die Länge der Schiftsparren der Walmseite.

Die schraffierten Parallelogramme auf dem „Lehrgespärre" geben die senkrechten Projektionen der Schmiegeflächen an, deren wahre Größe durch Auslegen mit dem Gratsparren gefunden wird.

Die wahre Größe der Backenschmiege (*m n*) erhält man als Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreieckes, dessen eine Kathete die Breite des Sparrenquerschnittes ist (13 *cm* — Fig. 7 *G*, T. 31) und dessen zweite Kathete man leicht durch Anreißen auf dem ausgelegten Sparren bekommt. (Bei rechtwinkliger Kreuzung $= 45^{0}$.)

Konstruiert man sich nun so ein Dreieck und legt es dementsprechend auf den Sparren, reißt sich die Hypotenuse vor, lotet die Eckpunkte der Hypotenuse bei richtiger Neigung des Sparrens ab, so hat man die Schmiegefläche

vorgerissen (Fig. 7 *G*, T. 31). Ist ein Schiftsparren nach der Schmiegefläche zugeschnitten, so dient derselbe als „Lehre" für alle anderen, vorausgesetzt, daß die Dachneigungen dieselben sind.

Statt sich ein wie vor bestimmtes, rechtwinkliges Dreieck wirklich zu konstruieren, genügt es auch, bloß die entsprechenden Längenmaße aus dem Lehrgespärre bzw. aus dem ausgetragenen Gratsparren zu entnehmen, die Richtung der Dreieckseiten aber einfach durch entsprechendes Anlegen des eisernen Winkels zu bestimmen.

Ganz ähnlich wie für die Gratsparren erfolgt das Heraustragen der Ixen- oder Kehlsparren. Die Schifter unterscheiden sich hierbei von denen bei Gratsparren nur dadurch, daß die Schiftflächen nicht an dem oberen, sondern an dem unteren Ende vorkommen. Als einfache Schifter treffen sie am Firste mit einem Schifter oder Sparren zusammen und sind mit diesem wie gewöhnlich mittels des Scherzapfens oder der bündigen Überblattung verbunden. Als doppelte Schifter schließen sie am oberen Ende an den Grat-, am unteren Ende an den Ixensparren an. Bei regelmäßigen Dächern sind beide Schmiegeflächen (Grat und Ixen) gleich, aber in ihrer Richtung entgegengesetzt.

Die Ermittlung der Schmiegeflächen für Ixensparren erfolgt auf die gleiche Weise wie bei den Gratsparren.

Die Ixensparren selbst sollten eigentlich rinnenartig ausgenommen sein, nachdem aber die Eindeckung in der Ixe keine scharfe Rinne bilden darf, sondern ausgeflacht werden muß, so ist es einfacher, dem Ixensparren ein rechteckiges Profil zu geben und die vertikalen Flächen als Schmiegeflächen auszunützen.

Manchmal wird der Ixensparren etwas tiefer gelegt als die anderen Sparren, die Schifter werden dann auf den Ixensparren aufgeklaut, so daß dann wieder eine scharfe Ixenlinie entsteht, welche aber durch Einlegen eines Brettes ausgeflacht werden kann.

Im Verfallungsgrate, der sich bei der Verbindung verschieden hoher Firstlinien ergibt, können ebenfalls Gratgespärre angeordnet werden, welche bis zu einer geeigneten Unterstützung an einen Kehlbalken oder an die Mittelpfette reichen (*x*, *y*, Fig. 7 *A* und *D*, T. 31). Man kann auch die Walmdachfläche des größeren Daches unabhängig von dem kleineren Dache herstellen, den Ixensparren an den Gratsparren der Walmfläche anschiften und zwischen Ixen- und Verfallungsgratsparren sogenannte Reitersparren einschalten, welche sich gegen die Ixen- und Gratsparren als Doppelschifter stützen.

## *F.* Eiserne Dachkonstruktionen.

(Tafel 32.)

Je nach der Widmung eines Gebäudes, der Hausbreite und des Eindeckungsmaterials können eiserne Dachkonstruktionen verschiedener Art zur Anwendung kommen:

1. Dachgitterträger oder Fachwerksträger für Stützweiten von 30 bis 40 *m*.

2. Dachkonstruktionen mit gewalzten oder genieteten Trägern, die sich besonders für Holzzementdächer eignen und Stützweiten von 10 bis 12 *m* zulassen.

3. Dächer aus bombiertem Wellbleche, bei welchen das Wellblech die tragende Konstruktion und zugleich auch die Dachhaut bildet.

### 1. Dachgitterträger.

Ein Dachgitterträger besteht aus einem geraden, gebrochenen oder bogenförmigen Untergurte, welcher die Rolle des Bundtrames versieht, daher alle Horizontalschübe des Daches aufzunehmen hat, ferner aus einem ein- oder mehrfach gebrochenen Obergurte, welcher die Rolle der Sparren der

Hauptgespärre vertritt. Ober- und Untergurt sind miteinander durch ein System von Gitterstäben derart verbunden, daß dieselben untereinander und mit den Gurten Dreiecke bilden. Die Endpunkte der Dreiecke nennt man Knotenpunkte und ihre Entfernung im horizontalen Sinne die Knotenweite. — Die Dach- bzw. Deckenlasten werden auf die Gitterträger durch hölzerne oder eiserne Pfetten (Deckenträger) übertragen. Diese liegen gewöhnlich nur in den Knotenpunkten der Obergurte auf. Ist es aber vorteilhaft, das Dach ohne Leersparren zu machen, so muß die Dacheinschalung bzw. Eindeckung direkt auf Pfetten befestigt werden (Fig. 9, T. 32), in welchem Falle auch zwischen den Knotenpunkten Pfetten angeordnet werden, wodurch der Obergurt auch auf Biegung beansprucht wird. Dachgitterträger, bei denen die Ober- und Untergurte am Gespärrfuße nicht in einem Punkte zusammentreffen, werden speziell Fachwerksträger genannt (Fig. 6, T. 32).

Nach der Verschiedenheit in der Anordnung des Dreieckverbandes unterscheidet man verschiedene Systeme von Dachgitter- und Fachwerksträgern, wovon in den Fig. 1 bis 7, T. 32, die wesentlichsten schematisch dargestellt und die wichtigsten Daten den Figuren beigesetzt sind.

### Ausführung der Dachgitter- und Fachwerksträger.

Der Obergurt, welcher bei allen Systemen auf Druck beansprucht wird, erhält stets einen **T**- oder **I**-förmigen, steifen, aus Fassoneisen zusammengesetzten Querschnitt.

Der Untergurt wird nur auf Zug in Anspruch genommen, braucht daher keinen steifen Querschnitt. Nachdem aber Flacheisen auf größere Längen schlaff bleiben und schlottern würden, so setzt man den Untergurt aus Winkeleisen zusammen.

Die Gitterstäbe sind teils auf Druck, teils auf Zug beansprucht. Die auf Druck beanspruchten Stäbe müssen stets einen steifen Querschnitt aus **L**- oder **T**-förmigem Fassoneisen erhalten, während die gezogenen Stäbe aus Flacheisen gebildet sein können.

In den Knotenpunkten werden die Stäbe, wenn mehr als zwei in einem Punkt zusammentreffen, mit Knotenblechen vernietet. Die Knotenweite soll 3 bis 4 *m* nicht übersteigen und kein Winkel unter 20° sein.

Die Gitterträger werden in Entfernungen von 4 bis 6 *m* angeordnet und an beiden Enden mittels gußeiserner Lagerplatten auf entsprechende Unterlagsquadern bzw. auf die tragenden Mauern gebettet.

Zum Zwecke des Längenverbandes und zur Erleichterung der Montierung werden die Gitterträger an geeigneten Stellen mit Winkeleisen gegeneinander abgespreizt (Fig. 8 *c*, T. 32).

Die Fig. 8, T. 32, stellt die Konstruktion eines eisernen Dachstuhles mit Polonceau-Gitterträgern und die Fig. 9, T. 32, eine mit Fachwerksträgern dar, wie sie für gedeckte Reitschulen, Remisen, Hallen usw. angewendet werden können.

In den beiden Fig. *a* sind die Träger schematisch dargestellt, während die Fig. *b* die Detailverbindungen der Knotenpunkte usw. und die Fig. *c* den Längenverband zeigen. In Fig. 8 sind auf dem Obergurt bei jedem Knotenpunkt Pfetten befestigt, welche die Dachsparren aufnehmen, in Fig. 9 sind außerdem noch zwischen den Knotenpunkten Pfetten angeordnet, auf welche die Dachschalung direkt angenagelt wird. Die Pfetten sind also hier vermehrt und werden dementsprechend schwächer gehalten. Es entfallen dafür die Dachsparren.

Bei Anordnung einer Zwischendecke kann man die Deckenträme direkt auf den Untergurt legen. Hierzu wird sich eine Konstruktion (etwa nach Fig. 5 *a*, T. 32) mit unterstütztem Untergurt besonders empfehlen, damit in letzterem keine zu großen Biegungsspannungen auftreten können. Aus gleichen Gründen wird sich

bei Pfettendachstühlen ohne Zwischendecke die Konstruktion nach Fig. 5 *b*, T. 32, mit unterstütztem Obergurt besonders eignen.

### 2. Dachkonstruktionen mit gewalzten oder genieteten Trägern.

Für Holzzementdächer können auch flache Gewölbedecken oder Eisenbetonkonstruktionen, eventuell zwischen Eisenträgern, nach der notwendigen Dachneigung ausgeführt werden. Gewölbe sind dann mit einer oben ebenen Nachmauerung und mit einem ausgleichenden, zirka 2 *cm* dicken Zementverputz zu versehen, auf welchem die Eindeckung direkt aufgetragen wird. Auf Eisenbetonkonstruktionen mit ebener Oberfläche kann die Eindeckung direkt aufgetragen werden. Der geringe Horizontalschub, welchen die wenig geneigte Decke auf die tragenden Mauern ausübt, wird durch die schließenartig armierten, eventuell miteinander verbundenen Träger aufgehoben.

Für größere Hausbreiten kann man auch stärkere, genietete Träger anwenden, an deren Stehblechen Winkeleisen der Dachneigung entsprechend angenietet werden, welche den Gewölbefüßen als Auflager dienen.

### 3. Dächer aus bombiertem Wellblech.

Das Wellblech, in Kreissegmentform gebogen (bombiert), kann für gewisse Stützweiten direkt, ohne weitere Unterstützung, zur Eindeckung eines Raumes benützt werden.

Wo die Länge der Wellblechtafeln zur Überdeckung eines Raumes nicht hinreicht, können mehrere Tafeln mit entsprechender Übergreifung (mindestens der 1½fachen Wellentiefe) übereinandergelegt und vernietet werden, dabei müssen aber die Stöße in jeder anschließenden Schar wechseln. Der Länge nach werden die Bleche in den Wellenbergen genietet.

Der Fuß des Wellbleches stützt sich mittels angenieteter L-förmiger Agraffen an gewalzte I- oder C-Träger, mit welchen die Agraffen, um ein Abheben des Daches durch den Wind zu verhüten, entweder vernietet oder verschraubt werden. Die Träger ruhen wieder in gußeisernen Schuhen, welche mit dem Mauerwerke verankert werden. Diese Schuhe sind zur Aufnahme des Horizontalschubes mit entsprechenden Zugstangen verbunden, welche zur Verhinderung größerer Durchbiegung an einigen Stellen an das Wellenblechdach aufgehängt werden.

Die bombierten Wellblechdächer für größere Spannweiten sind sehr teuer und trotzdem nicht so gut wie die Dachkonstruktion mit Gitterträgern, auch schwitzen sie an der inneren Seite, was namentlich bei beheizten Räumen (Werkstätten u. dgl.) von großem Nachteil sein kann. Bombierte Wellblechdächer empfehlen sich also mehr für kleinere Spannweiten, und zwar dann, wenn die Unterfläche in irgendeiner Weise verkleidet wird, oder wenn unter dem Wellbleche noch eine zweite Eindeckung angewendet wird, ferner für o f f e n e Hallen, Perrons u. dgl.

## *G.* Holzbaukonstruktion System Stephan.

(T. 32, Fig. 10.)

Diese für den Hochbau sehr wichtige Konstruktion beruht auf dem Prinzip, einen dem Eisenbau hinsichtlich Systemführung und konstruktiver Ausbildung gleichwertigen Holzfachwerksträger für große Spannweiten zu schaffen.

Der vom Architekt Philipp S t e p h a n erfundene hölzerne Fachbogenträger, welcher später verschiedene Verbesserungen erfuhr und nunmehr auch beim Brückenbau, namentlich im Trockenen, Verwendung findet, hat heute eine Vollkommenheit erreicht, welche es gestattet, Fachbogenträger von 60 *m* Spannweite und bedeutender Tragkraft herzustellen und die bedeutendsten Holzbaukonstruktionen auszuführen.

Das System ist dem Eisenbau entlehnt, das auch für den Holzbau das geeignetste ist. Die Gurtungen (Ober- und Untergurt) erhalten bei dem Bogenträger und bei normaler Belastungsweise größtenteils Druckbeanspruchung, sie bestehen aus mehreren Bretterlagen, die nach einem patentierten Verfahren über die hohe Kante gebogen und durch reichliche Nagelung zu einem Querschnitt miteinander verbunden werden. Für die Stärke und Höhe der aus besonderem Material hergestellten Gurtbretter bestehen Erfahrungsregeln, die Bretter sind bis 6 *m* lang und die Stöße werden versetzt (abwechselnd) angeordnet. Zwischen Ober- und Untergurt wird ein System von schräge sich kreuzenden Streben angeordnet, deren Verbindung mit den Gurtungen nach patentierter Anordnung so ausgebildet wird, daß durch Flacheisen oder Hartholzdübel der im Gurt eingebettete Strebenkopf auf Zug bzw. Druck und Abscherung entsprechend der errechneten Systemkraft angeschlossen wird. Diese Verbindung ist besonders wichtig und muß sorgfältig durchgeführt werden, um die auftretenden Zug- bzw. Druckspannungen mit Sicherheit aufnehmen zu können. Die Detailausführungen sind für jeden einzelnen Fall verschieden und nach Anordnung der Unternehmung auszuführen.

Die Fig. 10, T. 32, *a* bis *d*, bringt einige Arten von Holzfachwerksträger.

Nach diesem System können auch Maste verschiedener Konstruktion und Höhe zur Herstellung kommen (Fig. 10 *e*).

Die Ausführung übernimmt die Österr. Stephansdach-Gesellschaft m. b. H. in Wien.

---

# VIII. Stiegenkonstruktionen.

Stiegen (Treppen) vermitteln entweder die Kommunikation zwischen den einzelnen Geschossen oder sie dienen als Zugang in das Gebäude selbst.

Man unterscheidet Freitreppen und geschlossene Stiegen, je nachdem selbe außerhalb oder innerhalb eines Gebäudes angeordnet sind. Die geschlossenen Stiegen werden gewöhnlich für alle Geschosse in einem besonderen Gebäudeteile, dem Stiegenhause, vereint.

Die einzelnen Teile einer Treppe nennt man Stufen. Mehrere unmittelbar aufeinander folgende Stufen bilden einen Stiegenarm. Die unterste, also erste Stufe des Stiegenarmes heißt Antrittsstufe, die oberste Austrittsstufe. Die obere Fläche einer jeden Stufe, die vom Fuß betreten wird, heißt Trittstufe. Der vordere, sichtbare Teil heißt Futter- oder Setzstufe. Der sichtbare Abschluß an der Schmalseite der Stufe heißt Wange. Der horizontale Abstand der Vorderkanten zweier aufeinander folgender Trittstufen heißt Auftritt. Bei längeren Stiegenarmen werden Ruheplätze oder Podeste eingeschaltet, damit das Begehen der Stiege nicht zu ermüdend wird.

Stiegenspindel nennt man eine zwischen den Stiegenarmen ausgeführte Mauer, in welcher die Stufen eingemauert werden. Diese kann nach Fig. 4, T. 33, mit Mauerwerk voll ausgefüllt sein (volle Spindel) oder sie kann nach Fig. 5 oder 9, T. 33, durchbrochen angelegt werden (durchbrochene oder hohle Spindel); ist, wie in Fig. 7 und 8, T. 33, an der Innenseite der Stiegenarme gar keine die Stufen unterstützende Mauer vorhanden, so nennt man den Raum zwischen den Stiegenarmen Spindelraum.

Nach der Grundrißform unterscheidet man:

1. geradarmige Stiegen oder gebrochene Stiegen, und zwar ein-, zwei- drei- und mehrarmige Stiegen (Fig. 1 bis 7, dann 12 und 13, T. 33);

2. gewundene Stiegen, deren Lauf im Grundriß einer krummen Linie folgt. Solche gewundene Stiegen können kreisrund, halbkreisförmig, halb-

elliptisch usw. ausgeführt sein (Fig. 8, T. 33). Kleine, kreisförmige Stiegen nennt man Wendeltreppen (Fig. 11, T. 33).

3. gemischtarmige Stiegen, bei welchen gerade und gekrümmte Teile aufeinanderfolgen. In Fig. 9 und 10, T. 33, sind zwei solche Stiegen in Hufeisenform dargestellt (Hufeisenstiegen).

Nach der Konstruktion unterscheidet man:

1. beiderseits eingemauerte Stiegen, bei welchen die Stufen auf beiden Seiten 8 bis 10 *cm* tief eingemauert werden (Fig. 1, 4, 10 und 13, T. 33);

2. freitragende Stiegen, deren Stufen nur auf einer Seite, und zwar 25 bis 30 *cm* tief in die Stiegenumfassungsmauer eingemauert werden, auf der anderen Seite aber frei liegen. Die Stufen eines Stiegenarmes liegen aufeinander und unterstützen sich gegenseitig (Fig. 2, 3, 7 und 8, T. 33).

3. Pfeilerstiegen (Fig. 6 und 12, T. 33), bei welchen die Stiegenspindel aus Pfeilern besteht, die mit Eisenträgern, Mauerbögen oder steinernen Wangen (Zargen) verbunden sind, auf denen die Stufenenden liegen.

4. Traversenstiegen, die so konstruiert sind, daß um den Spindelraum ein System von eisernen I- oder [-Trägern angeordnet ist, auf welchen die nicht eingemauerten Enden der Stufen aufliegen (Fig. 1, T. 34).

Nach dem verwendeten Material unterscheidet man steinerne, gemauerte, eiserne, hölzerne und Eisenbetonstiegen.

## *A.* Dimensionierung der Stiegen und Stufen.

Für kleinere, ein- bis zweistöckige Wohnhäuser u. dgl. genügt eine Stiegenbreite von 1·10 bis 1·25 *m*. In vornehmeren Häusern und mehrgeschossigen Wohnhäusern sowie für stärker frequentierte Stiegen macht man die Stiegenbreite 1·40 bis 1·50 *m*. Sehr stark frequentierte Stiegen, z. B. in Schulen, Kasernen, Spitälern, erhalten eine Breite von 1·50 bis 2·00 *m* in einstöckigen und 2·50 bis 3·00 *m* in mehrgeschossigen Gebäuden. Nur ganz untergeordnete Stiegen, z. B. für einzelne, wenig frequentierte Lokale, Dachböden und Kellerräume, können auch unter 1·10 bis 0·65 *m* Breite erhalten.

Die Stufenbreite $b$ und die Stufenhöhe $h$ müssen zueinander und zur normalen Schrittlänge in einem entsprechenden Verhältnisse stehen. Die normale Schrittlänge wird mit Rücksicht auf Frauen und Kinder mit 63 *cm* für ebenen Boden gerechnet. Beim Besteigen der Treppe verkürzt sich aber die Schrittlänge um das doppelte Maß der Stufenhöhe $h$, weswegen die Stufenbreite $b$ nach der Formel $b = 63 - 2h$ bzw. $2h + b = 63$ *cm* ermittelt werden kann.

Die Stufenhöhe wird meistens zwischen 14 und 16 *cm* angenommen, nur für sehr bequeme Stiegen, z. B. in Spitälern, kann die Stufenhöhe bis auf 10·5 *cm* vermindert, dagegen für wenig frequentierte Stiegen (Boden- und Kellerstiegen) bis zu 20 *cm* vergrößert werden.

Ist z. B. die Stufenhöhe $h$ mit 15 *cm* angenommen, so ergibt sich aus vorstehender Formel die Stufenbreite

$$b = 63 - 2 \times 15 = 33\ cm.$$

Für große Werte von $h$ kann aber diese Formel nicht mehr angewendet werden, da man die Breite $b$ schon mit Rücksicht auf ein bequemes Herabsteigen nicht kleiner als 27 *cm* anordnen soll. Für $h = 20\ cm$ darf man somit $b$ nicht gleich $63 - 2 \times 20 = 23\ cm$ wählen, sondern muß hierfür das angegebene Minimalmaß der Stufenbreite mit 27 *cm* einhalten.

Eine praktische Formel, die für alle Steigungen entsprechende Werte liefert, ist: $\frac{4}{3} - h + b = 52\ cm$.

Die Stufenhöhe soll womöglich in allen Geschossen die gleiche sein (ausgenommen die Keller- und Dachbodenstiegen), weswegen es angezeigt und praktisch ist, die Geschoßhöhen als ein Vielfaches der Stufenhöhen festzusetzen.

## *B.* Stiegenausmittlung.

Ist die Breite der Stiege sowie das Steigungsverhältnis gegeben, so kann die Größe und Form des Stiegenraumes nach der Stockwerkshöhe ermittelt werden.

Nachdem das Begehen langer Stiegenarme ohne Unterbrechung sehr ermüdet, so soll nach je 15 bis 20 Stufen ein Ruheplatz (Podèst) eingeschaltet werden. Wo die Verhältnisse dies nicht zulassen, muß nach je 25 bis 30 Stufen unbedingt ein Ruheplatz folgen.

Die Form und Größe des Stiegenhauses ist in allen Geschossen gleich, auch wenn die Geschoßhöhen verschieden sind.

Beträgt die Verschiedenheit der Geschoßhöhen weniger als eine Stufenhöhe, z. B. bloß 10 *cm*, so kann diese geringe Differenz auf alle Stufenhöhen eines Geschosses verteilt werden, so daß die Stufenhöhen der Geschosse nur um wenige Millimeter differieren. Ist z. B. ein Geschoß 3·60 *m* hoch, so können für dasselbe $\frac{3{\cdot}60}{15} = 24$ Stufenhöhen zu 15 *cm* angenommen werden; hätte das darüber liegende Geschoß eine Höhe von 3·70 *m*, so würden nach dem Vorgesagten auf dieses Geschoß ebenfalls 24 Stufen, jedoch mit $\frac{3{\cdot}70}{24} = 15{\cdot}4$ *cm* Höhe entfallen.

Bei größerer Verschiedenheit können einzelne Stufen entweder im Podest eingeschaltet oder als Vorlegstufen bei den Stiegenantritten angeordnet werden.

Merklich verschiedene Stufenhöhen oder Stufenbreiten in den übereinander liegenden Geschossen sind möglichst zu vermeiden, weil sie dem raschen Passieren der Treppe hinderlich wären.

### 1. Ausmittlung gerader Stiegen.

Die in Fig. 1, T. 33, dargestellte einarmige Stiege hat eine Stiegenbreite von 2·00 *m* und eine Geschoßhöhe $H$ von 4·00 *m*. Stufenzahl $z$, Stufenprofil $\frac{b}{h}$, Podestbreite $l$ und Stiegenhaustiefe $T$ sind zu ermitteln.

Wird die Stufenhöhe $h$ vorläufig mit 15 *cm* angenommen, so ergibt sich $z = \frac{H}{h} = \frac{400}{15} = 26{\cdot}67$, d. i. = 27 Stufen. Nachdem aber ein Ruheplatz eingeschaltet ist, wird eine gerade Anzahl der Stufen zweckmäßiger sein, da man hierdurch zwei gleich lange Stiegenläufe erhält. Es werden daher nur 26 Stufen angenommen. Daraus ergibt sich nun die definitive Stufenhöhe mit

$$h = \frac{H}{z} = \frac{400}{26} = 15{\cdot}385\ cm.$$

Die Stufenbreite $b$ ergibt sich dann aus der Formel

$$2\,h + b = 63 \text{ mit } b = 63 - 2 \times 15{\cdot}385 = 32{\cdot}23\ cm = 32\ cm.$$

Der Ruheplatz muß so breit gemacht werden, daß man ihn mit der normalen Schrittlänge von 63 *cm* überschreiten kann, daß also die Entfernung der 2 Punkte, in welchen man den Podest betritt bzw. wieder verläßt, ein Vielfaches der Schrittlänge von 63 *cm* beträgt. Wenn man ferner voraussetzt, daß man beim Begehen der Stiege den Fuß immer auf die Stufenmitte setzt, so ergibt sich die Podestlänge $l = 2 \times \frac{b}{2} + n \times 63$. Für $n = 2$ ergibt sich z. B.

$$l = 2 \times \frac{32}{2} + 2 \times 63 = 158\ cm = 1{\cdot}58\ m.$$

Behufs Ermittlung der Stiegenhaustiefe $T$ weiß man, daß die beiden Stiegenarme je 13 Stufenhöhen, somit 12 Stufenbreiten (weil die oberste Breite schon in den Podest bzw. Gang hineinfällt) enthalten. Die Länge $L$ eines Armes beträgt

sonach $12\,b = 12 \times 32 = 384\,cm = 3{\cdot}84\,m$, daher ist die Stiegenhaustiefe $T = 2\,L + l = 2 \times 3{\cdot}84 + 1{\cdot}58 = 9{\cdot}26\,m$.

Bei zweiarmigen Stiegen (Fig. 2 bis 5, T. 33) ist die Ausmittlung ganz nach dem vorstehenden Beispiele durchzuführen.

Ist die Größe des Stiegenhauses durch einen verfügbaren Raum gegeben, so muß die Stufenhöhe und Breite innerhalb der zulässigen Grenzen ermittelt werden. Ist die Tiefe des Stiegenhauses zu gering, so können auch im Podest einige Stufen eingeschaltet werden (Fig. 5, T. 33).

Bei dreiarmigen Stiegen ist es vorteilhaft, die 3 Arme gleich lang zu machen (Fig. 6, T. 33). Wo es Raumverhältnisse aber nicht gestatten oder wo die ermittelte Stufenzahl nicht durch 3 teilbar ist, werden bloß 2 Arme gleich lang gemacht (Fig. 7, T. 23). Die Podeste erhalten dieselbe Breite wie die Stufenlänge.

Im Beispiele Fig. 6, T. 33, ist die Geschoßhöhe mit $3{\cdot}84\,m$ und die Breite der Stiege (Stufenlänge) mit $1{\cdot}50\,m$ gegeben. Es soll nun die Größe des Stiegenhauses für eine dreiarmige Stiege ermittelt werden.

Die Stufenhöhe $h$ wurde mit $16\,cm$ angenommen, daraus resultiert die Stufenzahl $Z$ für das ganze Geschoß mit $\frac{H}{h} = \frac{384}{16} = 24$ und die Stufenbreite $b = 63 - 2\,h = 63 - 2\,(16) = 31\,cm$.

Für drei gleiche Stiegenarme entfallen per Stiegenarm $\frac{24}{3} = 8$ Stufenhöhen und $8 - 1 = 7$ Stufenbreiten. Die Länge eines Stiegenarmes $L$ ist daher $= 7\,b = 7 \times 31 = 217\,cm$ oder $2{\cdot}17\,m$. Zwischen den 3 Stiegenarmen liegen 2 Podeste, deren Länge und Breite $l$ gleich der Stiegenbreite sein muß. Die Tiefe des Stiegenhauses $T$ beträgt also $L + l = 2{\cdot}17 + 1{\cdot}50 = 3{\cdot}67\,m$ und die Breite $B$ desselben $L + 2\,l = 2{\cdot}17 + 2 \times 1{\cdot}50 = 5{\cdot}17\,m$.

Nach denselben Grundsätzen erfolgt die Ermittlung der Stiegenhausgröße, wenn die Breite oder Tiefe des Stiegenhauses gegeben ist, in welchem Falle die Stiegenarme oft ungleich lang ausfallen (Fig. 7, T. 33).

Bei Raummangel für die Entwicklung der Stiegenarme können die Stufen auch entsprechend abgerundet in die Podeste eingreifen, wie die Fig. 7, T. 33, im Grundriß und Fig. 14, T. 33, im Detail zeigen.

## 2. Ausmittlung gewundener Stiegen.

Bei gewundenen Stiegen erfolgt die Austeilung der Stufen in einer Kurve, welche $40\,cm$ von der äußeren Stiegenmauer absteht. In dieser Kurve (Teilungskurve) müssen alle Stufen die ermittelte Breite besitzen, jedoch mindestens $27\,cm$, am Spindelende mindestens $13\,cm$ breit sein, damit 2 Personen einander noch ausweichen können.

In Fig. 8, T. 33, ist eine halbkreisförmige, $1{\cdot}20\,m$ breite, freitragende Stiege für eine Geschoßhöhe $H$ von $3{\cdot}84\,m$ dargestellt. Höhe, Breite und Anzahl der Stufen, dann die Podestlänge und der Radius der äußeren Stiegenmauer sind zu ermitteln.

Angenommen die Stufenhöhe $h$ wäre $16\,cm$, so ergäbe sich die Anzahl $z$ aller Stufenhöhen mit $z = \frac{H}{h} = \frac{384}{16} = 24$ Stufen. $H$ ist hier ein Vielfaches der Stufenhöhe; es kann somit $16\,cm$ als definitive Stufenhöhe gelten. Hieraus ergibt sich die Stufenbreite $b = 63 - 2\,h = 63 - 32 = 31\,cm$.

Bei 24 Stufen muß ein Ruheplatz eingeschaltet werden. Die Länge $l$ des Ruheplatzes ergibt sich nach der früher angestellten Betrachtung mit $l = 31 + n \times 63$; für $n = 3$ ist $l = 31 + 3\,(63) = 220\,cm = 2{\cdot}20\,m$.

Die Stiege erfordert somit zwei gewundene Arme zu je 12 Stufenhöhen und einen Podest von $2{\cdot}20\,m$ Länge. Je 12 Stufenhöhen erfordern 11 Stufenbreiten.

Die entwickelte Länge der Teilungskurve $L$ (ein Halbkreis) beträgt daher $L = 2\,(11 \times 0{\cdot}31) + 2{\cdot}20 = 9{\cdot}02\ m$.

Der Radius $r$ der Teilungskurve ergibt sich mit $r = \frac{9{\cdot}02}{\pi} = \frac{9{\cdot}02}{3{\cdot}14} = 2{\cdot}87\ m$ und somit der Radius $R$ der äußeren Stiegenmauer mit $R = 2{\cdot}87 + 0{\cdot}40 = 3{\cdot}27\ m$.

### 3. Ausmittlung gemischtarmiger Stiegen.

Wenn der Raum eines Stiegenhauses beschränkt ist oder beschränkt werden muß, so können gemischtarmige Stiegen Anwendung finden. Auch für diese muß die Teilungskurve konstruiert werden.

Als Beispiel diene die Ausmittlung der in Fig. 10, T. 33, dargestellten Hufeisenstiege.

Die Geschoßhöhe ist $H = 3{\cdot}68\ m$, Breite der Stiege $= 1{\cdot}30\ m$, die Dicke der Stiegenspindel $= 0{\cdot}45\ m$.

Da 3·68 ein Vielfaches von 0·16 ist, kann die Stufenhöhe $h$ definitiv mit 16 *cm* angenommen werden. Daraus folgt die Stufenbreite $b = 63 - 2 \times 16 = 31\ cm$ und die Anzahl der Stufenhöhen $z = \frac{H}{h} = \frac{368}{16} = 23$.

Diesen 23 Stufenhöhen entsprechen $23 - 1 = 22$ Stufenbreiten, es muß daher die entwickelte Länge der ganzen Teilungskurve sein: $22 \times 0{\cdot}31 = 6{\cdot}82\ m$.

Der Radius des halbkreisförmigen Teiles der Teilungskurve beträgt $\frac{0{\cdot}45}{2} + 1{\cdot}30 - 0{\cdot}40 = 1{\cdot}12\ m$, daher die Länge des Halbkreises $= \pi \times 1{\cdot}12 = 3{\cdot}52\ m$.

Es bleiben somit für die beiden geraden Stiegenarme $6{\cdot}82 - 3{\cdot}52 = 3{\cdot}30\ m$.

Daraus folgt die Länge jedes der geraden Arme mit $\frac{3{\cdot}30}{2} = 1{\cdot}65\ m$ und weiters die ganze Tiefe des Stiegenhauses mit $1{\cdot}65 + \frac{0{\cdot}45}{2} + 1{\cdot}30 = 3{\cdot}175\ m$.

Bei der Austeilung der Stufen würde es sich nicht empfehlen, alle hier nötigen Spitzstufen auf den halbkreisförmigen Teil zu beschränken, da hierdurch zu spitz zulaufende Stufen entstünden, welche die erforderliche Minimalbreite von 13 *cm* am Ende nicht hätten, wodurch das Begehen des gewundenen Teiles der Stiege innerhalb der Teilungskurve zu unbequem wäre. Um dies zu vermeiden, macht man auch in den geraden Teilen der Stiege einige Stufen als Spitzstufen.

Die Austeilung der Stufenbreiten längs der Stiegenspindel kann im allgemeinen nach Fig. 17, T. 33, vorgenommen werden. Auf einer vertikalen Geraden $o\ y$ trage man so viel Stufenhöhen auf, als Stufen einzuteilen sind, z. B. bei 23 Stufenhöhen per Geschoß die Hälfte der Stufen, das ist $\frac{23}{2} = 11\frac{1}{2}$.

Auf der auf $o\ y$ Senkrechten $o\ x$ trage man die Länge des zu teilenden Stiegenarmes — an der Spindel gemessen — auf; diese Länge beträgt z. B. in Fig. 10, T. 33,

$$l = 1{\cdot}65 + \frac{\pi \,.\, 0{\cdot}45}{4} = 1{\cdot}65 + 0{\cdot}335 = 2{\cdot}003\ m.$$

Werden 3 Stufen von gleicher Breite (31 *cm*) angenommen, so sind von $a$ aus 31 *cm* dreimal (*1—4*) aufzutragen. Vom Punkte *4* zieht sich das Profil der Stiege gegen den Punkt $b$ weiter. Diese Verbindungslinie *4—b* wird als eine Kreislinie gezeichnet, welche die Linie *1—4* im Punkte *4* tangiert; ihr Mittelpunkt liegt daher sowohl in der im Punkte *4* errichteten Senkrechten auf *1—4* als auch auf der Senkrechten im Halbierungspunkte von *4—b*. Die Schnittpunkte der Horizontalen mit diesem Kreisbogen geben die Kanten der aufeinanderfolgenden Stufen und die Horizontalprojektion der Strecken *4—5*, *5—6*, *6—7* usw. die aufeinander folgenden Stufenbreiten längs der Stiegenspindel an. Die Horizontalprojektion von *11—b* ist natürlich nur die halbe Breite der 11. Stufe.

Bei hufeisenförmigen Stiegenanlagen mit Podesten kann ein ähnlicher Vorgang eingehalten werden. Auf $o\ y$ ist die Anzahl Stufenhöhen bis zur Podestebene aufzutragen, auf $o\ x$ die Länge des Stiegenarmes bis zur Kante des Podestes, gemessen längs der Stiegenspindel.

## C. Ausführung der Stiegen.

### 1. Steinerne Stiegen.

Als Material für die Stiegenstufen eignet sich besonders Granit, Basalt, Syenit, manche Kalksteinsorten, z. B. Marmor und auch harter Sandstein.

Reine Steinstiegen kann man nach den Erfahrungen der letzten Jahre nicht als vollkommen feuersicher bezeichnen, da dieselben unter der direkten Einwirkung von Stichflammen sehr leiden, bald zersplittern und einstürzen. Es wird daher die Anlage von freitragenden Stiegen, besonders in größeren Wohngebäuden, möglichst vermieden, indem man die freien Enden der Stufen durch eiserne Träger unterstützt, in Schulen, Kasernen, Spitälern u. dgl. die Stufen beiderseits einmauert und eventuell bei sehr breiten Stiegen auch unterwölbt. Wenn man die dem Flammenangriff besonders ausgesetzten Unterflächen der Stiegenarme mit einer Rabitz- oder Monierkonstruktion umhüllt, so wird die Feuersicherheit bedeutend erhöht und sind dann auch freitragende Stiegen eher zulässig.

Die Erzeugung der Stufen wird im Kapitel XII (Steinmetzarbeiten) behandelt. Man unterscheidet Block- oder Spiegelstufen mit rechteckigem Querschnitt, Fig. 28 und 29, T. 40, ferner Stufen mit schräger Schalung, Fig. 31 und 32, T. 40, und Spitzstufen für gewundene und Wendeltreppen, Fig. 34 und 35, T. 40.

Das Versetzen der Stufen erfolgt in der Regel erst, nachdem das Gebäude unter Dach gekommen und die Mauern sich gut gesetzt haben; nur bei eingeschossigen Gebäuden oder bei Bruchsteinmauern kann das Versetzen der Stufen gleichzeitig mit dem Aufmauern des Stiegenhauses durchgeführt werden.

Die Stufenhöhen werden auf einer Latte (Aufstich) für eine ganze Geschoßhöhe vorgerissen und wird diese Latte gleich neben dem Stiegenarm an die Mauer befestigt. Die Stufenbreiten werden oberhalb des Stiegenarmes direkt an der Stiegenmauer oder an einer angebrachten Latte vorgezeichnet.

Nach diesen horizontalen und vertikalen Marken wird sodann der Querschnitt jeder einzelnen Stufe auf der Mauer vorgezeichnet und, von unten beginnend, der Raum für 2 bis 3 Stufenenden in der Mauer ausgebrochen. Sodann werden die ersten Stufen versetzt, indem man selbe in die ausgebrochenen Vertiefungen hineinschiebt, mit der Libelle und dem Senkel in die richtige Lage bringt und mit guten Ziegeln in Zementmörtel solid einmauert. Auf die gleiche Weise werden auch alle übrigen Stufen einzeln versetzt, bis man den Stiegenaustritt erreicht.

Bei Stiegen mit beiderseits eingemauerten Stufen muß das Eingreifen in die Mauer mindestens 8 bis 10 *cm* tief erfolgen. Bei solchen Stiegen wird die Spindelmauer gleichzeitig mit dem Versetzen der Stiegenstufen aufgemauert. und zwar tunlichst in Zementmörtel, um Setzungen zu verhindern.

Bei freitragenden Stiegen müssen die Stufen mindestens 25 bis 30 *cm* tief in die Stiegenmauer eingreifen und dort gut mit flachen Steinen usw. verkeilt werden. Auf eine solide Einspannung der Stufen ist stets zu achten, besonders aber auch auf die sorgfältige Auflagerung der Antrittsstufe, die ja gewissermaßen das Widerlager des ganzen Stiegenarmes bildet. Wo eine direkte Einspannung der Stufen durch darüber lastendes Mauerwerk nicht möglich ist, z. B. dort, wo die Stufen unmittelbar unterhalb einer Fensteröffnung zu versetzen sind, muß dies durch eiserne Träger oder durch einen umgekehrten Gewölbebogen bewirkt werden.

Die unterste Stufe eines jeden Stiegenarmes wird als Blockstufe hergestellt (Fig. 3 und 15, T. 33). Die oberste Stufe — ebenfalls eine Blockstufe — muß an der Rückseite geradlinig abgefaßt werden, damit sie einen guten Anschluß für die Gang- oder Podestpflasterung bilde (Fig. 16, T. 33).

Die Podeste werden bei freitragenden Stiegen am besten aus Steinplatten hergestellt, die sehr sorgfältig in den Stiegenmauern gelagert werden müssen (Fig. 3 und 8, T. 33). Es können die Podeste aber auch als Gewölbe oder als Beton- oder Monierplatten zwischen Eisenträgern ausgebildet werden.

Die Ausführung freitragender Stiegen muß auf einem festen Gerüst aus Kanthölzern erfolgen, welches so lange stehen bleiben muß, bis die ganze Stiegenanlage fertig und der Mörtel erhärtet ist. Das Gerüst soll durch eingelegte Keile zum mäßigen Lüften eingerichtet sein.

Die unteren Seiten der Stufen werden zumeist nur rauh bossiert (rauhe Schalung) und der ganze Stiegenarm an der unteren Seite mit Zementmörtel oder verlängertem Zementmörtel verputzt. Die Stiegenarme können aber auch nach Fig. 4, T. 33, unterwölbt werden; dies ist jedoch nur bei breiteren, stark frequentierten Stiegen oder bei Stufen aus weniger festem Material notwendig.

Bei freitragenden Stiegen wird die untere Seite der Stufen gewöhnlich rein abgestockt und werden die Stufen mit einem Falz aufeinandergelagert (Fig. 15, T. 33). Zwischen den einzelnen Stufen einer freitragenden Treppe legt man Asbest- oder Pappestreifen u. dgl. ein, damit etwaige kleinere Unebenheiten in den Lagerflächen keinen schädlichen Druck verursachen können.

Freitragende Stiegen haben ein gefälliges Aussehen, nehmen weniger Raum ein und gestatten auch eine bessere Beleuchtung des Stiegenhauses als Stiegen mit gemauerter Spindel, sie sind aber nur bei einer Stiegenbreite bis 1·50 *m* zulässig; sie eignen sich ganz besonders für gewundene Treppen (s. Fig. 8, T. 33).

Bei breiteren oder stärker frequentierten Stiegen müssen die Stufen unbedingt beiderseits ein Auflager haben. Die gegen die Stiegenspindel gekehrten Enden können hierbei auf eisernen Traversen aufruhen, welche mit den Deckenträgern der Gänge und Ruheplätze vernietet sind (Fig. 1 und 1 *d*, T. 34). Solche Traversenstiegen bieten ähnliche Vorteile wie die freitragenden, werden daher sehr häufig angewendet.

Behufs besserer Beleuchtung eines Stiegenhauses mit gemauerter Stiegenspindel kann diese teilweise durchbrochen und die Öffnung unter den Stufenauflagern mit Gurten oder Eisenträgern überspannt werden (Fig. 9, T. 33) oder es kann die Spindel bloß durch End- bzw. Eckpfeiler (Fig. 5, 6 und 12, T. 33) gebildet werden (Pfeilerstiegen). Zwischen den Pfeilern werden für die Stufenauflager Eisenträger, Gurtbögen oder Steinzargen angeordnet.

Die freitragenden und die Traversenstiegen erhalten an den freien Enden 1 *m* hohe Stiegengeländer, welche auch um die freiliegenden Podest- und Gangteile fortzuführen sind (Fig. 3 und 8, T. 33). Die Geländerstäbe können hierbei entweder in die oberen Flächen der Stufen oder in die Stirnseiten der Stufen direkt versetzt werden oder man befestigt an die Stirnseiten der Stiegenstufen ein durchlaufendes Flacheisen und schraubt an dieses die einzelnen Geländerstäbe fest. Die oberen Enden der Geländerstäbe werden in jedem Falle an ein durchlaufendes Flacheisen festgeschraubt, auf welches die hölzernen Geländerholme angeschraubt werden. Die Geländerholme sollen an der oberen Seite von Strecke zu Strecke mit Holz- oder Metallknöpfen versehen sein, um Kinder von dem gefährlichen Herabgleiten abzuhalten. Auch bei durchbrochenen Spindelmauern und Pfeilerstiegen sind an den freien Enden der Stiegenarme sowie bei Podesten und Gängen solche Geländer anzuordnen (Fig. 5, 6 und 9, T. 33).

Fig. 9, T. 34, zeigt die Detailkonstruktion eiserner Stiegenwangen zur Auflagerung der Stufen bei durchbrochener Spindel (Pfeilerstiege).

Bei Stiegen mit beiderseits unterstützten Stufen werden an den Stiegenmauern, und zwar 1 *m* über den Stufenoberflächen, zumeist Anhaltstangen befestigt.

Wendeltreppen (Fig. 11, T. 33) erhalten gewöhnlich einen kreisförmigen Grundriß und eine zylindrische, volle Spindel, können aber auch freitragend hergestellt werden (Wiener Rathausturm).

Die Spindel wird entweder aus Steinplatten, die mit den Stufen und Podesten aus einem Stück bestehen, hergestellt (siehe Steinmetzarbeiten) oder sie wird gleichzeitig mit dem Versetzen der Stufen in Zementmörtel aufgemauert. Der Eingriff der Stufen in die Stiegenmauer bzw. in die gemauerte Spindel beträgt 8 bis 15 *cm*.

Wendeltreppen dienen untergeordneten Zwecken und werden gegenwärtig nur selten aus Stein, sondern zumeist aus Eisen hergestellt.

Zur Erreichung eines sehr hoch über dem Bauhorizont liegenden Parterreniveaus kann man die notwendigen Stufen teilweise als Vorlegstufen vor der Eingangstür und teilweise in den Gang (Vestibül) hinter der Eingangstür anordnen, siehe Fig. 1 und 2, T. 34. Wo es die Raumverhältnisse gestatten, können vor dem Eingange auch Freitreppen nach Fig. 3 und 4, T. 34, angelegt werden.

Für Freitreppen werden vorteilhaft Blockstufen nach Fig. 18, T. 33, verwendet, welche behufs Ableitung des Regenwassers ein Gefälle von 1 bis 2% nach außen (Meißel) erhalten und auf beiden Seiten auf solid gemauerte Stiegenwangen gelagert werden. In der Mitte liegen die Stufen entweder frei oder sie werden mit Sand, Schutt usw. unterfüllt; nur die unterste (Antrittstufe) muß eine gute Untermauerung (Fundierung) ihrer ganzen Länge nach erhalten. Manchmal werden Freitreppen auch ganz unterwölbt.

Bei Keller- und Dachbodenstiegen, welche weniger frequentiert werden, kann man die Stufenhöhe, wie früher erwähnt, bis auf 20 *cm* vergrößern und die Stiegenbreite bis auf 1 *m*, manchmal auch bis auf 0·65 *m* verringern. Bei freitragenden Stiegen kann diese Verminderung der Stiegenbreite ohne weiteres durchgeführt werden. Bei Stiegen mit gemauerter Spindel, Pfeilerstiegen u. dgl. muß jedoch die im Stiegenhause angeordnete Bodenstiege die gleiche Breite wie die darunter liegenden Stiegenarme bekommen.

Bei breiteren Stiegenanlagen pflegt man daher die Hauptstiege im obersten Geschosse abzuschließen und in einem anderen geeigneten Raume eine schmale Bodenstiege anzulegen.

Der Zugang zur Kellerstiege wird häufig im Erdgeschosse mit einer Tür abgeschlossen (Fig. 1 *a* und *c*, T. 34). Man kann aber behufs besserer Beleuchtung der Kellerstiege von oben, diese Tür auch an der Kellersohle anordnen. Bei freitragenden Stiegen ist dies fast immer zweckmäßiger.

Der Dachboden muß vom obersten Geschosse feuersicher getrennt sein. Bei gemauerten Stiegenspindeln soll eine eiserne Tür mit steinernem oder besser eisernem Türstock die Dachbogenstiege vom obersten Geschosse abschließen. Diese Tür kann entweder beim Anfang der Dachbodenstiege angeordnet oder auch etwas höher in den Stiegenarm hinauf verlegt werden. Im letzteren Falle muß die Decke des Stiegenarmes vor der Tür feuersicher hergestellt werden. Als feuersicher gilt nebst der Gewölbedecke auch eine stukkaturte Tramdecke mit einer 8 *cm* hohen Schuttlage und einem liegenden Ziegelpflaster oder einem 15 *cm* hohen Lehmestrich.

Der Stiegenaustritt am Dachboden muß derart gegen den First verlegt werden, daß auch bei niederer Dachkonstruktion ein bequemer Austritt von mindestens 2 *m* Höhe erreicht wird. Bei freitragenden Stiegen, die eine feuersichere Decke über das ganze Stiegenhaus erhalten müssen, muß das Dach des Stiegenhauses entsprechend gehoben werden (Fig. 1, T. 34). Die Schwelle der Bodentür wird dann, wie in der Figur gezeichnet, im Niveau des Dachbodens angeordnet.

## 2. Gemauerte Stiegen, Beton- und Eisenbetonstiegen.

Stiegenstufen können in Ermangelung anderer Materialien auch mit hart gebrannten Ziegeln in Form von Ziegelrollscharen auf steigenden Gewölben oder anderen Unterlagen hergestellt und an der Trittfläche mit Eichenpfosten belegt werden, welche an eingemauerte Staffelhölzer festzuschrauben sind (Fig. 8, T. 34).

Solche Stufen sind wohl ziemlich dauerhaft, da man die Trittpfosten nach erfolgter Abnützung leicht auswechseln kann, sie sind aber umständlich in ihrer Ausführung und teuer.

Stiegenstufen aus Beton sind für alle Fälle sehr zu empfehlen. Je nach Umständen werden die Betonstufen mit oder ohne Eiseneinlagen, entweder an Ort und Stelle hergestellt oder, und zwar häufiger abseits der Verwendungsstelle in Formen eingestampft, nach erfolgter Erhärtung vom Steinmetz so wie Steinstufen bearbeitet und dann versetzt, und für untergeordnete Stiegen (Boden-, Kellerstiegen u. dgl.) wird man die sonst rein betonierten Ansichtsflächen häufig unbearbeitet lassen.

Bei Kellerstiegen u. dgl. können die Stiegenstufen direkt auf dem nach der Steigung entsprechend geebneten Erdboden oder auf einer festen Einschalung betoniert werden, indem man, von unten beginnend, für jede einzelne Stufe ein Brett nach der Länge aufstellt, dieses an beiden Enden an die anschließenden Stiegenmauern befestigt und den Beton zwischen dem Brette und der schrägen Erdwand bzw. Einschalung einstampft. Nachdem der Beton genügend angezogen hat, wird das Brett entfernt und für die nächste Stufe aufgestellt. Jede fertige Stufe muß man mit einem Bretterbelag vor Abnützung schützen, welcher bis zur vollständigen Erhärtung des Betons liegen bleiben muß.

Bei sehr langen Stufen oder bei freitragenden Stiegen wird die Tragfähigkeit der Stufen durch Eiseneinlagen ganz besonders erhöht, wenn diese Eiseneinlagen an jener Stelle angeordnet werden, wo die größten Zugspannungen im Stufenquerschnitte auftreten. Bei freitragenden Stiegen sind demnach die Einlagen nach Fig. 4 *a*, T. 35, im oberen Teile der Stufe, bei beiderseits unterstützten Stiegen dagegen nach Fig. 4 *b*, T. 35, im unteren Teile der Stufe anzuordnen.

Die Fig. 6 *a*, *b* und *c*, T. 35, zeigt die Konstruktion von Hohlstufen aus Eisenbeton für freitragende Stiegenarme von der Firma Pittel. Die Stufen bestehen aus Tritt- und Setzstufe mit dazwischen liegendem Hohlraum; in der Mitte und am freien Ende sind sie in der Länge von 10 *cm*, am einzumauernden Ende in der Länge von 35 *cm* voll ausgebildet. Sie werden 25 *cm* tief eingemauert. Die Stufen eines Stiegenarmes ruhen an den Enden und in der Mitte falzartig, sonst horizontal aufeinander. Diese Stufen haben nur $^2/_3$ des Gewichtes der Vollstufen, sind sehr tragfähig und feuersicher, mithin für die Ausführung freitragender Stiegen sehr zu empfehlen.

Wird die ganze Stiegenanlage aus Eisenbeton an Ort und Stelle hergestellt, so kommt ein vollständiges Eisengerippe, etwa nach Fig. 5, T. 35, oder nach einem ähnlichen System zur Anwendung. Dabei müssen die Eiseneinlagen ebenfalls an jenen Stellen angeordnet werden, wo die Zugspannungen auftreten.

Solche in einem Stücke betonierte Stiegenarme sind sehr tragfähig, da sie statisch wie Monolithe wirken; sie sind bei Anwendung von gutem, gleichmäßigem Betonmaterial und rationeller Ausführung auch sehr dauerhaft und feuersicher.

Stiegen aus Eisenbeton haben gegenüber allen anderen Stiegen den großen Vorteil vollkommener Feuersicherheit, da das Eisengerippe durch die Betonumhüllung gegen die direkte Einwirkung der Stichflammen geschützt ist und dadurch auch bei heftigem Flammenangriff seine Tragfähigkeit behält. — Freitragende Steinstiegen sind gegen direkten Flammenangriff nicht widerstandsfähig und stürzen, wie die Erfahrung lehrt, bei einem ins Stiegenhaus eindringenden Brande bald ein, auch beiderseits unterstützte Steintreppen sind nicht vollkommen feuersicher.

### 3. Hölzerne Stiegen.

Stiegen aus Holz sind wegen Feuergefährlichkeit meistens nur bei provisorischen Bauten (Baracken), eventuell auch bei Landhäusern gestattet.

Die Trittstufen, die der stärksten Abnützung ausgesetzt sind, sollen aus hartem Holz hergestellt oder mit Linoleumbelag geschützt werden, für die übrigen Teile genügt auch weiches Holz.

Alles für Stiegenkonstruktionen zur Verwendung kommende Holz muß vollkommen trocken sein, damit kein Schwinden und Werfen einzelner Konstruktionsteile eintreten kann. Die Pfosten usw. sollen nur aus Kernholz und nicht aus Splintholz hergestellt und möglichst astfrei sein. Besonders für Trittstufen ist astiges Holz zu vermeiden, weil die Aststellen härter als das übrige Holz sind, somit weniger abgetreten werden und daher bald Erhöhungen bilden, die das Begehen der Stiege unbequem machen.

Die Stufen werden nur selten massiv als Blockstufen ausgeführt, sondern zumeist aus Pfosten hergestellt (Fig. 6 und 7, T. 34). Die Tritt- und Setzstufen werden durch Falz, Nut und Nagelung miteinander verbunden. Sie werden entweder in 6 bis 8 *cm* starke Wangenpfosten mit zirka 2 *cm* Eingriff eingeschoben (Fig. 6, T. 34) oder nach Fig. 7, T. 34, auf die entsprechend ausgeschnittenen Wangen aufgesattelt. In letzterem Falle müssen die Wangen unter den Stufen zur Erreichung der nötigen Tragfähigkeit noch mindestens 12 *cm* hoch sein.

Bei breiteren und viel benützten Stiegen erhalten die Wangen in Entfernungen von 1·50 bis 2 *m* eine Verbindung durch Schraubenbolzen.

Die unterste Stufe wird gewöhnlich als Blockstufe hergestellt und unverrückbar befestigt; auf dieser werden die Stiegenwangen gewöhnlich aufgeklaut (Fig. 6, T. 34).

Die oberen Teile der Wangen stoßen an einen Balken, welcher als Wechsel zwischen die Deckenträme eingeschaltet ist oder an den Balken eines Ruheplatzes.

Die Podeste bei mehrarmigen Stiegen werden so gebildet, daß man entsprechende Träme an den Enden einmauert, die durch eingeschaltete Wechsel gegenseitig verspreizt werden; auf dieselben kommt der Fußbodenbelag. Der den Stiegenarmen zugekehrte Tram bildet dann das Auflager für die Wangen.

Bei starken Holztreppen kann eine feste Spindel aus vertikalen Balken (Säulen) gebildet werden, in welche die Podestträme und Stiegenwangen zu verzapfen sind.

Für untergeordnete Zwecke und schmale Stiegen (bis 0·90 *m* Stufenlänge) genügt es, bloß Trittstufen anzuwenden. Solche Stiegen (Fig. 5, T. 34) — auch Stiegenleitern genannt — eignen sich selbst für die größten Steigungen.

### 4. Eiserne Stiegen.

(T. 35.)

Zur Herstellung eiserner Stiegen verwendet man gegenwärtig fast ausschließlich Schmiedeeisen. Gußeisen, welches seiner Sprödigkeit wegen bei größeren Erschütterungen leicht bricht, wird nur noch bei Wendeltreppen, die sehr geringen Verkehr dienen, angewendet.

Bei geraden, eisernen Treppen werden die Stiegenwangen und die Stufenträger aus Winkeleisen gebildet. Die Stufen — aus starkem, geripptem Blech — werden an das Gerippe festgenietet; Fig. 1 stellt die Konstruktion einer solchen Stiege mit größerer Steigung (Stiegenleiter) dar.

In Fig. 2 ist eine Stiege mit normaler Steigung zur Darstellung gebracht, bei der die Trittstufen aus Eichenpfosten oder Steinholzplatten hergestellt werden können, welche das Gehen angenehmer machen als die eisernen, glatten, bei Sonnenhitze heißen Trittstufen. Die untere Seite des Treppenlaufes kann einen Verputz auf Rohrverschalung oder auf Stukkaturblech oder Drahtgeflechte u. dgl. erhalten.

Die in Fig. 3 dargestellte Wendeltreppe besteht aus einer hohlen Spindel (Mannesmannrohr), an welche die einzelnen Stufen festgeschraubt werden.

Die Spindel erhält entweder ein gemauertes Fundament oder sie ist an beiden Enden mit der Deckenkonstruktion in fester Verbindung. In Fig. 3 *a* und *c* erscheint

die Spindel auf einen I-Träger Nr. 28 *a* aufgelagert und mit diesem verschraubt; ähnlich kann die Befestigung am oberen Ende erfolgen.

Die Trittstufen bestehen aus einem durch Winkeleisen versteiften, gerippten Bleche. An jeder Stufe ist am Spitzende ein starker Schraubenbolzen angenietet, welcher durch ein entsprechendes Loch der Spindel gesteckt und mit einer Mutter angezogen wird (Fig. 3 *f*).

Am äußeren Umfange der Treppe erhalten die Trittstufen Durchlochungen, durch welche die schraubenbolzenartigen Fortsetzungen der Geländerstäbe gesteckt werden (Fig. 3 *e*). Diese Schraubenbolzen reichen weiter nach abwärts durch Stemmröhren, dann durch die durchlochten, unteren Enden der Verbindungsstäbe sowie durch die nächst unteren Trittstufen, unter diesen durch die oberen Enden der Verbindungsstäbe, unterhalb welchen sie dann durch Schraubenmuttern festgeschraubt werden. Der auf beiden Seiten eingespannte Verbindungsstab wirkt wie ein Konsolträger und erhält die Stufe in der wagrechten Lage.

An dem oberen Teile der Geländerstäbe wird ein schraubenförmig gebogenes Flacheisen befestigt und auf diseses der Stiegengriff angeschraubt.

Bei Wendeltreppen aus Gußeisen werden zuweilen die Stufen samt den der Stufenhöhe entsprechenden Teilen der hohlen Spindel aus einem Stücke gegossen, übereinander gestellt und gewöhnlich mittels einer durch alle Spindelteile reichenden, schmiedeeisernen Ankerstange verschraubt. Manchmal wird die Spindel auf Stiegenhöhe aus einem Stücke gemacht und jede einzelne Stufe an die an der Spindel angegossenen Laschen festgeschraubt.

---

# IX. Balkone und Erker.

(T. 36.)

## 1. Allgemeines.

Balkone sind kurze, über die Fassade eines Gebäudes vorspringende, offene Vorbauten, welche gewöhnlich durch eine Tür von dem anschließenden Raume aus zugänglich sind.

Allseits geschlossene und gedeckte Vorbauten, welche mit dem anschließenden Raume direkt verbunden sind, nennt man Erker.

Reicht die Unterstützung eines Vorbaues bis zum Erdboden, so spricht man von einem Altan oder Söller. Hat ein Balkon eine bedeutende Länge, so nennt man ihn Galerie oder Laufgang.

Die Balkone und Erker werden teils aus praktischen Gründen (Ausnützung für Wohnzwecke), teils aus dekorativen Gründen (Ausgestaltung der Fassade), z. B. ober den Portalen (Haupteingängen) oder in Risaliten, ausspringenden und abgestumpften Ecken u. dgl., angeordnet. Erker werden für ein oder mehrere Geschosse übereinander hergestellt und oben zumeist mit einem Balkon abgeschlossen.

Die Grundrißform der Balkone und Erker kann eine rechteckige, polygonale, halbkreis- oder halbellipsenförmige sein.

Die Länge der Balkone wird so bestimmt, daß sie über eine oder auch mehrere Fensterachsen reicht und in den Fensterpfeilermitten endet; Erker reichen in der Regel nur über eine Fensterachse.

Die Ausladung der Balkone und Erker soll nur so groß sein, daß dadurch einerseits die Konstruktion nicht zu schwierig wird und andrerseits der Eindruck der Stabilität nicht leidet; sie ist meistens durch Baugesetze bestimmt. Nach der Wiener Bauordnung soll die Ausladung über den Mauergrund bis zur äußersten Kante der Geländer oder Parapete nicht über 1·25 *m* betragen.

## 2. Ausführung der Balkone und Erker.

Bei der Ausführung der Balkone und Erker sind 3 Hauptkonstruktionsteile zu unterscheiden, und zwar: der tragende, der deckende und der umschließende Konstruktionsteil.

*a*) Der tragende Konstruktionsteil hat die gesamte Last (Konstruktions- und Nutzlast) auf die Hauptmauern zu übertragen; er wird meistens aus eisernen Trägern gebildet. Oft wird es möglich sein, die Deckenträger des anschließenden Raumes so anzuordnen, daß einige in ihrer Verlängerung gleichzeitig auch als Balkonträger dienen können. Solche Deckenträger müssen entsprechend ihrer zweifachen Inanspruchnahme berechnet und auf entsprechend große Stein- oder Eisenplatten gelegt werden, damit der zulässige Druck auf das Mauerwerk nicht überschritten werde.

Sind solche Deckenträger nicht vorhanden, so müssen eigene Balkonträger angeordnet werden, welche ein solides Auflager zu erhalten haben und nach abwärts kräftigst zu verankern sind. Als Auflager kann längs der äußeren Mauerflucht ein kleiner **I**-Träger (z. B. Nr. 8) gelegt werden, welcher das Mauerhaupt vor dem Abdrücken schützt.

Die Verankerung der Balkonträger wird desto wirksamer sein, je weiter sie vom äußeren Mauerhaupte abliegt; man wird sie daher unmittelbar an der inneren Mauerflucht anordnen. Trifft ein solcher Träger auf eine starke Scheidemauer, so kann derselbe in diese Mauer hineinreichen und dortselbst erst nach abwärts verankert werden, siehe Fig. 2 *b* und *g*. Diese Verankerung kann auch ganz wegbleiben, wenn sich die Scheidemauer im oberen Stockwerke fortsetzt. Die Ankerschließen reichen 2 bis 4 *m* in die Mauer hinab, müssen dort mit einem zirka 1 *m* langen Ankersplint versehen und am oberen Ende mit den Trägern fest verbunden werden.

Legt man quer über die Balkonträger einen kleinen **I**-Träger (Fig. 1 *d* und *e*) zunächst dem inneren Mauerhaupte und übermauert denselben, so wird durch die Belastung des darauf ruhenden Mauerwerkes die ganze Konstruktion solider.

Eventuell können die Balkonträger auch durch eiserne Streben (Fig. 3 *d*) von unten unterstützt oder bei Erkern mittels eiserner Zugbänder in das obere Mauerwerk verankert werden (Fig. 2 *b*). Diese Zugbänder müssen aber mit einem Gewinde versehen sein, um sie mittels Schraubenbolzen an eine entsprechend große Ankerplatte spannen zu können.

*b*) Der deckende Konstruktionsteil wird zumeist aus flachen Ziegeln- oder Betongewölben, manchmal auch aus Steinplatten, welche zwischen die Träger eingeschaltet werden, gebildet (Fig. 2 *b* und 3 *a*). Horizontale Decken können vorteilhaft aus Beton und Eisen hergestellt werden (Fig. 1 *b*).

Bei Balkonen muß das möglichst wasserdichte Pflaster 2 bis 4 *cm* unter dem Fußboden des anschließenden Innenraumes liegen und ein Gefälle von 2 bis 3% nach außen erhalten. Für den Wasserabfluß durch die gemauerten oder steinernen Geländer muß durch Herstellung einiger Abflußöffnungen gesorgt sein. (Fig. 1 und 2, *a* und *b*.)

*c*) Der umschließende Konstruktionsteil. Bei Balkonen grenzt ein 0·80 bis 1·00 *m* hohes Geländer aus Mauerwerk, Stein oder Eisen den betretbaren Balkonraum ab. Bei Erkern erfolgt der Abschluß durch schwache Mauern aus möglichst leichtem Material (Hohlziegel u. dgl.), welche von eisernen Trägern zu tragen sind. Diese Träger gehören entweder dem tragenden Konstruktionsteile selbst an oder werden in Form eines ganzen Rahmens auf den tragenden Konstruktionsteil unverrückbar verlegt (Fig. 3 *c*). In diesen Mauern sind möglichst große Lichtöffnungen anzuordnen.

Die Verbindung mit dem angrenzenden Wohnraum wird bei Balkonen durch eine gut schließende Doppeltür (Glastür) hergestellt, während die Erker gegen den anstoßenden Raum zumeist ganz offen sind.

Die äußere Ausgestaltung der Balkone und der Erker muß dem architektonischen Charakter des Gebäudes angepaßt werden. Die Balkonträger werden gewöhnlich mit Konsolen aus Zink verkleidet. Die Fig. 1, 2 und 3 zeigen einige Konstruktionsbeispiele von Balkonen bzw. Erkern.

Bei Monumentalbauten werden die Balkone zumeist nur aus Stein hergestellt; hierbei müssen die Deckplatten durch starke, vollkommen sicher versetzte Steinkonsolen genügend unterstützt sein.

Hie und da kommen Balkon- oder freie Gangkonstruktionen ganz aus Eisen mit Holzbelag oder mit einem Belag von Wellblech und Beton, ferner auch Konstruktionen ganz aus Holz zur Anwendung.

Bei Riegelbauten können Balkone und Erker als Riegelwände oder auch ganz aus Holz hergestellt werden. Dabei läßt man die Deckenträme als Balkonträger über das Mauerhaupt vorragen und unterstützt sie außen durch Streben. Die Balkondecke wird hierbei gewöhnlich durch eine doppelte Verschalung und der Fußboden durch ein wasserdichtes Pflaster gebildet. Bei Erkern kommt auf die obere Schalung noch eine Schutt- oder Sandschichte und auf diese der Fußbodenbelag.

Erker, welche nicht durch einen Balkon abgeschlossen sind, erhalten ein leichtes Dach mit einem soliden Maueranschluß.

---

# X. Verankerungen.

Manche Teile eines Bauwerkes können durch verschiedenartige, zeitweise wirkende Kräfte eine Trennung oder Verschiebung erfahren, wodurch die Stabilität der ganzen Konstruktion leiden würde.

Diesen manchmal ganz abnormal auftretenden Kräften (bei Erdbeben, Orkanen usw.) muß durch entsprechende Verankerungen entgegengewirkt werden. Die Konstruktion jedes Bauwerkes muß aber stets derart ausgeführt sein, daß unter normalen Verhältnissen die Stabilität auch ohne Verankerung eine hinreichende sei.

Solche Verankerungen können je nach dem Zwecke und der Konstruktion des Bauwerkes verschiedenartig sein; bestimmte Formen können hierfür nicht angegeben werden.

Man unterscheidet im allgemeinen 3 Arten von Verankerungen, und zwar:

*a*) solche, welche den Bestand einzelner Teile ein und derselben Konstruktion sichern, z. B. die Verbindung einzelner Quadersteine oder einzelner Hölzer untereinander zu einer ganzen, festen Konstruktion (hierzu dienen die verschiedenen Dübel, Dollen, Klammern, Schraubenbolzen usw., welche bei den betreffenden Konstruktionen näher erläutert sind);

*b*) solche, welche die Verbindung zweier Konstruktionsteile von verschiedener Festigkeit und Stabilität bezwecken, wobei grundsätzlich der schwächere Teil von dem stärkeren, stabileren gehalten wird, z. B. die Verankerung einer Scheidemauer an eine Hauptmauer (hierzu dienen die sogenannten Anker);

*c*) solche, welche zwei für sich bestehende, auch räumlich voneinander getrennte Konstruktionsteile zur Sicherung ihrer gegenseitigen Lage miteinander verbinden, z. B. die Mauern und Deckenträger eines Gebäudes untereinander (hierzu dienen die Schließen).

## 1. Anker.

Die gewöhnlich vorkommenden Ankerkonstruktionen wurden in den betreffenden Kapiteln bereits näher erläutert. Die T. 37 zeigt noch einige gebräuchliche Ankerkonstruktionen, und zwar Fig. 1 eine gewöhnliche Steinschraube, Fig. 2 eine Fundamentschraube zum Festhalten von Maschinenteilen an die betreffende

Unterlage (Fundament). Im Fundamentkörper ist das Muttergewinde dauernd eingegossen, in dieses wird der Ankerbolzen eingeschraubt; derselbe kann nach Bedarf angezogen oder ganz herausgeschraubt werden.

Die Fig. 3 zeigt eine ähnliche Verankerung wie Fig. 2, aber nicht mit Muttergewinde, sondern mit einer im Fundamentbeton versetzten Platte, die in der Mitte einen rechteckigen Schlitz besitzt; durch diesen Schlitz wird der korrespondierende Ankerkopf gesteckt, der Anker sodann um 90° gedreht, so daß der Kopf quer über den rechteckigen Schlitz zu stehen kommt und so von der Platte festgehalten wird.

Die Fig. 4 zeigt die Verankerung eines Eisenträgers mit der Mauer, wenn derselbe die Verschiebung der Mauer gegen den Träger verhindern soll, also einen Anker, welcher nicht gezogen, sondern gedrückt wird, daher auch D r u c k a n k e r genannt wird. Fig. 7 zeigt einen Druckanker mit Verankerung durch Bolzen nach abwärts in das Mauerwerk.

Fig. 5 zeigt die Verbindung eines Eisenträgers mit dem Mauerwerk, wenn der Träger auf Zug beansprucht wird, also einen Z u g a n k e r. Sowohl beim Druck- als auch beim Zuganker muß das an das Trägerende genietete Winkeleisen entsprechend lang sein, um den Druck oder Zug auf einen genügend großen Mauerkörper zu übertragen.

Die Fig. 6 zeigt eine bei Balkonträgern übliche Verankerung, welche im oberen Teile als Zug- und im unteren Teile als Druckanker wirkt.

Die Fig. 8 und 9 zeigen gebräuchliche Verankerungen bei steigender oder fallender Lagerung der Eisenträger.

Die Fig. 10 und 11 zeigen Verankerungen von Mauerecken bzw. Mauerkreuzungen, die aber seltener Verwendung finden.

## 2. Mauerschließen.

Die Mauerschließen bezwecken die Verbindung der aufgehenden Mauern eines Gebäudes untereinander, um ein Ausbauchen oder Lostrennen einzelner Mauerteile zu verhindern.

Die verhältnismäßig schwachen Mauern und das rasche Bauen bei den modernen Hochbauten erfordern in jedem Geschosse ein ausgiebiges Schließennetz, das am zweckmäßigsten in der Höhe der Deckenkonstruktion angeordnet wird.

Die Endwiderlager der Gewölbe müssen miteinander zur Aufhebung des Gewölbschubes hinreichend mit Schließen verbunden sein.

### *Anordnung der Mauerschließen.*

Im Kellergeschosse, in dem die Umfassungsmauern an Erdwände anschließen, sind Mauerschließen nur in dem Falle notwendig, wenn den Seitenschüben der Gewölbe nicht durch hinreichend starke Widerlager Rechnung getragen ist.

In allen anderen Geschossen muß nach jeder Stockwerksgleiche in der Höhe der Deckenkonstruktion ein Schließennetz derart angeordnet werden, daß womöglich bei jedem Fensterpfeiler eine Schließe quer durch das ganze Gebäude oder bis zur Mittelmauer reicht und jede Mauer in ihrer Längenrichtung durch eine Schließe gebunden wird. Hierzu sind in erster Linie die vorhandenen Deckenträger als Schließen zu armieren. An den Enden der eisernen Träger werden T r a v e r s e n s c h l i e ß e n und bei den Zusammenstößen derselben V e r b i n d u n g s l a s c h e n angeschraubt (Fig. 10, T. 38).

Bei den Tramdecken (Fig. 11, T. 38) erhalten die Deckenträme an den Enden „S c h l a g s c h l i e ß e n" und bei den Stößen zweier Träme „S c h l a g k l a m m e r n", welche mit den Spitzen in die Träme eingeschlagen und außerdem an jedem Tram mit 2 Nägeln festgenagelt werden. Im Bedarfsfalle kann man die Schließen auch nach Fig. 12, T. 37, seitlich an die Träme befestigen.

Die zur Vervollständigung des Schließennetzes noch fehlenden Schließen müssen in ihrer ganzen Länge aus Schließeneisen hergestellt werden. Fig. 9, T. 38, zeigt das Ende und den Zusammenstoß einer solchen Zugschließe. Sind bei Tramdecken Rastbalken zum Auflagern der Deckenträme angeordnet, so können diese wie die Deckenträme mit Schlagschließen und Schlagklammern zu Schließen (Rastschließen) armiert werden.

Die Fig. 1, T. 38, zeigt an einem Gebäudegrundriß die Anordnung der Mauerschließen mit Ausnützung der eisernen Deckenträger und die Fig. 2, T. 38, die Anordnung von Zugschließen für Gewölbedecken. Der Schnitt Fig. 3, T. 38, enthält Beispiele von Tram- und Traversenschließen, welche das ganze Gebäude quer verbinden.

Bei Dachstühlen mit Kniestöcken sollen die Umfassungsmauern ebenfalls mit Schließen verankert sein. Hierzu können die Bundträme, eventuell Zangenhölzer mit schwächeren Schlagschließen armiert werden (Fig. 3, T. 38). Schwächere Giebelmauern werden zumeist mit schwachen Schlagschließen gegen die Pfetten des Dachstuhles verankert.

Bei Gewölbewiderlagern wären die Schließen am wirksamsten in der Anlaufhöhe angebracht. Da aber die Schließen in der Gewölbeleibung nicht hervortreten sollen, wird man sie entweder wie in Fig. 4, T. 38, etwas über den Gewölbescheitel hinauf verlegen, oder, wenn der Mauerverband im Gewölbe nicht gestört werden darf, wie in Fig. 5, T. 38, über dem Gewölbeschluß anordnen. Diese Verankerung kann jedoch nur bei flachen Gewölben als noch hinreichend betrachtet werden. Bei Gewölben mit größerer Stichhöhe liegen die Angriffspunkte des Gewölbeschubes zu tief unter der Schließe. Man könnte in diesem Falle zwei geneigte Schließen (Kreuzschließen) nach Fig. 6, T. 38, oder eine Gabelschließe nach Fig. 7, T. 38, anordnen; erstere erfordert aber eine hohe Deckenkonstruktion, während letztere kompliziert ist und auch dem Seitenschub des Gewölbes nicht günstig entgegenwirkt. Bei hinreichend belasteten Endwiderlagern kann man die horizontal über dem Gewölbeschluß angeordnete Schließe nach Fig. 8, T. 38, mit längeren, nach abwärts reichenden Durchschubern versehen und die Durchschuber an den unteren Enden mit kurzen Schließen (Kontraschließen) gegen das Innere der Endwiderlager verankern.

### *Detailkonstruktion der Mauerschließen.*

Alle Mauerschließen mit Ausnahme der zu Schließen armierten, eisernen oder hölzernen Deckenträger dürfen nur auf Zug beansprucht werden.

Man verwendet in der Regel Flacheisen (Schließeneisen) von 46 und 53 *mm* Breite, 8 bis 24 *mm* Dicke und bis 6 *m* Länge; für Gewölbeschließen zwischen Eisenträgern nur Rundeisen, für kleinere Schließen sowie für Quadermauern zumeist Quadrateisen.

Kurze Schließeneisen können durch Zusammenschweißen bis auf 6 *m* verlängert werden; eine weitere Verlängerung wird meistens durch das Keilschloß (Fig. 9, T. 38) bewirkt, welches gleichzeitig auch das bei jeder Schließe notwendige Spannen ermöglicht. Die Enden der zu verbindenden Schließeneisen werden auf zirka 10 *cm* umgebogen und mit geschweißten Flacheisenringen *r* zusammengehalten. Durch Eintreiben von Eisenkeilen *k* in den zwischen den Enden der Flacheisen belassenen Schlitz kann die Schließe entsprechend gespannt werden.

Auf Tafel 37 sind einige Schlösser für Zugschließen dargestellt, und zwar zeigt die Fig. 17 ein gabelförmiges und die Fig. 18 ein gewöhnliches Keilschloß zur Verbindung und zum Spannen der Zugschließen; die Fig. 13 ein Zahnschloß und Fig. 14 ein Kettenschloß, welch letztere zwei bloß zur Verbindung der Schließen, nicht aber zum Spannen derselben dienen. Das Kettenschloß kann bei beweglichen Konstruktionen (Zugstangen) vorteilhaft verwendet werden. Die Fig. 15 zeigt ein Schraubenschloß und die Fig. 16 und 16 *a* ein Muffenschloß;

beide können für eine sehr kräftige Anspannung von wichtigen Schließen gut Anwendung finden.

Die Enden der Mauerschließen werden gewöhnlich mit einem vertikalstehenden Öhr, A u g e genannt, versehen, welches ein 70 bis 120 *cm* langes Schließeneisen (D u r c h s c h u b e r) umfaßt (Fig. 9 *b*, T. 38). Dieser Durchschuber, der einen entsprechenden Mauerteil zu fassen hat und der Schließe als Anker dient, wird auf Biegung beansprucht, daher hochkantig gegen die Mauer gestellt und aus einem um eine Nummer stärkeren Schließeneisen erzeugt als die Schließe selbst.

Bei Mauern, die einen Verputz erhalten, liegt der Durchschuber in einer zurückgeschmatzten Schließenritze (Fig. 10 *a*, T. 38) so weit vertieft, daß er vom Verputz gerade noch verdeckt werden kann. Bei stärkeren Mauern pflegt man die Durchschuber ganz einzumauern. In diesem Falle werden dieselben vorerst bis zur Hälfte eingemauert, sodann die Schließen mit ihren Augen auf die nach oben frei vorragenden Schuberteile aufgesteckt und zuletzt Schließe samt Schuber vollständig eingemauert.

Das Anspannen der Schließe kann natürlich erst nach vollständigem Anmauern bzw. Einmauern der Durchschuber erfolgen.

Bei Ziegelrohbauten werden die Durchschuber manchmal auch zu dekorativen Zwecken benützt, indem man sie mit verschiedenartigen Verzierungen frei über das Mauerhaupt hervortreten läßt (Fig. 12, T. 38).

Bei Rundeisenschließen werden zu diesem Zwecke manchmal auch gußeiserne Rosetten (Platten) verwendet, wobei dann das Spannen der Schließen mit einer Schraubenmutter vom Mauerhaupte aus erfolgen kann (Fig. 13, T. 38).

Die Anordnung der Schließen soll nur in gerader Linie und in der kürzesten Richtung erfolgen, weil in dieser Lage die Schließe am wirksamsten und auch am einfachsten ist. Manchmal treten aber einzelne Konstruktionsteile, z. B. Rauchschlote dieser Anordnung hinderlich entgegen. In diesem Falle muß eine zweckentsprechende Umgehung dieses Hindernisses erfolgen, wie z. B. in Fig. 19 und 20, T. 37, angedeutet erscheint.

Dünnwandige Bauwerke, z. B. hohe Schornsteine u. dgl. können durch außen angeordnete Schließen, sogenannte Schlaudern, zusammengehalten werden, wie solche in Fig. 21 bis 23, T. 37, dargestellt sind. Auch gewöhnliche, über die Dachfläche hoch emporragende Schornsteine, die schon schadhaft geworden sind, können durch solche Schließen gebunden und eventuell an das Dachgehölz verankert werden.

### 3. Verschienung.

Bei Bauten auf unsicherem Boden, das ist ein solcher, der häufigen Erderschütterungen durch Erdbeben ausgesetzt ist, werden die Mauern im unteren Teile häufig durch eine Verschienung verstärkt. Diese besteht darin, daß sowohl im Fundamente als auch im aufgehenden Mauerwerke in gewissen Höhen horizontal liegende, zu einem Netze miteinander verbolzte, schwache Eisenträger eingelegt und vermauert werden. Je nachdem ein seitliches oder vertikales Setzen zu befürchten ist, legt man die Träger flach- oder hochkantig. In sehr wichtigen Fällen oder bei sehr unsicherem Boden erfolgt auch eine Verschienung im vertikalen Sinne, die mit der horizontalen Verschienung verbunden wird und auf diese Art ganze Fachwerke bildet.

Statt dieser, jedenfalls sehr kostspieligen Verschienung kann für solche Verhältnisse eine zweckentsprechende Eisenbetonkonstruktion zur Anwendung kommen, die ja im Prinzip auch eine Verschienung im Betonmauerwerk vorstellt, jedenfalls aber billiger zu stehen kommt und auch dem angestrebten Zwecke besser entsprechen dürfte.

# XI. Schutz der Mauern gegen Feuchtigkeit.

Bei feuchten Mauern geht die sogenannte Porenventilation nahezu ganz verloren, weil die Poren mehr oder weniger mit Wasser ausgefüllt sind. Die Nässe verhindert auch das Erhärten des Luftmörtels und zerstört die mit ihr in Berührung kommenden Holzkonstruktionen. Außerdem üben nasse Wände auf die Bewohner der betreffenden Räume einen gesundheitsschädlichen Einfluß aus.

Es müssen daher aus technischen und hygienischen Gründen Mittel angewendet werden, welche das Feuchtwerden der Mauern unmöglich machen oder doch voraussichtlich längere Zeit hintanhalten.

Die Mauern können entweder durch die Niederschlagswässer, durch die anschließende Erde oder durch das aufsteigende Grundwasser feucht werden. Die erstgenannte Ursache ist jedenfalls die wenigst gefährliche, da sie nur zeitweise und oberflächlich auftritt.

Das Feuchtwerden der Mauern durch die anschließende, feuchte Erde oder durch das Grundwasser basiert auf der Kapillarität, indem die Mauern die Feuchtigkeit aufsaugen und in sich weiter verbreiten. Im allgemeinen müssen daher die Fundamente und die Kellermauern aller Gebäude so hergestellt werden, daß das Aufsteigen und seitliche Eindringen der Erdfeuchtigkeit hintangehalten wird. Dies geschieht durch die „Isolierungen".

Diese Isolierungen können auf die verschiedenste Art ausgeführt werden. Vor allem wird man für die an Erde anschließenden Mauern dichte Steingattungen oder gut gebrannte Ziegel und Roman- oder Portlandzementmörtel verwenden. Ferner wird man Isolierschichten, das sind undurchlässige Schichten, einschalten, welche die Verbreitung der Feuchtigkeit verhindern.

Werden die Wohngebäude unterkellert, so soll die Kellersohle wenigstens 30 *cm* über den bekannten höchsten Grundwasserstand gelegt werden.

## 1. Isolierungen bei Neubauten.

Bei nichtunterkellerten Gebäuden werden zirka 15 *cm* unter dem Erdgeschoßfußboden alle Mauern horizontal abgeglichen und mit einer Isolierschichte belegt, welche das weitere Aufsteigen der Mauerfeuchte verhindern soll (Fig. 1, T. 39). Bei Wohnräumen muß diese Isolierschichte auch unter der ganzen Fußbodenfläche durchreichen, damit auch die Bettung der Polsterhölzer (Mauerschutt, Sand u. dgl.) trocken bleibe (Fig. 2, T. 39).

Bei unterkellerten Gebäuden wird man sich gewöhnlich auf eine Isolierung der an die Erdwände anschließenden Umfassungsmauern beschränken (Fig. 3, T. 39). Dabei wird eine horizontale Isolierschichte in der Höhe der Kellersohle und eine an die Erdwand anschließende vertikale Isolierung bis 15 *cm* unter das Niveau des ebenerdigen Fußbodens angeordnet, in welcher Höhe sie dann horizontal durch die ganze Mauer reicht. Bei untergeordneten Kellerräumen wird häufig bloß die horizontale Isolierung unter dem ebenerdigen Fußboden angeordnet.

Werden die Keller- oder Souterrainräume für bessere Zwecke, eventuell wohnlich ausgestattet, so muß auch unterhalb des Kellerfußbodens eine solide Isolierschichte gelegt werden, welche auch in dieser Höhe durch alle Mauern reichen muß (Fig. 4, T. 39).

Ein Schutz gegen das seitliche Eindringen der Erdfeuchtigkeit kann auch durch Anlage von Luftschlitzen (Fig. 4, T. 39) oder von schliefbaren Luftkanälen (Fig. 3, T. 38) längs der ganzen Erdwand erreicht werden. Solche gedeckte Luftschlitze oder Kanäle müssen aber durch hinreichend viele Ventilationsöffnungen mit der Keller- und Außenluft in Verbindung gesetzt und an den Ausmündungsstellen mittels engmaschiger Drahtnetze gegen das Eindringen von Vögeln und Ungeziefer gesichert werden.

Einen noch besseren Schutz gewährt die Anlage von oben offenen oder mit einer Verglasung geschlossenen Gräben oder Schächten längs der ganzen Umfassungsmauer, welche auch gleichzeitig als Lichtgräben oder Lichtschächte dienen können (Fig. 5, T. 39). Siehe auch Maueröffnungen.

Wird ein Gebäude nicht ganz, sondern nur teilweise unterkellert, so kann bei den Mauerkreuzungen der in Fig. 6, T. 39, schraffierte Teil mit Klinkerziegeln im Portlandzement oder in Asphalt oder in Isoliermörtel (s. d.) gemauert werden; hierdurch wird das Weitergreifen der Mauerfeuchtigkeit gegen die unterkellerten Räume verhindert. Die dazwischen liegenden vertikalen Mauerflächen müssen an der Erdseite mit einer Isolierschichte versehen werden.

Bei Anordnung eines über dem Bauhorizonte liegenden hohlen Bodens (Hohlbodens, Fig. 7, T. 39) sind sämtliche Mauern direkt unter den Fußboden-Polsterhölzern durch horizontale Schichten zu isolieren. Der Hohlraum zwischen Fußboden und Bauhorizont muß, wie in der Figur angedeutet, durch hinreichende Ventilationskanäle mit der Außenluft in Verbindung gesetzt werden; diese Kanäle sind an den Außenseiten durch engmaschige Drahtgitter abzuschließen.

Mauern, welche mit Erde bedeckt werden, wie z. B. im Festungsbau, bei Brückengewölben u. dgl., erhalten ebenfalls eine wasserdichte Abdeckung, bevor die Anschüttung aufgebracht wird. Die Gewölbedecken erhalten eine entsprechend abgesattelte Nachmauerung mit einem guten Zementverputz, auf welchen die Isolierschichte aufgetragen wird.

Die Fig. 8, T. 39, zeigt eine solche Isolierung, wie sie im Festungsbau häufig vorkommt. Die Isolierschichte reicht über die entsprechend abgesattelte Nachmauerung und an den vertikalen Wänden einerseits bis unter die Kordonplatte und andrerseits bis zur Fundamentsgleiche, wo sie die ganze Baufläche bedeckt, um das Aufsteigen der Erdfeuchtigkeit gegen den Fußboden zu verhindern.

## 2. Trockenlegung feuchter Räume.

Das Austrocknen von alten, nassen Mauern ist sehr schwierig und in den meisten Fällen gar nicht vollständig zu erreichen. Man wird sich daher meistens bloß darauf beschränken müssen, nur die inneren Mauerflächen und nicht die ganze Mauer trocken zu legen, wobei auf die Porenventilation verzichtet wird.

Die einfachste Art der Trockenlegung feuchter Mauerflächen besteht darin, daß man den alten Verputz abschlägt, die Mörtelfugen auskratzt und die Mauern eventuell bei Verwendung von Koksöfen möglichst trocknet; hierauf werden die Fugen mit Zementmörtel glatt verstrichen, die Mauerflächen mit einer Isolierschichte versehen und dann verputzt.

Wo es die Verhältnisse gestatten, können die zuerst wasserdicht verputzten Mauern mit einem Hemde aus Hohlsteinen verkleidet werden (Fig. 9 *a*, T. 39), wobei die Verkleidung mit der alten Mauer, wie in der Figur angedeutet, durch eine entsprechende Verschmatzung oder durch Eisenhaken verbunden wird. Eine bessere Isolierung kann erreicht werden, wenn man zwischen der alten Mauer und dem Verkleidungshemd eine zirka 8 *cm* breite Luftschichte einschaltet und die Verkleidung nur mittels einiger geteerter Ankersteine mit der alten Mauer verbindet (Fig. 9 *b*, T. 39).

Ist auch der Fußboden in alten Gebäuden gegen aufsteigende Erdfeuchtigkeit zu schützen, so muß die Dielung und der Mauerschutt entfernt werden. Auf dem geebneten, eventuell festgestampften Boden wird sodann eine über die ganze Bodenfläche reichende Isolierschichte aufgebracht, an welche die Isolierung der vertikalen Mauerflächen wasserdicht angeschlossen wird (Fig. 10, T. 39). Unter dieser Fußbodenisolierung kann ein möglichst dichtes Klinkerpflaster oder ein Betonestrich angeordnet werden, wodurch die Güte und Dauerhaftigkeit der Isolierung erhöht wird.

### 3. Isolierungen bei aufsteigendem Grundwasser.

Liegt die Kellersohle unter dem höchsten Grundwasserstande, so daß zeitweise in die Kellerräume Wasser eindringen könnte, so müssen außer den Isolierschichten, welche in einem solchen Falle ganz besonders stark und solid ausgeführt werden müssen, Fußbodenpflasterungen oder Betonierungen hergestellt werden, welche dem Auftrieb des Grundwassers widerstehen können.

Erfahrungsgemäß bieten horizontal gelegte, selbst starke Pflasterungen oder Betonierungen in den seltensten Fällen hinreichenden Widerstand gegen den Auftrieb des Grundwassers. Ein entsprechender Widerstand kann nur durch genügend starke, in der Form von umgekehrten Gewölben ausgeführten Pflasterungen oder Betonierungen erreicht werden (Fig. 11 bis 13, T. 39). Die Gewölbeanläufe müssen hierbei so wie bei Gewölbewiderlagern an die Gebäudemauern anschließen, wodurch auf diese der durch den Auftrieb entstehende Druck übertragen wird.

Die Isolierschichte kann entweder unter diese gewölbartige Pflasterung (Fig. 11, T. 39) oder bei stärkerer Ausführung zwischen zwei solche Lagen eingebettet werden (Fig. 12, T. 39); sie muß bei Neubauten, wie Fig. 11, T. 39, zeigt, auch durch die Mauern reichen und an der Außenseite der Umfassungsmauern bis zum Bauhorizonte emporgeführt werden. Auf diese konkave Fußbodenpflasterung wird dann eine horizontal abgeglichene Beschüttung und auf letztere erst der eigentliche Fußboden gelegt.

Bei bestehenden Gebäuden muß an den Mauern innen eine entsprechende Verkleidung aus Klinkerziegeln in Portlandzementmörtel, eventuell eine Betonierung mit Bitumen-Emulsion (siehe Isoliermörtel) ausgeführt werden, welche mindestens 30 *cm* über den höchsten Grundwasserstand emporreicht (Fig. 12 und 13, T. 39). Zwischen der alten Mauer und der Verkleidung wird die Isolierschichte angeordnet.

Bei Türen müssen die Stöcke herausgenommen und die Mauern und Fußbodenflächen mit einer starken, dichten Isolierschichte versehen werden, worauf dann die Türstöcke wieder derart einzumauern sind, daß die Isolierschichte an keiner Stelle beschädigt werde.

### 4. Gebräuchliche Isoliermittel und deren Anwendung.

Eine gute Isolierschichte muß nicht nur wasserdicht, sondern auch elastisch sein, damit durch die unvermeidlichen Setzungen im Mauerwerke keine Risse in der Isolierschichte entstehen können.

Das beste aber auch kostspieligste Isoliermittel sind Bleiplatten, deren Stöße gut verlötet sind. Ihre Verwendung erfolgt jedoch sehr selten.

Die meiste Verwendung findet Asphalt in verschiedenartiger Form und Zusammensetzung mit anderen Stoffen. Reiner Asphalt, für sich allein verwendet, wird nach dem Erstarren spröde und erhält bei eintretenden Mauersetzungen leicht Risse; man gibt ihm daher verschiedene Zusätze, die seine Elastizität und Klebefestigkeit am Mauerwerk erhöhen und ihn in heißem Zustande oft auch flüssiger machen.

Für horizontale und wenig geneigte Flächen verwendet man z. B. Gußasphalt, eine Mischung von Asphaltmastix und Goudron. Diese Mischung wird auf die gut gereinigten und getrockneten Mauern usw. zirka 10 bis 15 *mm* dick aufgetragen und erstarren gelassen. Es kann vor dem vollständigen Erstarren etwas reiner Kies oder Sand aufgestreut und eingewalzt werden, um einen besseren Verband mit dem darüberliegenden Mauerwerk zu erhalten.

Für vertikale oder stark geneigte Flächen wird sogenannter Wand- oder Aufzugasphalt, auch ein Gemisch von Asphaltmastix und Goudron, verwendet. Auf die gut getrockneten und von Staub usw. gereinigten Mauerflächen, deren Fugen mit Zementmörtel verstrichen werden, wird zuerst ein flüssiger An-

strich mit größerem Goudronzusatz mit dem Pinsel aufgetragen und gut verstrichen, darüber wird eine zweite Schichte, die mehr Asphaltmastix enthält, daher dickflüssig ist, mit der Spachtel aufgestrichen. Von geübten Arbeitern wird diese Isolierung oft auch nur in einer Schichte aufgetragen. Anschlüsse vertikaler Isolierungen an horizontale, z. B. an Fußbodenisolierungen, müssen unter Einschaltung einer Hohlkehle sehr sorgfältig ausgeführt werden.

Ähnliche Isoliermittel wie die vorgenannten sind die Asphaltisoliermasse von N. Schefftl in Wien, die Hüttelsche Isoliermasse, die Kautschukmasse von Haumanns Witwe, Holzzement, ferner das von der Firma Schefftl erzeugte Xerotikon, welches in kaltem Zustande streichbar ist und nach einigen Minuten erhärtet.

Isolin (auch Asphaltlack genannt) soll ein erprobtes Isoliermittel für Mauern und in Erde einzubauende Stoffe gegen das Durchdringen der Feuchtigkeit, aber auch einen guten Anstrich für Rostschutz u. dgl. geben. Isolin ist eine Lösung von Asphaltkomposition mit einem leicht flüchtigen Lösungsmittel, es wird mit einem Pinsel im kalten Zustande aufgetragen.

Der rasch trocknende, schwarzglänzende Anstrich ist sehr elastisch, nicht klebrig, wird nicht brüchig und widersteht der Einwirkung von Wasser und Säuren (mit Ausnahme konzentrierter Schwefelsäure) vollständig. Es wird von der Österreichischen Asphalt-Aktiengesellschaft geliefert; zweckmäßig ist ein zwei- bis dreimaliger Anstrich, welcher in besonderen Fällen so oft wiederholt wird, bis die Anstrichschichte etwa 2 bis 3 *mm* dick ist.

Simplicin, ein ähnliches von derselben Firma erzeugtes Fabrikat soll besonders zu Mauerisolierungen und Anstrich von Feuermauern geeignet sein, indem man im kalten Zustande einen dreimaligen Anstrich damit herstellt und den letzten Anstrich mit reschem Sand kräftig bestreut.

Häufig verwendet man, besonders zu horizontalen Mauerisolierungen, in Asphalt getränkte Filzplatten (Asphaltfilzplatten, siehe Baustoffe), oft auch, besonders zu Fußbodenisolierungen, Anduropappe Buberoit oder Durolit, die in ähnlichen Größen wie Asphaltfilzplatten und in drei verschiedenen Dicken erzeugt werden. Für wichtige Isolierungen dienen oft Asphaltfilzplatten mit Bleieinlagen.

Die Isolierplatten sind sehr weich, geschmeidig und dehnbar, reißen daher nicht bei ungleichen Setzungen im Gebäude. Die Verlegung erfolgt entweder mit zirka 6 bis 10 *cm* Übergreifung oder mittels Stoß und darüber gelegten, zirka 12 *cm* breiten Deckstreifen. Alle Fugen müssen gut mit Asphaltkitt u. dgl. gedichtet werden.

Bei Fußbodenisolierungen, besonders gegen aufsteigendes Grundwasser, wird es sich empfehlen, eine doppelte Lage Isolierplatten mit Fugenwechsel anzuordnen und die beiden Lagen mit dünnflüssigem Asphalt zu verkleben. Beim Anschlusse der Fußbodenisolierung an die in den Lagerfugen der Mauern eingelegte Isolierplatte muß man ebenfalls eine mindestens 5 *cm* breite Übergreifung anordnen, die mit Asphalt u. dgl. gut gedichtet wird. Diese Übergreifung wird gewöhlich nach Fig. 14, T. 39, ausgeführt, indem man, wie bei *a* in der Figur angedeutet ist, die zwischen die Lagerfugen der Mauern eingelegten Platten um zirka 8 *cm* über die Mauer vorragen läßt und dort den Anschluß an die später zu legende Fußbodenisolierung bewirkt.

Bei Isolierung von vertikalen Mauerflächen, die an Erdwände anschließen, können die Isolierplatten nach *b*, Fig. 14, T. 39, mit 10 *cm* breiter Übergreifung auf die Fundamentisolierung aufgeklebt und dann an den Erdwänden emporgeführt werden. Hierzu kann man die einzelnen Streifen, sobald sie unten durch Übermauerung mit einigen Ziegelscharen fixiert sind, über die Böschung aufziehen und oben provisorisch beschweren (Fig. 15, T. 39). Sobald die Mauer bis zur entsprechenden Höhe aufgeführt ist, werden die Streifen einzeln an die Mauer angelegt, oben bei

der Mauergleiche eingebogen und übermauert. Gleichzeitig müssen alle Übergreifungen gut verklebt werden.

Bei haltbarem Erdreich, bei dem die Erdwände vertikal ausgehoben werden, können die Isolierplatten auf der Erdwand emporgezogen, dort an entsprechend eingeschlagene Pflöcke bei den Übergreifungen festgenagelt und die Übergreifungen mit heißem Asphalt verklebt werden. An die mit Isolierplatten vollständig verkleideten Erdwände wird dann das Mauerwerk angeschlossen. Auch für diesen Zweck würde sich eine doppelte mit Asphalt verklebte Lage sehr empfehlen.

Die Isolierung (wasserdichte Abdeckung) nach dem Verfahren von Leisz-Zuffer soll sich beim Baue der Wiener Stadtbahn gut bewährt haben.

Bei diesem Verfahren wird zur Herstellung der wasserundurchlässigen Schichte Naturasphalt mit eingelegtem Jutegewebe benützt. Grobfädige Jutegewebe halten in ihren Maschen den heiß eingedrückten Asphalt derart fest, daß selbst bei lotrechten Flächen und starker Einwirkung von Sonnenstrahlen ein Abrinnen des Asphaltes nicht vorkommt.

Bei der Ausführung wird auf die gereinigten und eventuell mit Zementmörtel abgeglichenen Mauerflächen ein 3 *mm* starker Anstrich aus heißem Naturasphalt in entsprechender Dichte aufgebracht; in die noch heiße Masse werden sodann zirka 1 *m* breite, grobfädige Gewebestreifen aus Jutestoff aufgerollt und eingepreßt. An den Übergreifungsstellen werden die Jutestreifen durch dazwischen gestrichenen heißen Naturasphalt sorgfältig miteinander verkittet. Über die Gewebe wird ein zweiter, 3 *mm* starker Naturasphaltanstrich aufgetragen.

Der Wunnersche Isoliermörtel und Isolierbeton, ein von H. & L. Wunner in Saarburg erfundenes Isoliermittel, wird aus einer mit „Bitumen-Emulsion" bezeichneten Flüssigkeit hergestellt, diese wird dem gewöhnlichen Portlandzementmörtel oder Beton zugesetzt und das Ganze innig vermengt. Bitumen-Emulsion ist eine harzig-ölige, dunkelbraune Flüssigkeit von leuchtgasartigem Geruch, die im Wasser und in Säuren vollkommen unlöslich ist, dagegen in Petroleum sich leicht löst und mit frischem Kalkhydrat sich gut vermengen läßt.

Zur Bereitung des Wunnerschen Isoliermörtels werden 7 Raumteile Portlandzement und 15 Raumteile feingesiebter Quarzsand mit Wasser zu einem nicht zu steifen Brei vermengt, sodann wird 1 Raumteil Bitumen-Emulsion dazugegossen und mit dem Mörtel recht innig vermengt.

Zur Bereitung des Isolierbetons wird mit dem fertigen Isoliermörtel das erforderliche Quantum kleiner Kiesschotter innig vermengt.

Die fertige Mörtel- oder Betonmasse wird an Ort und Stelle sogleich wie Zementmörtel oder Beton verarbeitet, bei längeren Arbeitspausen dürfen keine Rückstände bleiben, doch kann zu steifer Mörtelbrei ohne Nachteil mit Wasser verdünnt werden.

Die Firma F. Raab in Wien XIV, Avedikstraße 23, erzeugt ein Isoliermittel, „Rabit" genannt, welches, dem Zementmörtel oder Beton beigemengt, denselben vollkommen wasserundurchlässig macht. Rabitmörtelzusatz ist eine geruch- und farblose Emulsion, die in 10 Teilen Wasser vollkommen aufgelöst, als milchartige Flüssigkeit — Rabitmilch — dem trockenen Sand und Zementgemisch anstatt gewöhnlichem Wasser beigegeben und zu einem rahmartigen Mörtel vermengt wird, welcher dann zu Verputzarbeiten usw. als „Isoliermörtel" direkt verarbeitet oder durch Beimengung von Schotter als „Isolierbeton" zu verschiedenen Grundwasser- u. dgl. Abdichtungen verwendet werden kann. Die Verarbeitung geschieht im allgemeinen nach den bei Maurerarbeiten angegebenen Regeln, jedoch soll die gut gereinigte Mauerfläche mit Rabitmilch angenetzt werden, bevor der erste Spritzanwurf gemacht wird. Für Verputzarbeiten genügt eine Mischung von 1: 3 bis 1: 4 (Zement zum Sand) und eine Verputzstärke von 1·5 bis 2 *cm*.

In Wohnräumen, welche eine Malerei erhalten, soll zum Zureiben des groben Rabitverputzes nur Weißkalkmörtel ohne Rabitzusatz verwendet und womöglich

noch denselben Tag aufgetragen werden, andere Verputze werden auch mit Rabitmörtel zugerieben und manchmal auch geglättet.

Als horizontale Isolierung bei Neubauten genügt die Verfugung der letzten Ziegelschar, auf welcher der Isoliermörtel 1·5 bis 2 *cm* dick im Mischungsverhältnis 1: 2 (Zement zum Sand) gleichmäßig aufgetragen wird. Darüber kann man die gewöhnliche Mauerung fortsetzen.

Den Sonnenstrahlen ausgesetzte Verputzarbeiten sollen durch Zudecken oder Benetzen geschützt werden, da sonst Schwindrisse im Verputz entstehen.

Bei Grundwasser sind dem Wasserdruck entsprechend die Betonböden (Unterlagsbeton) nach den allgemeinen Regeln zu konstruieren und zu dimensionieren. Die Abdichtung der Filtrationsstellen und Herstellung des Verputzes erfolgt zuerst an den Wänden so, daß der Wasserzulauf der Sohle zuströmt. Der Boden wird erst dann abgedichtet, bis die Wände vollständig rein und undurchlässig verputzt sind. Der Boden bekommt auf den Unterlagsbeton einen 3 bis 4 *cm* starken Isoliermörtelestrich, Mischung 1: 3, so wie die Wände, dessen Oberfläche nur zugerieben aber nicht geglättet wird. Alle Konstruktionsteile (Türstöcke, Stufen u. dgl.) müssen im Isolierestrich vollkommen eingebettet werden und dürfen diesen keinesfalls unterbrechen.

Für 1 $m^2$ 1·5 *cm* starken Verputz benötigt man 0·45 *kg* Rabit; Preis 90 *g* pro Kilogramm.

Die genannte Firma erzeugt auch andere einschlägige Fabrikate, und zwar:

1. Rabitamon, ein farb- und geruchloses Anstrich- oder Imprägnierungsmittel auf äußere Verputze, Mauerkunststein u. dgl., die das Eindringen von Feuchtigkeit verhindert und die Fassadeflächen vor Verwitterung schützt;

2. Rabitterol, ein schwarzer Schutzanstrich, welcher gegen Witterungseinflüsse und Säuren unempfindlich ist und für Isolierungen gegen Feuchtigkeit auf Mauer- und Betonflächen, aber auch auf Eisen als Rostschutzanstrich vorteilhafte Verwendung finden kann;

3. Rabit Nr. 3, ein schnellbindender Mörtelzusatz, der in 10 Minuten abbindet und bei Grundwasserandrang und in ähnlichen Fällen, wo eine sehr rasche Abdichtung notwendig ist, die besten Dienste leistet (Rabit Nr. 3 wird in verdünnter Form für alle Isolierungen und in unverdünnter Konsistenz für Abdichtungen von Wassereinbruchstellen gebraucht);

4. Rabit-Recold, ein Frostschutzmittel, welches bei Kältegraden bis — 32°, Maurer- und Verputzarbeiten gestattet, ohne daß dieselben Schaden leiden.

Von der Österreichischen Asphalt-Aktiengesellschaft wird eine asphaltähnliche Masse zur Herstellung wasserdichten Mörtels empfohlen, welche sie Helyros-Emulsion nennt.

Helyros-Emulsion wird dem fertigen Portlandzementmörtel wie Bitumen-Emulsion beigemengt und darf hierzu nur reiner, rescher Sand und guter Portlandzement (kein Romanzement) verwendet werden. Das geeignetste Mischungsverhältnis ist ein Teil Zement, drei Teile Sand, welche mit Wasser zu steifem Mörtel gut vermengt werden. Diesem Mörtel wird das erforderliche Quantum Helyros zugesetzt und das Ganze nochmals tüchtig vermengt.

Das beizumengende Quantum Helyros richtet sich nach der Wichtigkeit der Isolierung und nach der während der Ausführung herrschenden Temperatur. Auf 40 *kg* Sand und 14 *kg* Portlandzement genügt für 1½ bis 2 *cm* starken, groben Verputz 1 *kg*, für 1½ *cm* starken, feinen Verputz 1 bis 1½ *kg* und für horizontale Isolierung 1½ bis 2 *kg* Helyros. Bei Frostwetter soll das doppelte Quantum Helyros genommen werden.

Bei starkem Wasserandrang, altem Beton oder altem Zementverputz muß der zirka 5 *mm* stark aufzutragende Mörtel aus 14 Teilen Zement und 1 Teil Helyros ohne Sand) bestehen.

# XII. Die Steinmetzarbeiten.

(Tafel 40 und 41.)

Fertige, vom Steinmetz zugearbeitete Steine nennt man Werksteine. Die zur Herstellung der Werksteine erforderlichen Steinblöcke werden aus den Steinbrüchen mit durchaus zirka 3 *cm* größeren Dimensionen als die zu erzeugenden Werksteine geliefert; sie müssen eine gleichmäßige Härte haben und ohne Lassen oder sonstige Fehler sein.

## 1. Teilen der Steine.

Die rohe Zurichtung der Steinblöcke wird in der Regel vom Steinbrecher und nur selten vom Steinmetz besorgt und geschieht in der Weise, daß entweder schon im Bruche vorhandene Blöcke auf die erforderliche Form und Größe zerteilt werden oder daß man bei Bedarf großer Stücke diese direkt von den Steinbruchwänden abtrennt.

Das Steinspalten geschieht auf folgende Art:

Bei weichen und mittelharten Steingattungen werden nach Fig. 16, T. 40, in der breiten Seite des Blockes zwei Kerben *k* so eingemeißelt, daß sie außerhalb der vorgerissenen Kante des herzustellenden Steinblockes fallen. In diese zirka 8 *cm* langen, 3 *cm* breiten und 8 *cm* tiefen Kerben — Schrämme genannt — werden starke Eisenkeile mit einem großen, eisernen Schlägel so lange eingetrieben, bis die Trennung des Steinblockes erfolgt. Neben den Keilen werden aus Flacheisen erzeugte Beilagsplättchen eingelegt, damit ein gleichmäßiger Druck auf die Steinkanten ausgeübt werde und diese beim Eintreiben des Keiles nicht abbrechen.

Bei kompaktem Steine ist die Teilung annähernd nach jeder gewünschten Richtung ausführbar; bei lassigen Steinen muß die Teilung des Blockes in der Richtung der Lassen und senkrecht darauf vorgenommen werden.

Bei harten Steingattungen oder wenn der Trennungsfläche eine genauere Richtung gegeben werden soll, geschieht das Spalten (Ritzen) mittels mehrerer kleiner Stahlkeile (Puntscheten) (Fig. 17, T. 40). Hierzu werden auf 3 Seiten des Steines außerhalb der vorgerissenen Kanten etwa 3 *cm* lange und tiefe und etwa 1½ *cm* breite Kerben in Entfernungen von 10 bis 15 *cm* ausgearbeitet. In diese Kerben werden nach Einlegen der Beilagsplättchen kleinere Stahlkeile durch abwechselndes Schlagen mit einem kleineren, eisernen Schlägel so lange eingetrieben, bis die Trennung des Steines erfolgt. Dieses Ritzen ist für lange und dünne Werksteine, wie selbe für Gewände, Stiegenstufen, Platten u. dgl. erforderlich sind, einzig anwendbar. Bei solchen Werksteinen wird außerdem noch die gewünschte Trennungslinie durch Einmeißeln einer durchlaufenden, seichten Rinne fixiert.

In derselben Weise können die erforderlichen Steinblöcke direkt von einer möglichst freiliegenden Schichte im Steinbruche abgetrennt werden.

Auch durch Zersägen können Steinblöcke selbst in sehr dünne Platten geteilt werden. Bei weichen Steinen bedient man sich hierzu eines gezahnten Sägeblattes, während bei harten Steinen ein ungezahntes Sägeblatt verwendet wird. Bei Verwendung des letzteren ist fortwährend Sand und Wasser und bei sehr harten Steinen statt des Sandes Stahlmasse (kleine Stahlkörner) zuzugeben. Die Säge kann mit Hand- oder Maschinenbetrieb bewegt werden. Steingattungen, welche bruchfeucht, d. h. im Bruche weich sind, an der Luft aber erhärten, werden am besten noch im bruchfeuchten Zustande geteilt und bearbeitet.

## 2. Herstellung von Werksteinen.

Die Steinblöcke werden zur Bearbeitung der einzelnen Seitenflächen „aufgebankt", d. h. durch Unterlegen von Böcken, Holzstücken usw. in eine zur

Bearbeitung bequeme Lage gebracht. Das Heben und Wenden der Steine geschieht entweder mit der Hebstange (Fig. 1, T. 40) oder bei schweren Steinblöcken mit einer Wagen- oder Pratzenwinde.

Ist der Stein aufgebankt, so beginnt der Steinmetz seine eigentliche Arbeit, indem er auf einer Langseite mit Farbstift und Richtscheit eine gerade Linie vorreißt und nach dieser Linie mit dem „Schlageisen" (Fig. 2, T. 40), einen schmalen Streifen — Schlag genannt — möglichst eben abmeißelt. Auf den fertigen Schlag wird ein Richtscheit (Lineal) gestellt und auf der gegenüberliegenden Seite des Steines ein zweites Richtscheit so einvisiert, daß die Oberkante des angelegten mit der Unterkante des auf den Schlag gestellten Richtscheites in eine Ebene fällt (Fig. 18, T. 40). Man nennt dies das „Absehen errichten".

Längs der Oberkante des angelegten Richtscheites wird nun wieder eine gerade Linie vorgerissen und nach dieser ein zweiter Schlag aufgezogen. Man kann auch ohne Gebrauch des zweiten Richtscheites direkt über die beiden Ecken $a$ und $a'$ gegen die Unterkante des auf den Schlag gestellten Richtscheites visieren, die Visuren an den beiden Ecken vorreißen und darnach die beiden Schlaganfänge und nach wiederholter Prüfung der Richtigkeit den ganzen Schlag vorreißen und einhauen.

Die Enden der beiden gegenüberliegenden Schläge werden dann geradlinig verbunden und nach diesen Linien weitere 2 Schläge aufgezogen. Diese 4 Schläge liegen nun in einer Ebene und dienen als Richtung für die weitere, ebene Bearbeitung der betreffenden Seitenfläche. Auf der bearbeiteten Fläche wird sodann die genaue Größe der Quaderfläche vorgerissen und der Stein so umgekantet, daß das Haupt der zweiten, anschließenden Langseite nach oben zu liegen kommt. Bei einem prismatischen Quader wird sodann auf der anschließenden Kante der Langseite $a\,b$ (Fig. 19, T. 40) ein Schlag aufgezogen, welcher rechtwinklig auf die erste, bearbeitete Fläche steht; dann wird mit dem eisernen, rechten Winkel an den schmalen Seiten $a\,c$ und $b\,d$ je ein Schlag vorgerissen und aufgezogen und schließlich auch die vierte Kante $c\,d$ mit einem Schlage versehen. Die weitere Bearbeitung der zweiten Fläche geschieht ebenso wie die der ersten. Bei der zweiten bearbeiteten Fläche wird die Begrenzung der betreffenden Seitenfläche vorgerissen, der Stein sodann weiter umgekantet usw.

Zum Abmeißeln der Schläge verwendet man bei harten Steingattungen ein schmales, in der Schneidebahn höchstens 2 *cm* breites „Schlageisen" (Fig. 2 *a*, T. 40); bei weicheren Steinen kann ein dem Härtegrad des Steines entsprechend breiteres Schlageisen verwendet werden (Fig. 2 *b*, T. 40). Das „Treiben" des Schlageisens sowie überhaupt aller Meißel geschieht bei harten Steingattungen mit dem eisernen Schlägel (Fäustel, Fig. 7) und bei weichen Steingattungen mit dem zumeist aus Weißbuchenholz gefertigten Klippel oder hölzernen Schlägel (Fig. 8, T. 40).

Alle zur Bearbeitung der Steine notwendigen Werkzeuge müssen aus gutem, zähem Stahle hergestellt und dem Härtegrad des Steines entsprechend geformt und gehärtet werden. Im allgemeinen müssen für harte Steine härtere, stumpfere und schmälere Meißel angewendet werden als für weiche Steine.

### 3. Bearbeitung der Steinflächen.

Je nach dem Bearbeitungsgrade der Steinflächen unterscheidet man bossierte, gekrönelte, gestockte, gezahnte, scharierte, gehobelte, geschliffene und polierte Steinflächen.

*a*) Bossierte Steinflächen; darunter versteht man roh bearbeitete Steinflächen. Das Bossieren geschieht auf folgende Art:

Bei harten Steinen wird mit dem Spitz- oder Bossiereisen und dem eisernen Schlägel die Steinfläche, wie Fig. 20, T. 40, darstellt, so lange bearbeitet, bis durch das fortwährende Abschlagen kleinerer Steinteilchen eine rauhe, jedoch

ebene Fläche entsteht, welche außer der rauhen Bruchfläche nur noch die durch die Handhabung des Spitzeisens entstandenen, rinnenartigen Vertiefungen aufweist.

Bei weichen Steinen kann das Bossieren auch mit dem „Zweispitz" (Fig. 10, T. 40) vorgenommen werden, indem man die eine Spitze unter schiefem Winkel fortwährend gegen die Steinfläche schlägt, bis durch das Abspringen von Steinteilchen ebenfalls eine rauhe, ebene Fläche entsteht.

Bei sehr weichen Steinen wird oft zu demselben Zwecke die Bossierhacke (Fig. 11, T. 40) verwendet, welche so wie der Zweispitz zu handhaben ist; die Bossierhacke dient auch oft als Werkzeug zum Spalten sehr weicher Steine und bei rauher Bearbeitung zum Bearbeiten der Steinkanten an den Schlägen.

Beim Bearbeiten der Steinflächen müssen die Schläge in allen Fällen von den Kanten gegen die Mitte des Steines geführt werden, da durch das entgegengesetzte Schlagen die Kanten leicht abgeschlagen werden könnten.

*b*) Gekrönelte Steinflächen. Bei weichen Steinen kann die bossierte Steinfläche mit dem Kröneleisen (Fig. 12, T. 40) oder mit dem Krönelhammer (Fig. 13, T. 40) noch reiner bearbeitet werden, indem man die Spitzen eines dieser Werkzeuge in schiefer Richtung so lange gegen die bossierte Steinfläche schlägt, bis dadurch alle erhabenen Teile abgearbeitet sind und die Steinfläche feinkörnig und noch ebener wird. Bei etwas härteren Steinen oder bei unbequemer Lage der zu bearbeitenden Steinfläche, z. B. bei einem bereits versetzten Werkstück, wird häufig zum Kröneln der Peckhammer (Fig. 14, T. 40) verwendet, welcher sich vom Krönelhammer eigentlich nur dadurch unterscheidet, daß seine etwas kleiner gezahnte Schneidbahn senkrecht auf dem Hammerstiel steht.

*c*) Abgestockte Steinflächen. Bei harten und mittelharten Steingattungen wird die reinere Bearbeitung der bossierten Steinflächen nicht mit dem Krönel-, sondern mit dem Stock- oder Kraushammer (Fig. 15, T. 40) vorgenommen, welcher an beiden, quadratisch geformten Schlagbahnen stumpfe, pyramidenförmige Spitzen eingefeilt hat. Dieser Hammer wird mit seinen Bahnen so lange in senkrechter Richtung auf die Steinflächen geschlagen, bis dadurch alle vom Spitzeisen zurückgebliebenen Unebenheiten zermalmt werden und die Steinfläche gleichmäßig rauh (körnig) aussieht.

Zweimal gestockte Flächen müssen zuerst mit einem grob- und dann mit einem feingezahnten Stockhammer bearbeitet werden.

*d*) Gezahnte Steinflächen. Bei weichen Steinen (Marmor) wird oft statt des Kröneleisens das „Zahneisen" (Fig. 3, T. 40) zur weiteren Bearbeitung gebraucht; es ist dies ein an seiner Schneidbahn gezahnter Meißel, womit die Unebenheiten in parallelen Streifen abgemeißelt werden. Die so bearbeiteten Flächen heißen gezahnte Flächen.

*e*) Scharierte Steinflächen. Sollen die durch das Kröneln, Stocken oder Zahnen noch zurückgebliebenen Unebenheiten beseitigt werden, so wird als weitere Bearbeitung das Scharieren vorgenommen. Dieses geschieht mit dem Schariereisen (Fig. 5, T. 40), indem die Unebenheiten wieder in parallelen Streifen abgemeißelt werden.

Man kann auch doppelt, also zweimal scharieren, und zwar so, daß die Streifen der zweiten Bearbeitung die der ersten unter einem Winkel von 45° kreuzen (doppelt scharierte Flächen).

*f*) Das Hobeln der Steinflächen. Bei weichen und mittelharten Steingattungen verwendet der Steinmetz zur weiteren Bearbeitung der bossierten Flächen auch mit Vorteil den Hobel, ein sehr primitives Werkzeug, welches aus einem handlich zugearbeiteten harten Holzstück mit eingesetzten Stahlplatten (Fig. 44, T. 40) besteht. Die Länge des Hobels beträgt 20 bis 25 *cm*, die Breite desselben für kleine Flächen zirka 2 *cm*, für große Flächen und sehr weiche Steine zirka 10 *cm*. Für Gesimsgliederungen hat man verschieden geformte

Hobelplatten. Die Hobelplatten für die erste Bearbeitung der Steine sind gezahnt, jene für die weitere Bearbeitung ungezahnt.

*g*) Geschliffene Steinflächen. Bei homogenem Steinmaterial können die scharierten Flächen noch geschliffen werden. Dies geschieht bei Kalkstein zuerst mit Flußsand, dann mit Sandstein und schließlich mit Bimsstein; bei harten Steinen — Granit, Porphyr, Syenit u. dgl. — wird statt des Sandes zuerst Stahlmasse (in feiner Sandform) und nach dieser Schmirgelstein verwendet.

Das Schleifen mit Sand geschieht unter fortwährender Wasserzugabe mit einem Steine von mindestens gleicher Härte als der zu schleifende Stein. Zum Schleifen mit Stahlmasse bedient man sich eigener Schleifhobel (Fig. 43 *a* und *b*, T. 40), welche für Gesimsgliederungen entsprechend geformt sein müssen.

*h*) Polierte Steinflächen. Das Polieren der geschliffenen Flächen, als die weitgehendste Bearbeitung, geschieht bei Kalksteinen mit Zinnasche und Kleesalz, welche Stoffe mittels eines starken Filzlappens unter fortwährender Wasserzugabe auf der Fläche solange verrieben werden, bis ein entsprechender Glanz hervortritt. Bei harten Steinen geschieht das Polieren mittels Schmirgel und Bleiplatten auf dieselbe Weise.

## 4. Bearbeitung von Quadern nach Schablonen.

Für alle jene Steine, deren Seitenflächen sich mit dem Maßstabe und dem rechten Winkel allein nicht mehr vorreißen lassen, müssen „Schablonen" (Brettungen) aus Holz, Blech oder starker Pappe in genauer Größe und Form dieser Seitenflächen angefertigt werden.

Je nach der mehr oder minder komplizierten Form der Schablonsteine können zur Erzeugung derselben eine oder mehrere Schablonen notwendig sein.

### *a*) Prismatische Steine.

Zur Herstellung solcher Steine ist nur eine Schablone, welche dem Profil des Steines entspricht, erforderlich. Der Arbeitsvorgang hierbei ist folgender: Zuerst wird eine Seitenfläche eben abgearbeitet, z. B. in Fig. 21, T. 40, die Fläche $a' b' f' e'$, sodann wird die Fläche $a\ b\ f\ e$ mit dem Maßstabe und dem rechten Winkel aufgetragen und die beiden Stirnflächen rechtwinklig zur Langfläche zugearbeitet; auf den beiden Stirnflächen sind sodann die Schablonen in den Punkten $a\ b$ und $e\ f$ anzulegen und so vorzureißen, daß die Begrenzungslinien der gegenüberliegenden Flächen genau parallel zueinander stehen. Sind nun alle Linien vorgerissen, so werden nach denselben Schläge aufgezogen, welche als Anhaltspunkte für die Bearbeitung der Seitenflächen dienen. Zur Kontrolle der richtigen Bearbeitung müssen Richtscheit und rechter Winkel öfters angelegt werden. Bei zylindrischen Flächen, bei denen das Richtscheit oder der rechte Winkel nur in der Richtung der Erzeugenden (nicht gekrümmten Fläche) über die beiden gegenüberliegenden Schläge angelegt werden kann, sind zuerst Rinnen in der Richtung der Erzeugenden auszumeißeln und dann die dazwischen liegenden Streifen abzuarbeiten.

### *b*) Steine mit zwei parallelen Flächen, auf denen aber nicht alle übrigen Seitenflächen senkrecht stehen.

Zur Herstellung solcher Steine sind zwei oder mehrere Schablonen erforderlich. Zu einem Quader nach Fig. 22, T. 40, braucht man beipielsweise zwei Schablonen; diejenige der großen Lagerfläche und die für die zwei trapezförmigen Stirnflächen. Bei ungleich geböschten Seitenflächen wären die Schablonen der beiden gegenüberliegenden Stirnflächen erforderlich.

Der Vorgang bei der Bearbeitung ist folgender: Zuerst bearbeitet man die größere Lagerfläche und senkrecht darauf die beiden Stirnflächen, reißt die Schablone

auf den bearbeiteten 3 Flächen vor, ebnet sodann die zweite Lagerfläche parallel zur gegenüberliegenden und bezeichnet auch auf dieser die Größe mit dem rechten Winkel oder eventuell mit einer hierfür hergestellten dritten Schablone. Die vorgerissenen Linien werden mit Schlägen trassiert und geben Anhaltspunkte für die weitere Bearbeitung.

Zum Auftragen aller spitzen und stumpfen Winkel bedient sich der Steinmetz der Schmiege (Fig. 9, T. 40), welche aus Flacheisen oder hartem Holze mit geradlinigen Schenkeln und mit einer Schraubenmutter zum Festschrauben der jeweilig gestellten Schmiege versehen ist. Zum Auftragen kleinerer Kreisbögen wird der Stangenzirkel benützt.

*c*) Steine, bei denen keine parallelen Flächen vorkommen.

Diese erfordern zur richtigen Bestimmung ihrer Gestalt die Anfertigung von genauen Detailzeichnungen. Von dem betreffenden Bauwerk werden nämlich zuerst im Maßstabe $^1/_{20}$ oder $^1/_{10}$ alle zur Deutlichkeit notwendigen Horizontal- und Vertikalprojektionen nach den Regeln des Steinschnittes, das heißt mit dem gehörigen Fugenwechsel, der tunlichsten Vermeidung aller spitzen Winkel und im richtigen Verhältnisse der Länge, Breite und Höhe der einzelnen Steine gezeichnet.

Alle in den Projektionen direkt abnehmbaren Maße sind sowohl für die einzelnen Steine als auch für die Gesamtlänge, so wie dies zur Detailkonstruktion der einzelnen Steine erforderlich ist, hinreichend und deutlich zu kotieren. Diejenigen Steine, für welche Schablonen angefertigt werden müssen, sind deutlich zu numerieren, am besten mit römischen Ziffern. Die schwierigsten derselben, bei welchen nicht alle Detailabmessungen aus den Projektionen abzunehmen sind, werden einzeln im Maßstabe $^1/_5$ oder $^1/_{10}$ in axonometrischer Projektion und sehr genau gezeichnet, wozu sich die isometrische Darstellung mit unverkürzten Achsen besonders eignet. Es können dann alle Abmessungen in der Richtung der Achsen nach einem bestimmten Maßstabe aufgetragen werden. Dabei sind diejenigen Teile, welche zur Ergänzung des Steines zu einem prismatischen Körper notwendig sind, über die wahre Gestalt des Steines hinaus irgendwie anzudeuten und zu kotieren.

Um diese axonometrische Zeichnung wird sodann das kleinste noch mögliche, rechtwinklige Parallelepiped gezeichnet, d. h. es müssen die äußersten Flächen, Kanten bzw. Punkte des Steines in den Seitenflächen des Parallelepipedes liegen. Dieses Parallelepiped dient auch als Grundlage für die Berechnung des Rauminhaltes bei der Preisbestimmung des Steines.

Die T. 41 zeigt ein Beispiel zur Bestimmung des Steinschnittes. Hierfür wurde die Quaderverkleidung eines Gebäudesockels angenommen, dessen äußere Flächen unter $^1/_{10}$ geböscht sind. Die Verkleidung beginnt unten mit einer 48 *cm* hohen Schichte mit vertikalen Ansichtsflächen und schließt oben mit einer durchlaufenden, gekehlten Krönungsplatte ab.

Für die Herstellung der notwendigen Quadersteine müssen in größerem Maßstabe (etwa $^1/_{20}$) folgende Zeichnungen angefertigt werden: Ansicht, Grundriß, ein Vertikalschnitt durch die volle Mauer und ein zweiter durch die Mitte des Fensters. Bei hinreichender Detailkotierung kann die Größe und Form sämtlicher prismatischer Steine aus diesen Zeichnungen direkt entnommen werden. Für Schablonsteine komplizierterer Form werden Detailzeichnungen in axonometrischer Darstellung im Maßstabe $^1/_5$ oder $^1/_{10}$ angefertigt, bei denen die Detailkoten nach den 3 Achsenlagen sowohl für die wahre Größe des Steines als auch für die zu einer prismatischen Figur notwendigen Ergänzungen genau und deutlich einzuschreiben sind.

Für die Konstruktion des vorliegenden Beispieles dienten folgende Annahmen: Die Schichtenhöhen der Steine wurden als Vielfaches der Ziegelhöhe, inklusive Mörtelband, also $5 \times 8 = 40$ *cm* angenommen, ebenso wurde auch die Tiefe der

Steine mit Rücksicht auf den Verband im Innern der Mauer auf 15 *cm* (Ziegelbreite) abgestuft (siehe Schnitt *c d*, Fig. 4).

Die Längen der einzelnen Steine wurden mit Rücksicht auf die Läufer- und Binderschichten und auf einen gehörigen Fugenwechsel in der Ansicht entsprechend ausgeteilt.

Die einzelnen Schichten wurden mit römischen Ziffern I bis VI und die einzelnen Steine jeder Schichte mit arabischen Ziffern, bei jeder Schichte mit 1 beginnend, fortlaufend bezeichnet, so zwar, daß jeder einzelne Stein mit der Schichtennummer und mit der Steinnummer bezeichnet, im Verbande des Mauerwerkes leicht aufzufinden ist; z. B. Stein I/5 liegt in der I. Schichte als fünfter Stein, Nr. III/4 liegt in der III. Schichte als vierter Stein vom Beginne der Verkleidung usw.

Die aus den Zeichnungen (Ansicht, Grundriß, Vertikalschnitte) sich ergebenden Abmessungen der einzelnen Steine wurden in der betreffenden Figur eingeschrieben, so daß für jeden prismatischen Stein die Größe und Form desselben direkt aus diesen Zeichnungen zu entnehmen ist.

Für die komplizierten Schablonsteine, z. B. I/5 und 7, II/6, II/7, III/4 und 5, IV/6, IV/5 und 7, IV/4 und 8, VI/3 usw. sind in axonometrischer Darstellung Detailzeichnungen anzufertigen und, wie in den Beispielen ersichtlich, nach den drei Achsenlagen genau zu kotieren. Weiters erscheint in jeder Figur das kleinste, dem Steine umschriebene Parallelepiped eingezeichnet und auch kotiert, welches sowohl für die Anfertigung der Schablonen als auch zur Berechnung der Kubatur des Steines dient.

Die Zeichnungen sind ohne Rücksicht auf die Lager- und Stoßfugen entworfen, daher muß bei Anfertigung der Steine und der hierzu notwendigen Schablonen darauf Rücksicht genommen werden. Man reißt bei den Stoß- und Lagerfugen jeden Stein um die halbe Fugenbreite kleiner vor und schneidet demnach die Schablonen auch um dieses Maß kleiner.

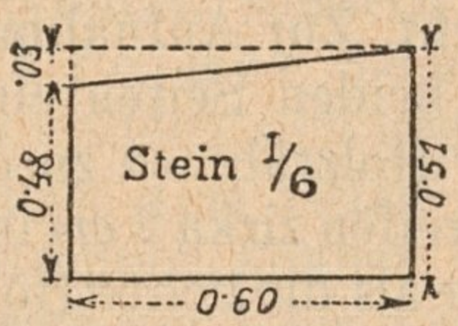
Wegen Mangel an Raum wurden im vorliegenden Beispiele nur einige der notwendigen Schablonsteine gezeichnet; z. B. I/7 (5) hat eine Größe des kleinsten umschriebenen Parallelepipedes von 60 × 60 × 51. Von dieser Größe ist im oberen Teile des Steines auf die halbe Steinbreite das Lager von 3 *cm* Tiefe und auf der anderen Steinhälfte die Sohle des Fensters mit 3 *cm* Neigung nach außen abzuarbeiten, dabei muß aber an jeder Stoß- und Lagerfläche der Stein um die halbe Fugenbreite kleiner vorgerissen und gearbeitet werden. Für diesen sehr einfachen Stein sind Schablonen nicht nötig, weil der Steinmetz die Abmessungen mit dem Maßstabe und dem rechten Winkel direkt auf den Steinquader vorreißen kann.

Auch die Steine II/6 und 7 können auf dieselbe Weise ohne Schablonen erzeugt werden, indem man die beiden Lagerflächen parallel zueinander bearbeitet und dann die Böschungsebenen mit Winkel und Richtscheit auf den Lager- und Stoßflächen vorreißt; übrigens ist es einfacher, für alle diese an der vorderen Fläche geböschten Steine eine Schablone (Fig. 10) anzufertigen und erstere um die halbe Fugendicke, z. B. 3 *mm*, auf der oberen und unteren Seite kleiner zu machen, wie dies in der Figur auch angedeutet erscheint.

Für die Steine III/4 (5) und IV/4 (8) sind außerdem noch Stirnschablonen anzufertigen, welche die Widerlagsebenen angeben (Fig. 15 und 16).

Für den Gewölbestein IV/7 (5) ist die Stirnschablone Fig. 17 *a*, ferner die der linken und rechten Lagerfläche *b* und *c* notwendig. Für den Schlußstein IV/6 ist die Stirnschablone und Seitenschablone Fig. 18 *a* und *b* erforderlich.

Für die Bearbeitung aller Quadersteine ist es vorteilhaft, dem Steinmetz ein tabellarisches Verzeichnis zu übergeben, aus welchem übersichtlich geordnet die Abmessungen und der Kubikinhalt der einzelnen, wie auch der gesamten erforderlichen Steine rasch und leicht zu ersehen sind. Die folgende Tabelle kann eventuell als Beispiel dienen.

| Bezeichnung der Schichte | Bezeichnung des Steines | Nähere Bezeichnung und Abmessungen des Steines im Profile *m* | Querschnitt $m^2$ | Länge *m* | Kubikinhalt $m^3$ | Anzahl der Steine | Gesamtkubatur $m^3$ | Anmerkung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 2 u. 10 | Ecksteine . . . . hoch 0·48, breit 0·60 | 0·288 | 0·90 | 0·2592 | 2 | 0·518 | |
| | 3 u. 4, 8 u. 9 | Mittelsteine . . . . hoch 0·48, breit 0·60 | 0·288 | 0·60 | 0·1728 | 4 | 0·691 | |
| | 5 u. 7 | laut Detailzeichnung hoch 0·51, breit 0·60 | 0·306 | 0·60 | 0·1836 | 2 | 0·367 | |
| | 6 |   hoch 0·51, breit 0·60 | 0·306 | 0·60 | 0·1836 | 1 | 0·184 | |
| II | 3 u. 6 | laut Detailzeichnung hoch 0·40, breit 0·56 | 0·224 | 0·86 | 0·1926 | 2 | 0·385 | |
| | 4 u. 5 | Mittelsteine . . . . hoch 0·40, breit 0·56 | 0·224 | 1·20 | 0·2688 | 2 | 0·538 | |
| | 7 | laut Detailzeichnung hoch 0·40, breit 0·85 | 0·340 | 1·00 | 0·3400 | 1 | 0·340 | |
| | | usw. | | | | | | |

## 5. Bearbeitung von Gesimsgliederungen.

Zur Bearbeitung von gegliederten Flächen werden zuerst die Stirnflächen rechtwinklig zu den Seitenflächen abgearbeitet, auf ersteren wird sodann die Stirnschablone vorgerissen und bei kurzen Steinen die Gliederung unter Zuhilfenahme des rechten Winkels und des Richtscheites mit schmalen, verschieden geformten Meißeln ausgearbeitet.

Bei längeren Steinen würde dieser Vorgang nicht genügen, da es schwierig ist, die gerade Richtung der Gliederung genau einzuhalten. Der Steinmetz arbeitet daher zuerst die Fläche für die Gliederung eben, und zwar so ab, daß die vorspringenden Glieder tangiert werden (Fig. 23 *A*, T. 40), und zieht sodann nach der Richtung der tangierenden Punkte gerade Linien $a\,a_1$, $b\,b_1$ und $c\,c_1$, welche als Führungslinien für die Ausarbeitung der Gliederung nach der vorgezeichneten Stirnschablone dienen. Sind die Gliederungen einfach und die zu bearbeitenden Steine nicht zu lang, so genügt die Vorzeichnung zur Bearbeitung mit Winkel und Richtscheit.

Bei zusammengesetzten Gliederungen und bedeutender Steinlänge werden Kontraschablonen (Fig. 23 *B*, T. 40) aus starkem Blech angefertigt, welche genau zur Stirnschablone passen. Die Kontraschablonen müssen so beschaffen sein, daß die Schenkel *a* und *b* sich an die an die Gliederung anschließenden Flächen anschmiegen und eine seitliche Verschiebung derselben unmöglich ist. Der Steinmetz arbeitet an den beiden Enden zirka 2 *cm* breite Streifen genau nach den vorgezeichneten Stirnschablonen aus, sodann werden die falzartigen Teile *d* und $d_1$ (Fig. 23 *A*, T. 40) mit dem Richtscheit und zuletzt die krummlinigen Gesimsteile *e* und $e_1$ mit einer bloß für diesen Teil angefertigten Kontraschablone ausge-

meißelt. Die Plättchen *d* und $d_1$ dienen beim Abarbeiten des gekrümmten Teiles als Führung für die Kontraschablone. Die vollständige Kontraschablone (Fig. 23 *B*, T. 40) kann erst nach vollkommen reiner Bearbeitung des ganzen Querschnittes zum eventuellen Nacharbeiten verwendet werden, weil die geringste Erhöhung in irgendeinem Gliede ein Anschmiegen der Schablonen verhindern würde. Bei gegliederten Werkstücken, bei welchen die Stirnflächen eingemauert werden, letztere also keiner reinen rechtwinkligen Zuarbeitung bedürfen, wie z. B. bei eingemauerten Stiegenstufen, können die rauh bearbeiteten, unebenen Stirnflächen mit entsprechend gefärbtem Gipsbrei derart ausgeglichen werden, daß man die Stirnschablone aufreißen kann.

## 6. Verschiedene Steinmetzarbeiten.

*a*) Steinerne Tür- und Fenstergewände. Diese erhalten gewöhnlich einen quadratischen Querschnitt mit $^1/_5$ bis $^1/_2$ der lichten Stockweite als Seitenlänge; der Sturz, welcher am ehesten auf Biegung beansprucht werden kann, wird öfters im Querschnitt etwas höher gemacht. Zur Aufnahme der Fenster- oder Türflügel erhalten die Kanten auf einer oder beiden Seiten einen Falz nach Fig. 27, T. 40, ausgearbeitet, wenn nicht ein eigener Holzrahmen zu diesem Zwecke an den Steinstock befestigt wird. Die Gewandstücke greifen zirka 2 *cm* in die Schwellen und Sturzstücke ein, sind daher um dieses Maß länger als die lichte Höhe des Stockes zu machen. Man kann eventuell, wie in Fig. 24, T. 40, bei *d* angedeutet erscheint, einen zirka 5 *cm* langen Dorn in ein entsprechendes Bohrloch mit Portlandzement versetzen, wodurch eine Verschiebung der Gewände noch besser verhindert wird. Außerdem müssen steinerne Türstöcke, welche heftigen Erschütterungen ausgesetzt sind, auch gegen die Mauer hin entsprechend verankert werden.

Einige Beispiele von Tür- und Fenstergewänden sind in den Fig. 24 bis 27, T. 40, gegeben.

Die Gewände müssen durchaus vollen Querschnitt haben und an den Ansichtsflächen (inklusive eines entsprechenden Eingriffes in die Mauer) rein bearbeitet sein; die eingemauerten Flächen brauchen bloß rauh bossiert werden. In der Regel werden die Gewände, wie in Fig. 27, T. 40, dargestellt, so versetzt, daß ihre äußere Fläche 2 bis 3 *cm* über den Verputz vorragt, manchmal stellt man sie jedoch in die Mitte der Mauer (Fig. 27 *a*, T. 40). Der Sturz kann auch nach Fig. 25 oder 25 *a*, T. 40, segmentförmig oder halbkreisförmig hergestellt werden, im letzteren Falle wird er aus mehreren, gewöhnlich 3 Teilen zusammengesetzt.

Die Bearbeitung der geraden Gewände erfolgt nach den früheren Angaben mit Winkel und Richtscheit. Bei segment- oder halbkreisförmigen Gewänden wird auf die rein bearbeitete Ansichtsfläche die Bogenlinie nach den gegebenen Radien mit dem Zirkel oder mit einer Schablone vorgerissen und die weitere Bearbeitung mit Winkel und Richtscheit durchgeführt.

Erhält die Sohlbank bei Fenstergewänden einen Vorsprung über das Mauerhaupt und eine Gliederung, eventuell auch Konsolen wie in Fig. 26 und 26 *b*, T. 40, so erfolgt die Bearbeitung der Gliederungen mit der Stirn- und Kontraschablone auf die bekannte Art, indem man zuerst die vordere Seite bearbeitet und dann erst die beiden Stirnseiten (Gehrungen) vorreißt und rechtwinklig auf die vordere Seite zuarbeitet.

In der Regel erstreckt sich die Bearbeitung bloß auf das Abstocken der Ansichtsflächen, wobei sämtliche Kanten einen Schlag erhalten und die Falzteile rein schariert werden. In manchen Fällen werden Steingewände auch geschliffen und poliert (Monumentalbauten).

*b*) Stiegenstufen. Diese sind der gewöhnlichen Abnützung und auch dem Bruche fast am stärksten ausgesetzt, sollen daher aus besonders hartem, homogenem Steine erzeugt werden.

Alle sichtbaren Flächen müssen rein bearbeitet sein, die nicht sichtbaren, hinteren und unteren Flächen werden bloß rauh bossiert. Die Kanten sollen ein wenig, etwa ½ *cm* abgefast werden. Die Stirnseiten (Köpfe) bleiben bei beiderseits eingemauerten Stufen rauh, bei freitragenden Stiegen werden die sichtbaren Köpfe rein bearbeitet.

Zur Verbreiterung der Trittstufe und aus dekorativen Gründen wird oft ein Rundstab (Fig. 29, T. 40) oder ein Plattel (Fig. 29 *a*, T. 40) mit einer unten angeschlossenen Gliederung (Ablauf) angeordnet. Fig. 31 *a* und *b* zeigen zwei moderne Stufenprofile.

Vollständig untermauerte Stufen erhalten im Querschnitt ein rechteckiges Profil (Blockstufen). Stufen, welche nicht untermauert werden und in ihrem unteren Teile nach der Steigungslinie der Stiege abgearbeitet sind, heißen Stufen mit schräger Schalung. Bei beiderseits eingemauerten Köpfen werden die unteren Flächen meistens rauh belassen und verputzt — Stufen mit rauher Schalung (Fig. 32, T. 40). Bei freitragenden Stiegen werden die unteren Flächen meist nicht verputzt, sondern rein bearbeitet und mit einem Falze versehen — Stufen mit reiner Schalung (Fig. 33, T. 40). Diese übereinander versetzten Stufen stützen sich gegenseitig in den klauenartig ausgearbeiteten, 2½ *cm* breiten und zirka 5 *cm* tiefen Falzen (Klauen).

Bei Freitreppen können die Lagerfugen zum Schutze gegen das Eindringen des Regenwassers um 1 bis 2 *cm* über den Tritt gelegt werden (Fig. 30, T. 40), zu welchem Zwecke an der Trittstufe bei *a* ein 1 bis 2 *cm* überhöhter Steg auf die Breite der Lagerfugen ausgearbeitet wird; an den unteren Flächen der nächsten Stufe sind die korrespondierenden Vertiefungen auszuarbeiten.

Die Bearbeitung aller geraden Stufen geschieht mit der Stirnschablone und bei gegliederten auch mit der Kontraschablone auf die bekannte Art.

Bei Spitzstufen (Fig. 34 *a* und *b*) ist für jede Stufengröße eine Lagerschablone notwendig, mit welcher die Größe der oberen horizontalen Stufenfläche (Trittstufe) vorgerissen wird; für die vertikale Stufenfläche (Setzstufe) dient die für alle Stufen gleich angefertigte Kopfschablone. Die untere Fläche, welche eine windschiefe Fläche bildet, ergibt sich von selbst. Die Stirnschablonen sind nicht notwendig.

Stufen für Wendeltreppen werden gewöhnlich mit der Spindel aus einem Stück hergestellt (Fig. 35, T. 40). Die Spindel erhält je nach der Länge der Stufen und dem Härtegrade des Steines einen Durchmesser von 25 bis 40 *cm*.

Zur Bearbeitung der Stufen ist die Lagerschablone für den Grundriß erforderlich; die Tritt- und Ansichtsflächen werden rechtwinklig zugearbeitet. Die untere Fläche (Schalung) kann nach Auftragen der vorderen und rückwärtigen Stufenhöhe entweder rauh oder rein abgearbeitet werden, sie bildet im ganzen Stiegenarm eine schraubenförmige Fläche. An den äußeren Enden werden die Stufen eingemauert; manchmal sind diese Treppen freitragend.

*c*) Wangen oder Zargen dienen bei besser ausgestatteten Stiegen zur Unterstützung der Stufen. Sie ruhen mit den Enden auf steinernen oder gemauerten Pfeilern oder nach der ganzen Länge direkt am Mauerwerk. Der Querschnitt hängt von der Festigkeit des Steines und von der Länge der Wangen ab. Im allgemeinen gibt man ihnen eine Breite von 20 bis 30 *cm* und als Höhe die 2- bis 2½fache Stufenhöhe. Die Gliederung kann verschiedenartig sein.

Fig. 36 *a*, T. 40, zeigt die Seitenansicht, *b* den Schnitt bei freitragenden und *c* den Schnitt bei eingemauerten Wangen.

Die Bearbeitung der Wangen geschieht mit Stirn- und Kontraschablonen. Für die Ausarbeitung der Stufenauflager müssen genaue Stirnschablonen für die ganze Länge jedes Stiegenarmes angefertigt werden.

Bei größeren Spannweiten können auch Bogenzargen angewendet werden, deren untere Fläche segmentförmig ausgearbeitet ist und deren Enden daher stärker

gehalten werden müssen. Im übrigen werden diese Bogenzargen so wie die geraden Zargen hergestellt.

Beim Versetzen der Stufen muß zwischen den Lager- und Stoßflächen ein kleiner, zirka 2 *mm* breiter Zwischenraum bleiben, welcher mit weichem Material, Pappe, Blei, Kalk u. dgl. ausgefüllt wird.

*d*) Mauerdeckplatten (Kordonplatten) können nach Fig. 37 *a* und *b*, T. 40, ein- oder zweihäuptig, 10 bis 20 *cm* dick, hergestellt werden. An der oberen Seite erhalten sie 2 bis 5% Abdachung und an der unteren Seite eine 2 bis 3 *cm* tiefe Wassernase. Die Stoßfugen sind in der Regel geradlinig, können aber nach Fig. 37 *c*, T. 40, zur Verhinderung von Seitenverschiebungen auch gebrochen hergestellt werden.

Die Bearbeitung geschieht mit Stirnschablonen, rechtem Winkel und Richtscheit. Die sichtbaren Flächen werden rauh bossiert oder gestockt, die Lagerfugen nur rauh bossiert.

Besitzt die abzudeckende Mauer in der Längenrichtung eine geneigte Abdachungsfläche, so müssen die Kordonplatten zwischen den Stoßfugen mit eisernen, in die Mauer zu versetzenden Dollen gegen das Abgleiten gestützt werden. Sind jedoch die Abdachungsflächen stark geneigt, so werden die Kordonplatten mit den obersten Mauerquadern aus einem Stück gearbeitet (Fig. 38 *a* und *b*, T. 40).

*e*) Platten für Sockelverkleidung (siehe T. 9, Fig. 20 und 21). Diese 10 bis 15 *cm* dicken Platten haben eine Höhe gleich der jeweiligen Sockelhöhe. Die äußere Seite wird rein bearbeitet, meistens gestockt, die obere Kante entweder nur abgefast oder gegliedert, die rückwärtige an das Mauerwerk anschließende Seite wird bloß rauh bossiert. An den ausspringenden Ecken werden Eckquadern angeordnet, welche bei den Toren außerdem mit Radweisern, etwa nach Fig. 40, T. 40, versehen sind. Die Stoßfugen der Verkleidungsplatten greifen bei stärkeren Platten mit einem Falze ineinander, bei dünnen Platten stoßen sie nur stumpf aneinander. Mit dem Mauerwerk werden die Platten an der oberen Seite durch eiserne Pratzen verbunden.

*f*) Pflasterplatten. Diese sollen aus hartem oder wenigstens mittelhartem Stein verfertigt werden. Ihre Form und Größe sowie die Bearbeitungsart der Flächen kann sehr verschieden sein. In der Regel werden die Ansichts- und Stoßflächen gestockt und die Lagerflächen rauh bearbeitet. Die Randsteine erhalten, ähnlich wie die Mauerdeckplatten, gebrochene Stoßflächen, wodurch die seitliche Verschiebung verhindert wird (Fig. 6 und 7, T. 12).

*g*) Schachtdeckel sollen nur aus hartem Stein verfertigt werden; sie können eine runde, quadratische, rechteckige oder polygonale Grundrißform haben. Am häufigsten macht man sie quadratisch, etwa nach Fig. 39 *a*, *b* und *c*, T. 40. Die dazu gehörigen Gewände stoßen nach Schnitt III, IV mit einem Falze, manchmal auch nur stumpf aneinander und können außerdem oben durch Steinklammern verbunden werden.

Der Deckel liegt mit einem etwa 5 *mm* breiten Spielraume in einem zirka 8 *cm* tiefen und 5 *cm* breiten Falz; er wird gegen die Mitte zu stärker gehalten und bekommt in der Mitte eine eiserne Hebevorrichtung, welche bündig mit der Oberkante des Deckels liegt und beim Ausheben des Deckels zum Anfassen emporgezogen werden kann.

Alle sichtbaren Flächen werden gestockt oder schariert, der Falz muß aber wegen besseren Anschlusses des Deckels jedenfalls schariert werden. Die Lagerflächen werden bloß rauh bossiert. Bei runden Deckeln werden die Gewände aus 3 bis 4 Stücken hergestellt, sie stoßen gewöhnlich nur stumpf aneinander und werden oben mit versenkten, eisernen Klammern verbunden, können aber auch durch einen eisernen, an der zylindrischen Außenfläche angelegten und mit Portlandzementmörtel vergossenen Reifen zusammengehalten werden.

*h*) Traversenunterlagssteine werden nach der angegebenen Größe aus hartem Stein gespalten und rauh bossiert, nur die Auflagefläche für die Traversenflansche wird gestockt.

*i*) Gesimshängeplatten. Diese werden bloß für die ausspringenden Ecken der Gesimse oder über die ganze Länge stärker ausladender Gesimse angeordnet. Im ersteren Falle erhalten die Platten einen äußeren Verputz und werden daher bloß rauh bossiert, im letzteren Falle erhalten die Ansichtsflächen eine reine Bearbeitung durch Abstocken, an der unteren Seite eine Wassernase und an der Krönung in der Regel ein Plättchen mit Ablauf (Fig. 2, T. 16), manchmal auch eine reichere Gliederung.

Sie erhalten je nach der Ausladung und der Steingattung eine Dicke von 15 bis 25 *cm* und eine Breite von 80 bis 120 *cm* und sollen aus leichtem, aber zähem Steine angefertigt werden.

*k*) Balkonplatten. Diese müssen aus besonders festem, zähem Steine verfertigt und bei größerer Ausladung außerdem durch Tragsteine oder maskierte, eiserne Träger unterstützt werden. Die sichtbaren Flächen werden rein gestockt, meistens auch an den Rändern gegliedert. Die eingemauerten Flächen werden bloß rauh bossiert (siehe T. 36, Balkone und Erker).

*l*) Tragsteine müssen aus besonders harten und zähen Steinen hergestellt und solid versetzt werden, damit sie die darauf ruhende Last mit Sicherheit zu tragen vermögen. Sie werden an ihren sichtbaren Flächen rein bearbeitet, eventuell auch verschiedenartig gegliedert; die eingemauerten Teile sind nur rauh bossiert.

Die Fig. 41, T. 40, stellt ein Beispiel eines einfachen Tragsteines für Deckenträme im Profile dar. Die Kante bei *a* darf nicht gedrückt, muß daher abgefast werden.

*m*) Pissoirverkleidungsplatten. Von diesen hat man die Boden- und Wandplatten zu unterscheiden. Die Bodenplatten sind 8 bis 15 *cm* dick und 25 bis 35 *cm* breit; an ihrer oberen Fläche wird eine Rinne mit zirka 1% Gefälle ausgemeißelt, in welcher die Flüssigkeit abfließt. Die Wandplatten sind 3 bis 8 *cm* dick und 120 bis 150 *cm* hoch; dünne Platten stoßen bloß stumpf aneinander, stärkere erhalten an den Stoßflächen einen Falz. Der Anschluß an die Bodenplatten erfolgt mit einem Falze oder mit Feder und Nut (siehe Fig. 3 *d*, T. 71). Bei der Einrichtung für Wasserspülung erhalten die Wandplatten zumeist eine in die Mauer reichende, schmale Krönungsplatte, etwa nach Fig. 3 *c*, T. 71, welche bei kontinuierlicher Wasserspülung eine ausgearbeitete Rinne besitzt (Fig. 5, T. 71).

Diese Verkleidungsplatten werden meistens aus Marmor oder Tonschiefer, manchmal auch aus feinkörnigem Granit, vielfach aber auch aus Kunststein erzeugt und die sichtbaren Flächen geschliffen und poliert. Die Platten der Natursteine werden mit der Säge geteilt.

## 7. Verbinden der Steine durch Kitt.

Von Werkstücken abgebrochene kleinere Stücke können an erstere wieder so angekittet werden, daß die gekittete Stelle kaum sichtbar ist. Für harte Steine verwendet man hierzu je nach der Farbe des Steines weißen, gelben oder roten Schellack. Zum Kitten müssen beide Teile vorerst entsprechend erhitzt werden; dies geschieht durch auf einem engmaschigen Drahtgitter angefachtes Holzkohlenfeuer. Der Steinquader wird mit der Bruchfläche nach aufwärts aufgebankt, das Kohlenfeuer auf die Bruchfläche gelegt und unter beständigem Anfachen so lange belassen, bis der Stein entsprechend erhitzt ist; gleichzeitig wird auch das anzukittende Stück auf das Kohlenfeuer gelegt und ebenfalls auf die gleiche Hitze gebracht. Die Hitze darf aber nicht so weit gesteigert werden, daß der Stein eine rötliche Farbe annimmt, weil dadurch nicht nur der Stein verfärbt, sondern auch die Kittung nicht die notwendige Festigkeit erlangen würde. Nach entsprechender Erhitzung der Steine und Entfernung des Kohlenfeuers werden die Bruchflächen

von Asche u. dgl. sorgfältig gereinigt. Auf die liegende Bruchfläche wird Schellackpulver entsprechend verteilt aufgestreut und, nachdem dieses unter Aufbrausen geschmolzen ist, das kleine Steinstück mit etwas pendelnder Bewegung angedrückt und dann so lange beschwert, bis der Stein erkaltet ist.

Für Sandstein wird ein Feuerkitt gebraucht, welcher aus weißem Pech, Unschlitt und fein gesiebtem Sande besteht. Beim Kitten wird nicht nur der Stein erhitzt, sondern auch der Kitt in einer Pfanne geschmolzen. Der verwendete Sand muß trocken sein, eventuell am Feuer getrocknet werden.

Zum Verkitten größerer Löcher wird entweder Stearinkitt oder ein Wasserglaskitt gebraucht. Stearinkitt wird erzeugt, indem man von den Abfällen des zu kittenden Steines Sandpulver erzeugt und dieses dann mit geschmolzenem Stearin vermengt. Für Wasserglaskitt wird das betreffende Pulver mit Wasserglas usw. zu einem steifen Kitte vermengt. Stearinkitt wird im warmen Zustande zumeist im Winter, Wasserglaskitt kalt und im Sommer verwendet.

Ein fester und dauerhafter Ölkitt zum Versetzen verschiedener Werksteine (Pissoirplatten, Wasserbassins u. dgl.) wird aus Bergkreide, Engelrot, Eisenfeilspänen, Hammerschlag und pulverisiertem Glas erzeugt, welche Materialien mit sehr wenig Leinöl gemengt und dann in einem Mörser so lange gestampft werden, bis ein steifer Brei entsteht. Geringe Mengen können statt im Mörser gestampft auch mit dem Hammer auf einer Platte geschlagen werden.

Steine, deren Oberflächen mit Ölfarbe angestrichen werden, können an den etwa schadhaften Stellen auch mit diesem Kitt ausgebessert werden. Für Steinflächen, welche unbedingt rein sein müssen, ist dieser Kitt nicht geeignet.

## 8. Versetzen von Metallgegenständen in Stein.

Das Versetzen von Metallgegenständen in Stein (Tür- und Torkegel, Geländer bei Stiegen und Gängen, Steinklammern usw.) erfolgt im allgemeinen in der Weise, daß im Steine entsprechend große und tiefe Löcher gebohrt oder ausgemeißelt werden, in welche das betreffende Metallstück eingesteckt, eventuell verkeilt und das Loch dann mit Gips, Portlandzement, Steinkitt oder Blei ausgegossen wird.

Damit der zu versetzende Gegenstand nach dem Vergießen festsitze und nicht aus dem Loche gezogen werden könne, ist es vorteilhaft, sowohl das Loch unten breiter auszumeißeln als auch den Gegenstand unten breiter zu halten, eventuell denselben mit eingemeißeltem Widerhaken zu versehen (Fig. 42, T. 40); manchmal wird der Gegenstand bloß schraubenförmig gedreht.

Beim Vergießen mit Blei ist darauf zu achten, daß kein Wasser mit der geschmolzenen Bleimasse vermengt werde, weil durch die sich rasch entwickelnden Wasserdämpfe das geschmolzene Blei in die Luft geschleudert würde. Man darf also einen nassen Gegenstand nicht in geschmolzenes Blei stecken und muß das auszugießende Loch früher gut austrocknen, bevor man Blei eingießt. Auch empfiehlt es sich, das Loch etwas mit Leinöl oder Terpentin zu bestreichen, wodurch die Oxydation des Bleies verhindert und eine vollkommenere Ausfüllung des Loches erreicht wird.

Beim Ausgießen von Löchern in vertikalen Wänden muß vor die Öffnung eine Muschel (Lehmnest) aus plastischem Lehm angeklebt werden (Fig. 42, T. 40), in welche das heiße Blei eingegossen wird. Nach dem Erstarren des Bleies wird das Lehmnest abgenommen, das vorstehende Blei abgemeißelt und mit einem stumpfen Meißel so lange in die Öffnung geschlagen, bis diese ganz ausgefüllt ist und der Gegenstand festsitzt. Dieses Nachschlagen ist notwendig, weil das Blei beim Erkalten sein Volumen vermindert und der versetzte Gegenstand im Loche schlottern würde.

Versuche haben ergeben, daß Portlandzement und Sand (1:1) sich zum Versetzen von Metallgegenständen in Stein auch sehr gut eignen. Wird aber eine rasche Erhärtung des Bindemittels gefordert, so ist Blei vorteilhafter anzuwenden. Gips ist nur im Trockenen zu verwenden. Auch Lavaoid wurde mit Erfolg angewendet, es ist dies ein von der Firma Hirschl & Comp. in Wien erzeugter Steinkitt, welcher aus 50% Schwefel, dann Eisen, Kieselsäure und etwas Tonerde besteht. Die Masse erscheint pulverisiert und wird zur Verwendung in Tongefäßen langsam bis 130° C erhitzt, bei welcher Temperatur sie sehr gut fließt und zur Verwendung am geeignetsten ist; bei höherer Temperatur wird Lavaoid dickflüssig, nach entsprechender Abkühlung aber wieder dünnflüssig und zur Verwendung geeignet. Die Erstarrung tritt nach 10 Minuten ein. Will man die mit Lavaoid hergestellte Verbindung lösen, so kann dies durch ein mäßiges Erwärmen der betreffenden Stelle erreicht werden. Das Wiederzusammenfügen einer solchen Verbindung kann dann, ohne neue Lavaoidmasse auftragen zu müssen, durch Erstarrenlassen der alten Masse geschehen.

Nach Angabe der Firma soll Lavaoid Eisen, Stein, Holz und auch andere Naturprodukte gut und dauerhaft miteinander verbinden, daher zu vielen Verwendungen geeignet sein, z. B. zur Verbindung von Eisenröhren, Tonröhren, Steinzeugrinnen u. dgl., ferner zum Untergießen von Fundamentsteinen oder Eisenplatten für Maschinen, zum Zusammenkitten gebrochener Stein- oder Steinzeugwaren, zum Ausgießen von wasserdichten Pflasterungen an Stelle von Asphalt usw.

## 9. Reparatur der Steinmetzarbeiten.

Diese wird sich bei gewöhnlichen Hochbauten größtenteils nur auf die stark ausgetretenen Stiegenstufen beschränken. Die ausgetretenen Stellen werden ausgemeißelt und sodann mit einer, der Farbe des betreffenden Steines entsprechenden Gußmasse (Kunststein) ausgegossen und nach dem Erhärten in eine Ebene mit der Tritt- und Setzstufe abgearbeitet. Bei sorgfältiger Arbeit und gut gewählter Farbe ist das eingegossene Stück ebenso dauerhaft wie das Material der Stufe selbst und die ausgebesserte Stelle kaum zu erkennen.

Etwaige verwitterte Teile von Steinen in einer Fassade können auf ähnliche Weise mit Kunststeinmasse ausgefüllt werden, wenn man es nicht vorzieht, neue Steine einzusetzen.

Das Ausmeißeln verwitterter oder gebrochener Teile eines Werkstückes und das Einkitten eines neuen Teiles ist nicht gut, weil der Steinkitt nicht vollkommen wetterbeständig ist.

## 10. Übernahme von Steinmetzarbeiten.

Hierbei müssen folgende Merkmale in bezug auf Güte und Dauerhaftigkeit der Erzeugnisse beobachtet werden:

*a*) Der bedungene Härtegrad des Steines. Bei nicht näherer Bezeichnung gelten als ganz harte Steine auch die härtesten Kalksteine, als mittelhart die minderharten Kalksteine; Sandstein kann nur als weicher Stein gelten.

*b*) Kompakte, wetterbeständige Steine ohne Lassen, Risse Verkittung, Einstückelungen u. dgl. Die Lagerflächen sollen der Lagerung im Steinbruche entsprechen; von jeder Steingattung ist zuerst ein Muster zu liefern.

*c*) Die Dimensionen der einzelnen Steine sind genau nach den Zeichnungen oder Schablonen einzuhalten.

*d*) Die Bearbeitung der Flächen hat nach dem gewünschten Grade, entweder rauh bossiert, gestockt oder schariert usw., ohne abgebrochene Kanten oder Ecken an den sichtbaren Flächen zu sein; in das Innere der Mauer fallende, abgebrochene Ecken können nur dann unbeanständet bleiben, wenn dieselben sich nicht bis auf ein Achtel der Lagerfläche erstrecken.

## 11. Verdienstberechnung für Steinmetzarbeiten.

Der Verdienst für Steinmetzarbeiten wird nach Kubik-, Längen- oder Quadratmaß oder nach Stückzahl ermittelt, und zwar:

*a*) Quadersteine, welche über 30 *cm* lang, breit und hoch sind, werden nach Kubikmetern berechnet; rechteckige Quadern in der vollen Kubatur, Schablonsteine mit der Kubatur des kleinsten umschriebenen, rechtwinkeligen Parallelepipedes.

*b*) Steine, deren beiden Querschnittsdimensionen nicht über 30 *cm* betragen (Gewände, Stufen, Rinnen u. dgl.), werden nach Längenmetern berechnet, wobei die wahren Längen inklusive der eingemauerten Teile zu messen sind. Bei gekrümmten Steinen ist der äußere Umfang des Bogens zu messen. Für die schwierige Bearbeitung der gekrümmten Steine wird der Preis um 50% höher gestellt als bei geraden Stücken.

*c*) Steine, bei denen nur eine Dimension kleiner als 30 *cm* ist (Platten), werden nach Quadratmetern berechnet; bei krummlinig begrenzten Platten wird hierbei das kleinste umschriebene Rechteck in Rechnung gezogen.

*d*) Werkstücke, bei denen die Dimensionen sämtlicher Seiten kleiner sind als 30 *cm*, sowie schwierig und kostspielig zu bearbeitende Steine, wie Balluster, Säulenschäfte unter 30 *cm* Durchmesser, Vasen, Postamente u. dgl. werden nach Stück berechnet.

*e*) Bei allen Berechnungsarten ist der Einheitspreis so festzusetzen, daß die vollständige Fertigstellung der Arbeiten samt Ausarbeiten aller Falze, Nuten, Löcher, eventuell Versetzen geringfügiger Teile aus Eisen, Nacharbeiten der versetzten Stücke u. dgl. inbegriffen erscheint, was in der betreffenden Post des Kostenvoranschlages zu bemerken ist.

*f*) Als Maßstab für die Preisbestimmung der Steinmetzarbeiten wird die Steingattung, der Grad der Bearbeitung der Flächen und das Ausmaß derselben in Betracht gezogen. Bei Gesimsgliederungen wird je nach dem Grade der Gliederung die zwei-, drei- bis vierfache Fläche gerechnet.

## 12. Steinbildhauerarbeiten.

Sehr komplizierte Ornament-Figurensteine u. dgl. werden vom Bildhauer hergestellt, indem sich derselbe zuerst das Modell aus sehr fein geschlemmtem, plastischem Tone anfertigt, davon den Gipsabguß macht und diesen dann punktiert, d. h. mit dem aus Holzleisten gebildeten, kleinsten Parallelepipede umgibt, dessen Seiten mit gespannten Schnüren oder Drähten in eine Anzahl gleicher Quadrate geteilt sind; die Kreuzungspunkte des Netzes werden sodann in senkrechter Richtung auf die Figur übertragen, deren Entfernungen von der Figur (Ordinaten) gemessen und in ein Protokoll eingetragen. Diese Ordinaten mit den am Netze abnehmbaren Abszissen dienen beim Ausmeißeln des Quaders als Anhaltspunkte, indem der Steinblock mit dem gleichen, zumeist entsprechend vergrößerten Netze versehen und der Block, von einer Seite beginnend, unter fortwährender Abmessung der Ordinaten allmählich in die rohe, jedoch richtige Form gebracht wird. Diese Arbeit kann dem Steinmetz unter Kontrolle des Bildhauers überlassen werden, während die letzte feine Bearbeitung des Werkstückes der Bildhauer selbst besorgen muß.

## 13. Steinmetzarbeiten aus Zementguß oder Kunststein.

In Ermanglung eines geeigneten Steinmaterials kann man alle Steinmetzerzeugnisse aus Zementguß oder auch aus Kunststeinmasse herstellen; bei komplizierten Arbeitsstücken oder Steinbildhauerarbeiten wird sich dies besonders

ökonomisch erweisen. Zu ihrer Ausführung sind nur entsprechende Formkästen nötig, welche für einfache Formen aus Brettern, meist zum Zerlegen eingerichtet, angefertigt werden. Für komplizierte Formen und Bildhauerarbeiten werden Leimformen in der Weise hergestellt, daß man das Gipsmodell in einen entsprechenden Behälter schwebend einfügt und den Raum zwischen Behälter und Modell mit aufgewärmtem, dickflüssigem Leim ausgießt, so daß der Leim alle Formen des Modells einhüllt. Nach dem Erstarren löst sich der Leim wie eine Kautschukhülle ab, welche dann als Form für den Zementguß benützt werden kann, indem die von der Form abgenommene elastische Leimmasse wieder in den Behälter gelegt und die Oberfläche derselben zuerst mit in Spiritus aufgelöstem Schellack und nach dem Trocknen desselben mit Öl oder einem anderen Fettstoff bestrichen wird. Der Schellack erhält die Form steif und der Fettstoff verhindert das Ankleben der Gußmasse.

Zum Gießen von kleinen Zementkörpern und Bildhauerstücken verwendet man Zement ohne oder nur mit ganz geringem Zusatz von reinem, reschem Sande, für größere Erzeugnisse kann man dem Zement 2 bis 4 Teile Sand und für noch größere auch Rieselschotter beimengen, in letzterem Falle ist die Gußmasse Beton, welcher im Mischungsverhältnis 1: 2: 3 bis 1: 4: 6 gemengt werden kann.

Für Leimformen kann man als Gußmasse nur Zement ohne oder mit wenig Sandzusatz verwenden, welche Masse dünnflüssig in die Form gegossen wird. Nach dem Erhärten des Zementgusses wird die Leimhülle abgelöst und der Zementkörper zur vollständigen Erhärtung an einem feuchten Orte deponiert, eventuell zugedeckt und öfter mit Wasser begossen.

Für größere Zement- oder Betonkörper verwendet man Kastenformen aus Brettern oder Metall, meist zum Zerlegen eingerichtet. Holzformen müssen vor dem Einbringen der Gußmasse mit Fettstoff bestrichen werden, damit sich die erstarrte Gußmasse leichter ablöst. Bei vorkommenden Gliederungen u. dgl. müssen diese zuerst mit einer reinen Mörtelschichte belegt werden, bevor die Betonmasse in die Formen gelangt, damit sich die Gliederungen rein und scharf ausbilden. Der Beton ist schichtweise einzubringen und gehörig festzustampfen.

Zum Gießen solcher Gegenstände, die nur im Trockenen verwendet werden und bei denen nebstbei nur eine geringe Härte erforderlich ist, wird meistens Gips oder Romanzement verwendet, während für Gegenstände, welche eine größere Festigkeit besitzen oder der Feuchtigkeit widerstehen sollen, nur Portlandzement als fest und dauerhaft zu empfehlen ist. Beim Erhärten der aus Zement erzeugten Gegenstände ist besonders darauf zu achten, daß ihnen die Feuchtigkeit nicht zu schnell entzogen werde. Es sind daher alle solchen Gußwaren mit Stroh, Laub u. dgl. zu bedecken und 3 bis 6 Wochen lang öfter mit Wasser zu begießen, bis sie vollständig erhärtet sind. Solche aus gutem Portlandzement, reschem Sande und festem Steinmaterial gegossenen und langsam ausgetrockneten Gegenstände können in bezug auf Festigkeit und Dauerhaftigkeit den festesten Steingattungen gleichgehalten werden.

Zur Erzeugung von Betongegenständen wird vielfach auch Bitumen-Emulsion (Rabit) der Betonmasse beigemengt, wodurch die Bildung von Haarrissen im Beton verhindert und die fertige Betonmasse dem Durchdringen des Wassers widersteht. Siehe Isoliermörtel und -beton im Kapitel „Isolierungen", Seite 307.

Durch Verwendung von gepulverten Steintrümmern statt des Sandes kann man einen dem Naturstein ähnlichen Kunststein erzeugen. Oft werden statt des Zementes verschiedene andere Bindemittel gebraucht. welche mit dem Steinpulver gemengt, den gleichen Farbenton des Natursteines ergeben (siehe Kunststein).

Ein besonderer Kunststein „Hydrokalkstein" wird aus 80 bis 90% Kalksteinpulver und 10 bis 20% gelöschtem Kalkpulver, welche Materialien sich chemisch miteinander verbinden, auf folgende Art erzeugt: Kalksteinabfälle

werden zu Staub bzw. Sand zerkleinert, mit zu Pulver gelöschtem Kalk und wenig Wasser in kräftigen Mischapparaten ordentlich vermengt; diese plastische, wenig poröse Masse wird dann in die Formen gestampft. Nach 3- bis 4tägiger Erhärtung an der Luft kann die Bearbeitung der Flächen durch den Steinmetz erfolgen, worauf die entsprechend geformte und bearbeitete Masse in geschlossenen Räumen 2 bis 4 Tage abwechselnd einem Dampfbade (100° C) und einem Kohlensäurebade ausgesetzt wird. Dadurch wird die Masse auf chemischem Wege rasch in kohlensauren Kalk verwandelt, wodurch die Steine wieder die ursprüngliche Härte und sonstigen Eigenschaften des Kalksteines erlangen.

Die sichtbaren Flächen der Kunststeine erhalten gewöhnlich die gleiche Bearbeitung wie der Naturstein, können also je nach Bedarf bossiert, gestockt, schariert, geschliffen und auch poliert werden.

Die Kunststeinmasse kann auch als Verputz auf Stein- oder Ziegelmauern aufgetragen und nach dem Erhärten entsprechend bearbeitet werden (siehe Kunststeinverputz).

---

# XIII. Bauspenglerarbeiten.

(Tafeln 42 bis 46.)

Die Bauspenglerarbeiten umfassen alle aus Feinblech und weichem Metallguß herzustellenden Konstruktionen für Bauzwecke.

In neuerer Zeit hat sowohl die Erzeugung als auch die Verarbeitung der Feinbleche mittels Maschinen einen bedeutenden Aufschwung genommen so zwar, daß gegenwärtig außer den gewöhnlichen Dacharbeiten und Gesimseindeckungen usw. auch verschiedenartige, oft sehr reiche Ornamente aus Zink hergestellt werden.

## *A.* Wahl der Bleche und allgemeine Behandlung derselben.

Die aus verschiedenen Metallen erzeugten Feinbleche können in bezug auf ihren Härtegrad in 3 Gruppen eingeteilt werden, und zwar:

1. Harte Bleche, welche schwer zu bearbeiten und auch schwer schmelzbar sind; das sind alle Stahl- und Eisenbleche mit Einschluß der verzinkten und der verzinnten Bleche (Weißbleche).

2. Minderharte Bleche, die leichter zu bearbeiten und auch leichter schmelzbar sind; dazu gehören die Kupfer- und Messingbleche.

3. Weiche Bleche, welche leicht zu bearbeiten sind und auch bei noch geringerer Temperatur schmelzen; diese sind: Zink-, Blei und Zinnbleche (Zink schmilzt bei 410°, Blei bei 330° und Zinn bei 235° C).

Für Bauzwecke kommt hauptsächlich das verzinkte Eisenblech und das Zinkblech in Betracht, Kupfer- und Bleibleche werden nur selten, Messing- und Zinnbleche fast gar nicht verwendet.

Die harten Bleche sind zwar schwieriger zu bearbeiten und zu verbinden als die weichen, sind dafür aber auch widerstandsfähiger gegen jede Deformierung. Bei der Wahl der Bleche ist daher stets zu berücksichtigen, ob eine Beanspruchung derselben in dieser Beziehung stattfinden kann oder nicht, d. h. ob die Bleche als Dachhaut usw. voll unterstützt sind, ob die Dachhaut usw. oft betreten werden muß u. dgl. Bei Dachrinnen, welche nur in einzelnen, eisernen Haken ruhen, bei Dachixen, Terrassendächern u. dgl. dürfen daher nur harte Bleche zur Anwendung kommen.

Die Bleche müssen aber auch den atmosphärischen Einwirkungen lange widerstehen und die einzelnen Tafeln sich miteinander gut und dicht verbinden lassen.

Eisenbleche und auch Weißbleche müssen zum Schutze gegen Rostbildung zwei bis dreimal mit Ölfarbe gestrichen und muß dieser Anstrich

mindestens alle 3 Jahre erneuert werden. (Die Verzinnung der Weißbleche bietet nur auf kurze Dauer einen Schutz gegen Rost.) Da natürlich nur die sichtbaren Flächen gestrichen werden können, bleiben die verdeckt angeordneten Flächen der Rostbildung doch ausgesetzt. Man verwendet daher gegenwärtig fast ausschließlich verzinktes Eisenblech, das der Rostbildung sehr lange widersteht.

K u p f e r b l e c h ist gegen die Witterungseinflüsse sehr widerstandsfähig, wird aber wegen seines hohen Preises nur für die besonderen Arbeiten, z. B. Eindecken von Kirchtürmern, Prachtbauten u. dgl., verwendet.

Von den weichen Blechen wird das B l e i b l e c h im Baufache nur dort verwendet, wo eine größere Dauer und namentlich Dehnbarkeit gefordert wird, z. B. bei der Eindeckung von mit Erde überdeckten Gewölbeabsattlungen, beim Verkleiden von unzugänglichen Wasserläufen über Gewölben usw.

Z i n n wird als Blech zu Bauarbeiten fast niemals verwendet, dagegen dient es als Lötzinn (Schnellot), und zwar in reinem Zustande zum Löten von Blei und als Legierung mit 2 Gewichtsteilen Blei zum Löten von allen übrigen Blechen.

Z i n k b l e c h. Von den weichen Blechen finden die Zinkbleche die häufigste Verwendung besonders für Eindeckungen, welche eine gute und ruhige Auflagerfläche haben. Die Bleche gestatten eine sehr leichte Verbindung durch Zusammenlöten. Da die Zinkbleche sich an der Luft mit einer schützenden Haut (Zinkoxyd) überziehen, welche ein weiteres Oxydieren verhindert, so bedürfen sie keines Ölanstriches; dieser würde übrigens auch wegen der großen Dehnbarkeit und Glätte der Zinkbleche nicht gut haften und sich nach kurzer Zeit abblättern. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Farbe, wo solche erwünscht ist, z. B. bei Ornamenten oder als Grundierung für weitere Anstriche, werden Silikatanstriche mit Zinkoxyd angewendet (siehe Anstreicherarbeiten).

Bei Dacheindeckungen soll zwischen den einzelnen Brettern der Einschalung ein kleiner, zirka 5 *mm* breiter Zwischenraum (Fuge) bleiben, damit möglichst viel Luft zwischen Brett und Zinkblech einströmen kann; wo dies nicht beachtet wurde, konnte ein vorzeitiges Verderben der Bleche wahrgenommen werden.

Von Salz- und Schwefelsäure, ferner von Ätzkalk werden Zinkbleche stark angegriffen, daher müssen alle vom Mörtel eventuell verunreinigten Dachflächen vor dem Eindecken gut gereinigt werden. Feuchtes, Salpeter ausscheidendes Mauerwerk zerstört die Zinkbleche sehr bald.

Ein besonderes Augenmerk ist auf die große Dehnbarkeit der Zinkbleche in der Wärme und auf die schwierige Bearbeitung derselben im Winter infolge der großen Sprödigkeit in der Kälte zu richten. Es muß daher jede Tafel so befestigt sein, daß sie sich frei ausdehnen und zusammenziehen kann, ohne daß dadurch die Verbindung beeinträchtigt wird. Bei größerer Kälte muß das Zinkblech vor der Bearbeitung mäßig erwärmt werden; dies kann mit heißen Zangen (Falzzangen), mit Glutpfannen oder auch mit einer Spiritusflamme geschehen.

Wellblech aus Zink oder verzinktem Eisenblech wird durch die eingewalzten Wellen widerstandsfähiger gegen Formveränderung, bedarf daher keiner vollkommenen Einschalung und kann sowohl auf Latten als auch auf Eisengerippen gedeckt werden.

## *B.* Verbindung und Befestigung der Bleche.

Die Verbindung der einzelnen Blechtafeln miteinander geschieht entweder durch das L ö t e n, N i e t e n oder F a l z e n oder auch durch N i e t e n u n d L ö t e n oder F a l z e n u n d L ö t e n gleichzeitig. Bestimmend hierfür ist der Härtegrad der Materialien. D a s L ö t e n a l l e i n wird nur bei weichen Blechen, also bei Zink-, Zinn- und Bleiblechen vorgenommen; das N i e t e n u n d L ö t e n o d e r F a l z e n u n d L ö t e n bei harten und minderharten Blechen, also bei Eisen-, Kupfer- und Messingblechen.

1. Zum Löten müssen die Bleche zuerst an den Lötstellen blank geschabt und verzinnt werden, sodann können dieselben mit einer 1 bis 3 *cm* breiten Übergreifung (Lötnaht) übereinandergelegt, mit Kolophonium oder Salzsäure bestrichen und mit dem heißen Lötkolben durch das Löten zusammen verschmolzen werden. Dabei muß man das Blech mit dem Lötkolben so lange erhitzen, bis das Zinn die Auflagerflächen der Lötnaht durchdrungen hat. Bei Zinkblech werden statt des sehr zeitraubenden Blankschabens die zu lötenden Stellen mit scharfer Salzsäure bepinselt, wodurch das auf den Flächen haftende Zinkoxyd aufgeätzt, die Flächen also gereinigt werden, worauf dann das Löten direkt vorgenommen werden kann. Nach dem Löten muß die zurückgebliebene Salzsäure sorgfältig abgewischt werden.

Beim Nieten und Löten muß vorerst das Nieten und beim Falzen und Löten zuerst das Falzen bewirkt werden.

Unverzinktes Eisenblech, Schwarzblech genannt, kann nicht gelötet werden.

Das Löten wird bei weichen Blechen bloß dann vorgenommen, wenn ein Falzen nicht leicht möglich ist oder wenn die Verbindung wasserdicht sein muß.

Schließlich muß noch bemerkt werden, daß das Zinkblech durch die Erhitzung beim Löten spröde wird und daher an diesen Stellen viel leichter bricht; bei Dacheindeckungen soll daher möglichst wenig gelötet werden.

2. Das Nieten. Diese Verbindungsart kann nur bei harten und minderharten, niemals bei weichen Blechen angewendet werden, da letztere durch die Nietköpfe durchgerissen werden können. Die zu vernietenden Bleche werden 2 bis 4 *cm* übereinandergelegt und diese Nietnaht in Entfernungen von 1 bis 2 *cm* mit runden Meißeln durchlocht und mittels Blechnieten aus Eisen, Kupfer oder Messing vernietet.

Für Weißblech und verzinktes Eisenblech sind verzinnte oder verzinkte Eisennieten, besser aber Kupfernieten zu verwenden. Für Kupfer- und Messingbleche werden Nieten aus dem gleichen Material genommen.

Das doppelte Nieten geschieht bei breiteren Nähten in 2 Reihen auf dieselbe Art wie das einfache Nieten.

Beim Nieten und Löten müssen auch die Nieten gut verlötet werden.

Das Nieten wird nur dann angewendet, wenn das Falzen nicht anwendbar ist oder wenn man die Nähte sehr fest und wasserdicht herstellen will; in diesem Falle müssen letztere auch noch gelötet werden. Bei Eisenblech (Schwarzblech), welches nicht gelötet werden kann, muß zu demselben Zwecke eine sehr dichte, doppelte Nietung vorgenommen und die Naht mit Ölfarbe gut angestrichen werden.

Rinnennähte von verzinktem Eisenblech sollen mit Kupfernieten doppelt genietet und gelötet werden.

3. Das Falzen. Diese Verbindungsart besteht darin, daß die zu verbindenden Bleche an den Verbindungsstellen übereinander gelegt und entsprechend umgebogen werden. Anwendbar ist das Falzen für alle Bleche, welche nicht zu spröde sind, d. h. beim Umbiegen nicht brechen.

Man unterscheidet den einfachen und doppelten Falz und von diesen wieder den stehenden und liegenden Falz.

*a*) Der einfach stehende Falz ist nur auf kurze Längen anwendbar. Zur Ausführung werden die Enden der zusammenstoßenden Bleche nach Fig. 1 *a*, T. 42, so aufgebogen, daß der eine Aufbug den anderen um 1 bis 2 *cm* überragt. Nachdem die eine Tafel richtig gelegt und das Ende aufgebogen ist, werden auf 30 bis 40 *cm* Distanz Haftbleche an den Aufbug angeschoben und an die Schalung genagelt, sodann die nächste Blechtafel mit dem entsprechenden Aufbug angeschoben und die oben zweiteiligen Haftbleche über jeden Aufbug herabgebogen; hierdurch wird der Falz an die Schalung niedergehalten; schließlich wird der höhere Teil des einen Aufbuges über den niederen Teil herabgebogen (geschlagen), Fig. 1 *b*, T. 42, und die

beiden Falzenden (wie z. B. bei Dachsäumen, Fig. 13, T. 42) niedergeschlagen, um ein Herausspringen des umgebogenen, höheren Falzteiles zu verhindern.

Bei Dachsäumen werden die Blechtafeln mit dem oberen Ende an das „Saumbrett" genagelt, mit dem unteren Ende um den Saumstreifen gebogen und dort mit einer Wassernase (Fig. 14, T. 42) versehen. Die Saumbretter können erst dann an die Dachsparren festgenagelt werden (Fig. 13 und 14, T. 42), wenn auf die unten abgeschrägten Ränder derselben die 10 bis 15 *cm* breiten, zumeist verzinkten Saumblechstreifen angenagelt sind. Dabei müssen diese Saumstreifen an der Dachtraufe eine gerade Linie bilden.

*b*) Der einfach liegende Falz kann durch Umbiegen des stehenden Falzes gebildet werden. Häufiger aber werden die beiden Bleche nach Fig. 2 *a*, T. 42, abgebogen, nach Fig. 2 *b*, T. 42, ineinander geschoben und flach niedergeschlagen. Dieser Falz wird nach Fig. 2 *c*, T. 42, alle 30 bis 40 *cm* mit Haftblechen an die Schalung befestigt.

Das Aufbiegen der Falze geschieht mit der „Falzzange" oder mit einer Abbiegebank und das Umbiegen der Falze mit dem Schaleisen und hölzernen Schlägel. Die Biegungen sollen nicht scharf, sondern etwas abgerundet sein, damit die Bleche nicht brechen.

*c*) Der doppeltstehende Falz (Fig. 3, T. 42) wird so gebildet, daß man zuerst einen etwas höheren, einfach stehenden Falz macht und diesen sodann noch ein zweitesmal umbiegt (falzt), wodurch ein Herausspringen des höheren Falzteiles verhindert wird. Die Befestigung des Falzes an der Unterlage mittels Haftblechen ist wie beim einfach stehenden Falz durchzuführen.

*d*) Der doppelt liegende Falz (Fig. 4, T. 42) wird durch Umlegen (Niederschlagen) des Stehfalzes gebildet, wozu der Stehfalz sehr nieder (3 bis 4 *cm*) herzustellen ist.

Doppelte Falze werden größtenteils bei Dacheindeckungen angewendet, und zwar die Stehfalze in der Richtung der Dachneigung, dann an den Firsten und Graten, während die liegenden Falze senkrecht auf die Stehfalze angeordnet werden, also die Querfalze bilden.

Beim Falzen der Bleche ist die Verwendung von Zinkblechen der großen Dehnbarkeit derselben bei Temperaturdifferenzen wenig Rechnung getragen, weil zwischen den Falzen nur eine geringe freie Ausdehnung der Blechtafeln möglich ist. Man soll daher nur für kleine Zinkblechdächer das Falzen, für größere aber andere Verbandarten anwenden, die ein freies Ausdehnen und Zusammenziehen jeder einzelnen Blechtafel gestatten, wie z. B. die deutsche und französische Dacheindeckungsmethode aus Blech (Fig. 5 und 6, T. 42). Siehe Dacheindeckung mit Blech.

4. Zum Festnageln der Bleche an die Dachschalung werden 3 *cm* lange, eiserne Schloßnägel mit flachen, breiten Köpfen verwendet. Die Nägel sind so anzuordnen, daß alle Köpfe durch die übergreifende Naht verdeckt werden. Es darf also kein Nagel an der Dachfläche sichtbar sein, auch dann nicht, wenn dessen Kopf mit dem Bleche verlötet werden kann. Ist dies aber absolut unvermeidlich, so müssen die Köpfe solcher Nägel mit starken, überhöhten Blechplatten überdeckt und letztere gut angelötet werden.

Man hat erfahren, daß selbst längere Nägel, welche nicht überdeckt waren, infolge der Erwärmung und Ausdehnung durch die Sonnenhitze im Holze gelockert und durch die vom Winde hervorgerufene Bewegung der Bleche nahezu ganz herausgezogen wurden.

Zinkblechtafeln sollen nicht direkt genagelt, sondern nur mit Haftblechen befestigt werden, damit sie in ihrer Ausdehnung nicht gehindert sind. Nur in schmalen Streifen können Zinkblecheindeckungen auch direkt, aber nur auf einer Seite genagelt werden, so daß nach einer Seite die freie Bewegung dennoch möglich ist, z. B. bei Dachsäumen, Kamineinfassungen u. dgl.

5. Die Ränder der Bleche, welche von anderen Deckmaterialien (Dachziegeln, Schiefer u. dgl.) überdeckt werden, erhalten eine aufgebogene Wassernase und an dieser Stelle eine Befestigung mit Haftblechen (siehe *a*, Fig. 7, T. 42).

6. Die Lötnähte bei Zinkblechen (Zwischenrinnen u. dgl.) müssen mit geraden Haftblechen (*b*, Fig. 7, T. 42) an die Schalung befestigt und die Haftbleche durch die übergreifende Naht so gedeckt werden, daß sie nicht mit angelötet werden können, da sonst die freie Ausdehnung der Bleche gehindert wäre. Bei langen Zwischenrinnen mit mehreren Gefällsrichtungen müssen an den Wasserscheiden zwei „Vorköpfe" so angelötet werden, daß diese 2 bis 3 *cm* voneinander abstehen und innerhalb dieses Spielraumes die Ausdehnung der Rinne stattfinden kann. An der oberen Seite werden diese Vorköpfe abgebogen und ein Blechstreifen — Schiebefalz genannt — einfach darüber gefalzt (Fig. 8, T. 42).

7. Die Befestigung der Bleche am Mauerwerk geschieht mit eisernen Mauerhaken derart, daß die Bleche 2 *cm* tief in eine Lagerfuge oder in eine im Mauerwerk ausgestemmte Nut eingesteckt und mit eisernen Haken auf je 30 bis 40 *cm* Entfernung festgehalten werden. Solider wird der Anschluß durch Putzleisten (Fig. 9, T. 42) hergestellt, welche ebenfalls am oberen Teile 2 bis 4 *cm* in die Fuge eingesteckt und alle 30 bis 40 *cm* mit eisernen Mauerhaken befestigt werden. Die Leisten übergreifen die Bleche längs ihrer ganzen Breite und sind am unteren Ende durch einen Abbug (Fig. 9 *b*) versteift. Diese Putzleisten lassen wieder eine freie Ausdehnung des Zinkbleches zu und bilden einen besseren Anschluß an das Mauerwerk. In neuester Zeit werden die Putzleisten auch nach Fig. 9 *c* so gebogen, daß sie die Anschlußbleche in einer Nut (*n*) aufnehmen, wodurch eine bessere Fixierung und eine freiere Bewegung der Bleche erzielt wird.

## C. Blechgattungen für Bauspenglerarbeiten.

Für Bauspenglerarbeiten werden nachfolgende Blechsorten am häufigsten verwendet, und zwar:

1. Von den Zinkblechen, welche in 26 Stärken Nr. 1 bis 26 erzeugt werden, gelangen für Bauzwecke gewöhnlich nur die mit Nr. 10 bis 17 bezeichneten Bleche in 2 *m* langen und 1 *m* breiten Tafeln zur Verwendung:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr. | 10: 0·50 *mm* | dick, | | 3·50 *kg* | per | $m^2$ | schwer |
| „ | 11: 0·58 | „ | „ | 4·06 | „ | „ | „ „ |
| „ | 12: 0·66 | „ | „ | 4·62 | „ | „ | „ „ |
| „ | 13: 0·74 | „ | „ | 5·18 | „ | „ | „ „ |
| „ | 14: 0·82 | „ | „ | 5·74 | „ | „ | „ „ |
| „ | 15: 0·95 | „ | „ | 6·65 | „ | „ | „ „ |
| „ | 16: 1·08 | „ | „ | 7·56 | „ | „ | „ „ |
| „ | 17: 1·21 | „ | „ | 8·47 | „ | „ | „ „ |

2. Von den Eisenblechen (Schwarzblechen) werden die Bundbleche, von denen 18, 20 oder 22 Stück 1 *m* lange und 0·65 *m* breite Tafeln auf 50 *kg* gehen, als sogenannte Dachbleche Nr. 18, 20 oder 22 verwendet. Es sind aber auch 2 *m* lange und 1 *m* breite Tafeln gebräuchlich, von denen der $m^2$ zirka 4·6 *kg* wiegt.

3. Verzinkte Eisenbleche werden entweder in derselben Größe und Stärke wie die vorbeschriebenen Eisenbleche, meistens aber in 2·00 *m* langen, 1·00, 0·80, 0·60, 0·40 *m* breiten und 0·5 bis 0·7 *mm* dicken Tafeln angewendet, von denen 1 $m^2$ zirka 5 *kg* wiegt.

4. Weißbleche (verzinnte Eisenbleche) werden in kleinen Tafeln erzeugt und in Kisten bis zu 150 Tafeln verpackt, und zwar:

Doppelformat mit 150 Tafeln, 34/53 *cm* groß,
Hochfolio mit 150 Tafeln, 25/68 *cm* groß und
Schüsselbleche (Rinnbleche) mit 75 Tafeln, 75 *cm* lang und 32, 37, 42, 47 oder 52 *cm* breit.

5. Die Wellbleche werden aus Zink-, Eisen- oder verzinktem Eisenblech in verschiedenen Größen erzeugt. Für Bauspenglerarbeiten wird das verzinkte Eisenblech mit 2·00 *m* Länge, 0·60 bis 1·00 *m* Breite und 0·65 bis 1 *mm* Dicke am häufigsten verwendet. Die Wellentiefen und Wellenbreiten wechseln hierbei zwischen 86/25, 133/30, 100/30, 100/35, 100/40, 100/45 und 125/60; es bezeichnet der Zähler die Wellentiefe und der Nenner die Wellenbreite in Millimetern.

## *D.* Die wichtigsten Bauspenglererzeugnisse.

### 1. Dachrinnen.

Diese sollen möglichst an der Dachtraufe angebracht werden, damit sie das Dachwasser vollkommen aufzunehmen vermögen. In ihrer Längenrichtung erhalten sie ein Gefälle von ½ bis 1% gegen die Ablaufstelle, von welcher meistens Abfallrohre bis zum Bauhorizont führen. Die Dachrinnen werden meistens in eiserne Dachrinnenhaken gelagert und sehr häufig betreten, sollen daher nur aus harten Blechen hergestellt werden, die auch gegen Rost geschützt sind. Die frei liegenden Ränder der Dachrinnen erhalten zu ihrer Versteifung einen Wulst (Fig. 10 *a* und *e*, T. 42), in welchen früher bei Verwendung des weichen Kupferbleches noch Rundeisen eingelegt wurden. Heute macht man die Dachrinnen aus verzinktem Eisenblech, seltener aus Weißblech und gibt ihnen einen stärkeren Wulst ohne eingelegte Eisenstangen.

Die Verbindungsnähte werden mit verzinkten Eisen-, besser aber mit Kupfernieten genietet und sowohl die Nähte als auch die Nietköpfe gut verlötet.

Nach der Lage und Art der Ausführung unterscheidet man Hänge-, Saum-, Gesims-, Kasten-, Attika- und Zwischenrinnen.

*a*) Die Hängerinnen (Fig. 10, T. 42) werden größtenteils aus 2 *m* langen und 0·33 bis 0·55 *m* breiten, verzinkten Eisenblechtafeln in der Weise hergestellt, daß die beiden Langseiten der Bleche mit Wulsten versehen, die Bleche dann halbkreisförmig aufgebogen und sodann zu 4 *m* langen Stücken zusammengenietet und gelötet werden.

Die aus 8/24 *mm* starken Flacheisen (Rahmeisen) erzeugten Rinnenhaken müssen nach dem ermittelten Gefälle geformt werden, indem zuerst die Haken für die höchste und für die tiefste Stelle (Fig. 10 *c* und *d*, T. 42) gebogen werden und nach diesen beiden die Form der dazwischen liegenden Haken bestimmt wird. Am vorderen Ende sind die Haken zu einer Feder flach ausgeschmiedet (gestreckt) und an der Rückseite mit einer angenieteten Feder aus starkem Eisenblech und an der Dachfläche mit 2 Löchern zum Annageln oder Anschrauben an die Sparren versehen. Die Rinnenhaken können auch nach Fig. 10 *b*, T. 42, so geformt werden, daß man sie seitwärts an die Dachsparren annageln oder anschrauben kann, z. B. bei fertiger Dacheindeckung, um diese nicht aufreißen zu müssen. Die fertigen Haken werden auch noch verzinkt.

Häufig werden die vorderen Enden der Rinnenhaken dekorativ zugeschmiedet (Villen, Schlösser usw.). Zum Festhalten der Rinnen müssen dann wie an der Rückseite entsprechende Blechstreifen festgenietet werden.

Das Verlegen der Rinnen geschieht in der Weise, daß man zunächst die Rinnenhaken dem Gefälle entsprechend in schnurgerader Linie an die Dachsparren mit 8 bis 10 *cm* langen, geschmiedeten Nägeln befestigt. Die fertigen Rinnen werden sodann mit den an beiden Enden angebrachten Vorköpfen in die Haken gelegt, die Stöße 3 bis 4 *cm* übereinander geschoben, doppelt genietet und gelötet und schließlich die im rückwärtigen Teile jedes Hakens eingenietete Feder wie auch der federartig flachgeschmiedete vordere Teil desselben um den Wulst der Rinne gebogen, wodurch letztere in die Haken gedrückt und von diesen festgehalten wird.

Die Hängerinne kann auch nach Fig. 1, T. 43, an der rückwärtigen Seite bis zur Dachfläche geführt und dort mit dem Saumblech (Verdeckung) durch den

einfachen Falz verbunden werden; in diesem Falze muß zum Festhalten der Rinne eine entsprechende Anzahl von Haftblechen an die Dachschalung genagelt werden.

Die Hängerinne ist nicht schön, sie hat auch den Nachteil, daß alle Reparaturen mit Leitern bewirkt werden müssen, weshalb man sie nur an niederen, untergeordneten Objekten und solchen mit vorspringenden Sparrenköpfen anbringt.

*b*) Die Dachsaumrinne — Saumrinne — (Fig. 14, T. 42) liegt mit ihrem rückwärtigen Teile längs dem Dachsaume auf der Dachfläche und mit dem anderen Teile in Rinnenhaken. Der mit einem Saumblech bedeckte Dachsaum vor der Rinne soll nicht zu breit sein, damit möglichst wenig Niederschlagswasser über die Dachtraufe herabfließt; andrerseits muß das Saumblech noch wenigstens 15 *cm* unter die Saumrinne reichen, damit unter der Rinne kein Regen oder Schnee in den Dachraum eindringen kann. Die Saumrinne soll daher an der höchsten Stelle höchstens 30 *cm* hinter der Saumkante (horizontal gemessen) liegen und womöglich ein Gefälle von 0·5% erhalten. Bei den gewöhnlichen Dachneigungen für Ziegel- und Schieferdächer wird man somit auf je 20 bis 25 *m* ein Ablaufrohr anordnen müssen und die Rinnen von beiden Seiten gegen dasselbe neigen, so daß eine Gefällsrichtung nicht über 12·5 *m* beträgt und die Rinne an der tiefsten Stelle noch 10 bis 15 *cm* (horizontal gemessen) über der Saumkante liegt. Bei sehr flachen Dächern wird man oft gezwungen sein, ein geringeres Gefälle anzuordnen, damit der Dachsaum nicht zu breit ausfällt.

Bei der Ausführung der Dachsaumrinnen ist folgender Vorgang zu beobachten: Nachdem die Saumstreifen (auf die beim einfachen Falzen erwähnte Art) und auch die Saumladen befestigt sind, werden die Saumbleche unter Berücksichtigung der Gefällsbrechungen so zugeschnitten, daß sie von der Rinne noch 15 *cm* überdeckt werden können. Die einzelnen Tafeln werden dann an einer Langseite mit einem 1½ *cm* breiten Umbug zum Einhängen in den Saumstreifen und an beiden Querseiten mit dem Aufbug für einen einfach stehenden Falz versehen. Diese Tafeln werden dann dem Gefälle entsprechend in die Saumstreifen eingehängt, an der oberen Seite genagelt, die Falze mit Haftblechen versehen, sodann gefalzt und schließlich wird die Wassernase abgebogen (Fig. 13 und 14, T. 42).

Die Rinnenhaken werden aus 8/24 *mm* starkem Flacheisen gleich groß hergestellt, vorne federartig zugeschmiedet, rückwärts mit 2 Löchern versehen und schließlich verzinkt. Sie werden über jedem Dachsparren dem Gefälle entsprechend mit je 2 Stück 8 bis 10 *cm* langen, schmiedeeisernen Nägeln, welche durch die Dachschalung und Sparren greifen, angenagelt, so daß alle Haken eines Gefälles genau in einer Mantelfläche liegen.

Das Profil der Saumrinne muß der Dachneigung so angepaßt sein, daß der rückwärtige Rand der Rinne noch mindestens 8 *cm* über einer in der Höhe der Wulst gedachten Wagrechten liegt (Fig. 14, T. 42), so daß bei eventuellen Rohrverstopfungen das angestaute Wasser über den Wulst und den Dachsaum abfließen kann. Die Rinne wird zumeist aus verzinktem Eisenblech hergestellt und werden die einzelnen Teile doppelt genietet und gelötet. Die beiden Enden der Rinne werden dann durch dem Profile derselben entsprechende Stirnbleche, sogenannte „Vorköpfe", aus starkem Zinkblech abgeschlossen. Die Rinne wird im oberen Teile an die Dachschalung genagelt und im unteren Teile durch die über den Wulst gebogenen Enden der Rinnenhaken festgehalten.

Bei steilen Dächern, bei denen der schmelzende Schnee durch das Herabrutschen die Rinne verstopfen und über dieselbe auf das Trottoir fallen könnte, werden häufig ober der Rinne 0·30 bis 0·50 *m* hohe, eiserne Schneefänger nach Fig. 12, T. 42, oder ähnlich angebracht. Die Stützen hierzu müssen aus genügend starkem Flacheisen hergestellt, an jedem Dachsparren angeschraubt und an der Dachfläche wasserdicht überdeckt werden; die Langstäbe sind meistens aus Rundeisen, manchmal aus **T**-Eisen.

Bei der Dachsaumrinne ist das über den Dachsaum herabfließende Traufenwasser für die Passage unangenehm; durch die Anordnung von möglichst schmalen Dachsäumen läßt sich dieser Übelstand wohl herabmindern, aber niemals gänzlich beseitigen.

*c*) Die Gesimsrinne (Fig. 3, T. 16) wird in den oberen Teil des Gesimses, also in die Sima eingelegt; die Sima kann daher nur durch eine Verkleidung gebildet werden und muß in dem für die Rinne notwendigen Teile hohl sein. Diese Verkleidung wird gewöhnlich aus starkem Zinkblech (Nr. 14 bis 16) hergestellt, welche auf je 1·00 *m* Entfernung mit eisernen Haken in die steinerne Hängplatte zu befestigen ist. Zur Aufnahme der Rinne werden unter ½% Gefälle eiserne Haken an die Dachsparren so angenagelt oder angeschraubt, daß sie ganz frei liegen und auf die Hängplatte absolut nicht drücken können. In diesen Haken ruht entweder die Rinne oder — bei großen Rinnen — eine Bretterverschalung und in dieser erst die eigentliche Dachrinne. Die Rinne wird aus starkem, verzinktem Eisenblech hergestellt und auf der Dachfläche so hoch emporgeführt, daß bei voller Rinne das angestaute Wasser über die Traufe ablaufen muß; die Nähte werden doppelt genietet und gelötet. Die Schalung wird an die Haken stellenweise angeschraubt und die Rinne an die Schalung genagelt. An der Traufe wird die Rinne mit einem schmalen Saumbleche (doppelt gefalzt) versehen.

Die Gesimsrinne muß aus besonders starkem Bleche mit sehr gut genieteten und gelöteten Nähten hergestellt werden, weil das durch schadhafte Stellen etwa eindringende Regenwasser am Mauerwerke großen Schaden anrichten würde.

Bei sehr großen Ausladungen kann das ganze Hauptgesimse aus Zinkblech gemacht und an ein im Mauerwerk verankertes Eisengerippe befestigt werden. Ein solches Beispiel ist in Fig. 15, T. 42, dargestellt.

*d*) Die Kastenrinne, nach ihrem kastenförmigen Profil benannt. Der Raum für die Kastenrinne wird durch Tieferlegung der Gesimskante und des Dachsaumes gewonnen (siehe die Fig. 2 bis 6, T. 43). Die Ausführung solcher Rinnen kann, wie in den genannten Figuren gezeigt, verschieden sein.

Der Dachsaum wird mit Zinkblech Nr. 12 oder 13 eingedeckt; er reicht gewöhnlich bis auf die Dachfläche hinauf, um das durch etwa schadhafte Rinnenteile eindringende Wasser aufnehmen und über die Traufe ableiten zu können.

Die Rinne ruht in eisernen, verzinkten Haken, welche dem Rinnengefälle entsprechend hergerichtet sein müssen und an jedem Dachsparren festgenagelt oder festgeschraubt werden. Die Dachfläche schließt mit einem schmalen Saumblech — bei Holzzementdächern (Fig. 5, T. 43) mit der Kiesleiste — an den oberen Teil der Rinne mittels einfachem Falze an.

Die Befestigung des Saumbleches an der Traufe kann bei gemauerten Gesimsen mit Drahtsplinte (Fig. 5, T. 43) erfolgen oder es kann nach Fig. 6, T. 43, ein Saumladen mit den angenagelten Saumstreifen an eingemauerte, kurze Polsterhölzer (Tragel) festgenagelt werden. Die Saumbleche werden dann in den Saumstreifen *s* eingehängt.

Bei Betongesimsen kann die Befestigung der Saumbleche an der Traufe nach Fig. 2, T. 43, mit Holzschrauben erfolgen, welche in hierfür ausgestemmte Vertiefungen eingreifen und mit Blei vergossen werden. Besser ist die Befestigung nach Fig. 3 und 4, T. 43, wenn die Saumstreifen aus verzinktem Eisenblech mit in Blei eingegossenen Holzschrauben festgehalten und die Saumbleche in diese Saumstreifen eingehängt werden.

Die Rinnenhaken können entweder nach Fig. 2, T. 43, ähnlich wie bei Hängerinnen hergestellt werden (hängende Kastenrinne) oder nach Fig. 3 bis 6, T. 43, derart, daß sie am Dachsaum aufliegen und für das Auflager der Rinne dem Gefälle entsprechend eiserne Stege angenietet erhalten. Letztere unterstützen die Rinne entweder direkt (Fig. 3 und 5) oder nehmen, wie in Fig. 4 und 6, lärchene Pfosten auf, die dann den Boden der Rinnenbleche vollkommen unterstützen, welche Anordnung

bei größerem Rinnenprofil besonders vorteilhaft erscheint. Diese Haken können im oberen Teile Verbindungseisen erhalten, die entweder nach Fig. 2 und 4 geneigt oder besser nach Fig. 3, T. 43, horizontal angeordnet werden, um ein lärchenes Laufbrett aufnehmen zu können. Im letzteren Falle entfällt die Unterstützung der Rinne mit Brettern.

Der zwischen Saum und Rinne entstehende Hohlraum kann durch entsprechend profilierte Z i e r b l e c h e gedeckt werden (Fig. 3 und 4, T. 43), welche oben an die Rinnenhaken befestigt und unten an den Dachsaum stellenweise angelötet werden. Solche Zierbleche können auch bei Saumrinnen angeordnet werden (Fig. 1, T. 44); hierfür sind aber eigene Haken an die Dachsparren festzuschrauben, an denen die Zierbleche mit aufgelöteten Blechhülsen befestigt werden. Im oberen Teile werden die Zierbleche entweder mit Blechröhren *r* an die Saumrinne oder bei hohen Zierblechen mit Eisenstützen an die Dachfläche befestigt.

*e*) A t t i k a r i n n e n (Fig. 7, T. 43). Diese liegen hinter einer Attikamauer. Sie müssen mit möglichst großem Gefälle angelegt und besonders solid hergestellt werden. In der Verschneidung der Dachfläche mit der Attikamauer wird ein Sattelbrett eingelegt, welches zur Dachfläche und gegen die Abflußstellen geneigt sein muß.

Bei durchbrochenen Attikamauern (Fig. 7, T. 43) muß die Rinne auf der Dachfläche so hoch emporgeführt werden, daß bei überfüllter Rinne das Wasser nicht rückwärts in den Dachraum eindringt, sondern über die durchbrochene Stelle der Attikamauer abfließen muß, welche dann auch wasserdicht abzudecken ist. Bei vollen Attikamauern können auch entsprechende Ableitungsröhren durch die Mauer angeordnet werden.

Die Rinne soll aus starkem, verzinktem Eisenblech mit doppelter Nietung und guter Lötung hergestellt werden. Am rückwärtigen Rande wird sie an die Dachschalung genagelt und an der Attikamauer mit Haken und Putzleisten befestigt.

Ist der Dachsaum vor der Attikamauer breit, so kann derselbe gegen die Attikamauer zu geneigt angelegt und rinnenartig hergestellt werden (Fig. 7, T. 43), in welchem Falle für den Wasserabfluß durch ein Rohr von kleinerem Durchmesser vorzusorgen ist. Auch diese Rinne muß so hoch an der Attikamauer emporgeführt werden, daß bei eventueller Verstopfung derselben das Wasser über die Traufe abfließen muß und nicht rückwärts in die Mauer eindringen kann.

Die Attikamauer selbst und die durchbrochenen Stellen werden gewöhnlich mit Zinkblech (Nr. 12 bis 13) eingedeckt und wird diese Eindeckung mit Drahtsplinten an das Mauerwerk befestigt.

*f*) Z w i s c h e n r i n n e n (Kehlrinnen). Diese liegen entweder so wie die Attikarinnen zwischen einer Mauer und einer Dachfläche oder zwischen zwei gegeneinander geneigten und an der Traufe zusammentreffenden Dachflächen oder aber in der Einsenkung von Sheddächern. Die Ausführung der Zwischenrinnen ist ähnlich wie bei Attikarinnen. Ihre Anwendung ist möglichst einzuschränken, da sie bei Undichtheiten viel Schaden anrichten können.

Die Rinne selbst soll möglichst breit gemacht und mit möglichst großem Gefälle angelegt werden. Bei Sheddächern u. dgl. soll die Rinne unter die Dachfenster bis in das Innere des Raumes reichen, damit das etwa eingedrungene Regenwasser und auch das an den Fenstern sich bildende Kondensationswasser noch in die Rinne abgeleitet werden kann. (Fig. 8 und 9, T. 43, zeigen 2 Beispiele von solchen Rinnen.)

## 2. Abfallrohre und Bodenrinnen.

Die von den Dachrinnen gesammelten Niederschlagswässer werden mittels A b f a l l r ö h r e n bis zum Bauhorizont oder in etwa vorhandene Kanäle geleitet. Werden die Abortstoffe durch Kanäle abgeführt, so können die Dachwässer zum Durchspülen der Abortabfallrohre in diese geleitet werden. Die Gefälle der Dachrinnen

müssen so ausgeteilt werden, daß das Wasser auf dem kürzesten Wege in die Abfallrohre gelangen kann. Manchmal wird hierzu auch die Anordnung von Bodenrinnen notwendig sein, welche das Dachwasser in kürzester Linie durch den Dachraum zu führen haben (Fig. 4, 5 und 6, T. 44).

Die Abfallrohre werden aus Zinkblech Nr. 13 bis 15 oder verzinktem Eisenblech in 1 *m* langen Stücken hergestellt und deren Nähte bei Zinkblech bloß gelötet, bei verzinktem Eisenblech aber einfach gefalzt und gelötet und dann zu 2 m langen Stücken zusammengelötet. Die Rohre haben 11 bis 15 *cm* lichte Weite. Jedes Stück wird am oberen Ende mit einer aufgelöteten Muffe versehen.

Zum Anmachen werden die Rohre übereinander gesteckt und gelötet. Zur Befestigung der Abfallrohre an die Wandfläche dienen eiserne Haken (Fig. 3) oder Rohrschellen (Fig. 3 *a*, T. 44), welche unmittelbar unter der Muffe in die Mauer einzuschlagen sind; die Rohre sollen 2 bis 3 *cm* von der Wandfläche abstehen.

Die untere Ausmündung des Rohres wird mit dem Auslaufknie versehen (Fig. 1, T. 44), welches in eine Dachwasserschüssel mündet.

Der unterste Teil der Abfallrohre wird zum Schutze gegen Beschädigungen oft mit einem gußeisernen Schutzständer umhüllt. Die Fig. 2, T. 44, zeigt einen Schutzständer für oberirdische Ausmündung des Abfallrohres. Bei Ableitung des Wassers in einen Kanal ist der Mantel des Schutzständers geschlossen. Ein Einmauern des untersten Rohrteiles ist nicht zu empfehlen, weil Undichtheiten im Rohre erst bemerkt werden können, wenn das Mauerwerk durchnäßt ist und bereits Schaden gelitten hat.

Den Einlauf von der Dachrinne in das Ablaufrohr bewirkt der Einlaufstutzen (Rinnenstutzen), welcher aus stärkerem Zinkblech gefertigt und mit einem Börtel in die Rinne eingelötet wird. Bei Dachsaumrinnen wird außerdem noch ein Saumstutzen auf den Dachsaum angelötet, welcher den Zweck hat, bei schadhaften Rinnenstutzen das Wasser aufzunehmen und in das Abfallrohr zu leiten. Es muß daher dort das Saumblech bis über die Rohrmündung auf der Dachfläche emporreichen (Fig. 1, T. 44).

Jedes durch eine Mauer (Gesimse) zu führende Rohr soll auf die ganze, durch die Mauer reichende Länge mit einem Futterrohre verkleidet werden, welches das Ablaufrohr vor jeder Beschädigung zu schützen hat.

Bei Hänge- und Zwischenrinnen erhalten die Rohre am oberen Ende häufig statt des Einlaufstutzens kesselartige Erweiterungen (Rinnenkessel), in welche die Dachrinnen einmünden. Diese verhindern ein Überströmen des Wassers bei starkem Regen.

Die Dachbodenrinne wird kastenartig aus 4 *cm* dicken Brettern nach Fig. 6, T. 44, hergestellt und mit Zinkblech Nr. 13 bis 14 ausgekleidet. Die Bleche werden zusammengelötet und an den Rändern an die Holzwände genagelt. Bei den Ein- und Ausläufen sowie bei scharfen Biegungen, woselbst das Spritzwasser leicht überfließen könnte, werden diese Rinnen auf entsprechende Länge mit eingelöteten Blechdeckeln abgedeckt, sonst sind sie durchaus mit einem Holzdeckel versehen. Die Dachbodenrinnen werden mit einem Gefälle von ½ bis 1% auf das Dachbodenpflaster oder auf die Bundträme gelegt und mit Ziegelstößen oder Holzklötzeln so unterstützt, daß sie sich an keiner Stelle einsenken können (Fig. 4, T. 44).

Die Einläufe von der Dachrinne in die Bodenrinne (Abortschlauch oder Sammelkessel) werden wieder durch Rohre, Saum- und Rinnenstutzen aus Zinkblech Nr. 13 oder 14 hergestellt. Diese Rohre müssen so dimensioniert sein, daß die Querschnittsfläche aller in ein und denselben Abortschlauch einmündenden Rohre niemals größer ist als der Querschnitt des Abortschlauches, so daß eine Überfüllung des Wasserkessels bei Regengüssen nicht stattfinden kann. An der Einmündung der Dachrinne in die Bodenrinne ist ein Kupferdrahtsieb anzulöten, um Verstopfungen der Bodenrinne zu verhindern.

Münden zwei oder mehrere Ablaufröhren oder Bodenrinnen in ein Abortrohr, so soll bei der Einmündung ein W a s s e r s a m m e l k e s s e l angeordnet werden (Fig. 5, T. 44), von welchem ein Dunstrohr bis über Dach zu führen ist. Damit die Abortgase durch den Sammelkessel und die Bodenrinne nicht in den Dachbodenraum eindringen können, soll das Dunstrohr unten mit etwas größerem Durchmesser, also konisch geformt, unmittelbar ober der Abortschlauchmündung beginnen und vertikal über Dach geführt werden. Die Einmündungsöffnungen der Bodenrinnen können außerdem noch mit selbsttätigen Verschlußklappen *k* (Fig. 5, T. 44) versehen werden. W a s s e r s c h l ü s s e dürfen wegen Verstopfung oder Einfrierens hier n i e m a l s angebracht werden.

Der Deckel des Sammelkessels muß zum Abnehmen und das an denselben anschließende Dunstrohr beweglich eingerichtet werden, um bei notwendigen Reparaturen im Sammelkessel hantieren zu können.

### 3. Einfassung der Dachränder und Dachverschneidungen.

Bei den meisten Dacheindeckungsmaterialien ist es zur Erzielung eines dichten Abschlusses notwendig, die Verschneidungen der Dachflächen, also die Ixen, Grate und Firste, dann die Giebelsäume und Maueranschlüsse mit Blech einzufassen. Bei der Schiefer-, Falzziegel- und Holzzementeindeckung ist diese Einfassung fast unentbehrlich. Diese Einfassungen müssen in ihrer ganzen Ausdehnung auf eine gute Unterlage, also auf eine Bretterverschalung gelegt werden, an welche sich die eventuelle Einlattung für eine Ziegel- oder Schiefereindeckung bündig anschließt. Die Ausführung erfolgt auf folgende Weise:

*a*) D i e D a c h i x e n können in ihrer Anordnung und Ausführung den Zwischenrinnen gleichgehalten werden, da sie aber zumeist ein größeres Gefälle haben, so werden die Quernähte durch den doppelten, liegenden Falz verbunden. Die 0·60 bis 1·00 *m* breiten Tafeln aus verzinktem Eisenblech werden zuerst doppelt gefalzt, dann in der Ixe aufgerollt und an beiden Seiten an die Dachschalung genagelt. Häufiger wird aber an beiden Rändern eine Wassernase *a* (Fig. 8, T. 44) gebogen und statt der Nagelung die Befestigung mit Haftblechen *b* durchgeführt.

Die unteren Enden der Ixenbleche werden mit 5 *cm* Übergreifung an die Dachrinne festgelötet oder bei Kastenrinnen in diese eingefalzt. Am oberen Ende werden die Ixenbleche an die Dachschalung genagelt. Stoßen 2 Ixen am Firste zusammen, so werden sie dort miteinander durch den doppelten Stehfalz verbunden. Die Schiefer- oder Ziegeleindeckung muß die Ixenbleche mindestens um 8 *cm* übergreifen.

*b*) G i e b e l s ä u m e können aus Zinkblech oder verzinktem Eisenblech hergestellt werden. Bei freien und mit einem Krönungsgesimse versehenen Giebelmauern erhalten die Bleche einen zirka 5 *cm* breiten Vorsprung über die Gesimskante (Fig. 9 und 10, T. 44). An den Saumladen wird ein entsprechend abgebogener Saumstreifen aus verzinktem Eisenblech festgenagelt, in welchen die Abdeckungsbleche mit einer Wassernase eingehängt werden. An der gegen die Dachfläche zu liegenden Seite wird ein Stehfalz aufgebogen und ein 8 *cm* breiter Wasserstreifen doppelt angefalzt. Dieser Wasserstreifen wird am freien Ende mit einer aufgebogenen Wassernase versehen und mit Haftblechen an die Schalung genagelt.

Der Wasserstreifen wird dann von der Schiefer-, Ziegel- oder sonstigen Eindeckung vollkommen überdeckt. Die aufgebogene Wassernase hat den Zweck, das zwischen den Stehfalz und der anschließenden Eindeckung etwa eingedrungene Wasser bis in die Rinne abzuleiten.

Häufiger werden die Randbleche mit einem falschen Stehfalz nach Fig. 10, T. 44, versehen und in 1 *m* langen Stücken fertig auf den Saumstreifen aufgelegt. Die Befestigung erfolgt mit Haftblechen *h* und $h^1$ und durch Nagelung *n*; die Quernähte werden gelötet.

Bei Feuermauern, bei welchen kein Vorsprung über die Mauer statthaft ist (Fig. 12 *B*, T. 44), wird gewöhnlich ein 8 *cm* breiter, mit einer Wassernase versehener Blechstreifen mit dem Stehfalze bis in die Mauerflucht gelegt, an beiden Seiten mit Haftblechen befestigt und über den Stehfalz ein 12 bis 15 *cm* breiter Blechstreifen (Stirnleiste oder Wetterleiste) eingehängt. Diese Stirnleiste wird mit Bändern aus Flacheisen *c* und mit Mauerhaken *h* (Fig. 12 *A*, T. 44) in das Mauerwerk verankert.

Bei Hauptgesimsen werden die Stirnbleche so groß gemacht, daß sie die Stirnfläche des ganzen Gesimses bedecken; an der Vorderkante wird die Gesimsgliederung entsprechend ausgeschnitten und dann das ganze Stirnblech mit schmiedeeisernen Nägeln *n* und Mauerhaken *h* in die Mauerfugen befestigt (Fig. 12 *A*, T. 44).

*c*) Dachsäume, welche an Mauern anschließen, Wandixen genannt (Fig. 11, T. 44), werden im allgemeinen so wie Giebelsäume hergestellt, nur entfällt der Dachvorsprung. Die Bleche werden 15 bis 30 *cm* hoch an der Wand emporgeführt und dort mit Putzleisten befestigt.

*d*) Die Kamineinfassungen (Fig. 7, T. 44) sind eigentlich auch Maueranschlüsse. Die Seitenteile derselben werden auch ganz so wie die Wandixen ausgeführt; die Unter- und Oberteile sind aber der Dachneigung entsprechend zu biegen und mit den Seitenteilen durch Lötung zu verbinden. Die Oberteile werden bei längeren Kamingruppen sattelförmig gebogen, damit das Wasser aus der Rinne nach beiden Seiten rascher abfließen kann.

Die Kamineinfassung wird im oberen Teile an die Schalung genagelt, seitwärts mit Haftblechen und an der Mauer mit Putzleisten befestigt. Der untere Rand muß zum Einschieben der Ziegel- oder Schiefereindeckung frei bleiben. Die Wasserstreifen der Seitenteile und der Oberteil werden auf 8 *cm* Breite von der Dacheindeckung überdeckt.

*e*) Die Brand- und Feuermauereindeckung kann mit Zinkblech oder auch mit verzinktem Eisenblech erfolgen und bei Brandmauern entweder nach Fig. 13 *A*, T. 44, mit doppelt angefalzten Wasserstreifen oder nach Fig. 13 *B* mit falschem Stehfalz und einfach eingefalztem Deckblech ausgeführt werden. Gebräuchlicher ist die letztere Art, bei welcher die Bleche mit der Abbiegbank fertig gebogen und dann mit Haftblechen und Nägeln an die Dachschalung befestigt werden.

Feuermauern erhalten nach Fig. 13 *C* eine Abdeckung wie die Brandmauern, wobei die Stirnleiste mit entsprechenden Flacheisenbändern an der Feuermauer abwärts verankert werden muß.

*f*) First- und Gratbleche. Bei Schieferdächern können die Grate und Firste einfach dadurch abgeschlossen werden, daß man die Eindeckung der einen Dachfläche über die andere um 8 *cm* übergreifen läßt. Damit wird aber kein vollkommen dichter Abschluß geschaffen, weil an der First- und Gratlinie trotzdem eine Fuge bleibt, durch welche bei bestimmter Windrichtung Niederschläge in den Dachbodenraum getrieben werden können. Es ist daher immer besser, zur Abdeckung der Firste und Grate eigene First- und Gratbleche (Fig. 14, T. 44) zu verwenden, welche meistens aus verzinktem Eisenblech angefertigt und vom Schieferdecker selbst angearbeitet werden. Die Bleche werden hierzu 25 bis 33 *cm* breit geschnitten, an beiden Rändern mit einem kleinen Umbuge versehen und der Dachfläche entsprechend symmetrisch gebogen. An den Nähten werden die Bleche einfach 5 *cm* übereinandergeschoben und mit Kreuznägeln (Fig. 14 *b*) niedergehalten. Zur weiteren Befestigung der First- und Gratbleche werden solche Kreuznägel außerdem in jeden Dachsparren eingeschlagen.

*g*) Die Einfassung der Dachsäume für Holzzementdächer wird aus Zinkblech Nr. 13 hergestellt und muß so ausgeführt werden, daß schon die erste Papierlage in einer Breite von 15 *cm* mit Holzzement auf diese Randbleche geklebt werden kann und die 8 bis 10 *cm* hohe Beschüttung von einem

entsprechend hohen und starken Aufbuge des Randbleches abgeschlossen wird. Dazu werden an der Dachtraufe Kiesleisten (Fig. 1 *A*, T. 45) angeordnet, welche unten in die Wassernase eines Saumstreifens oder einer Kastenrinne eingehängt und oben an die Dachfläche genagelt werden. Hinter dem Aufbuge der Kiesleiste wird gröberer Schotter angeschüttet.

Eine verbesserte Kiesleiste, welche bei Temperaturschwankungen die freie Bewegung der Zinkbleche in jeder Richtung gestattet und ohne jede Lötung selbst ohne Beihilfe des Spenglers angearbeitet werden kann, ist in Fig. 1 *B*, T. 45, dargestellt. Die Leiste selbst besteht aus 1 *m* langen, 10 *cm* breiten, an beiden Langseiten mit einem Wulst versteiften Zinkblechstreifen. Diese Leisten stehen lotrecht in den aus verzinktem Bandeisen hergestellten und auf 1 *m* Entfernung voneinander an die Dacheinschalung geschraubten Kiesleistenträgern *a* derart, daß sie in der Mitte der Träger stumpf zusammenstoßen und mit dem oberen Wulst auf die Oberkante der Kiesleistenträger gesteckt werden. Über den Stoß wird eine genau passende, 5 *cm* breite Schiebehülse *b* aufgezogen, welche im unteren Teile mit einem Abbuge in den Wulst eingreift und im oberen Teile denselben umfaßt. Der Dachsaum (25 bis 30 *cm* breit) wird auf die bekannte Art gelegt und kann ohne Nagelung, bloß durch die darüber angeschraubten Kiesleistenträger festgeklemmt werden. Die Quernähte können ohne Lötung hergestellt und bloß mit einem einfachen liegenden Falze versehen werden. Die Holzzementeindeckung wird dann auf den Dachsaum geklebt, den sie 15 *cm* übergreifen soll.

In den aus- und einspringenden Winkeln werden die Stöße der Kiesleisten mit passend geformten Eckschiebehülsen (Fig. 2 *c*, T. 45) zusammengehalten.

Bei Maueranschlüssen werden Winkelbleche hergestellt, welche durchaus 15 *cm* auf der Dachschalung aufliegen und 25 bis 30 *cm* an der Mauer emporreichen. An der Schalung sind diese Anschlußbleche zu nageln, am Mauerhaupte jedoch mit Putzleisten zu befestigen.

Die freiliegenden Giebelsäume können mit einem 10 *cm* hohen Aufbuge und einer darüber einfach gefalzten Stirnleiste (Fig. 2 *a*, T. 45) oder besser mit einem glatten oder profilierten und überdeckten Stirnladen nach Fig. 2 *b* oder *c*, T. 45, abgeschlossen werden.

## 4. Dachbodenfenster.

Stehende und liegende Dachbodenfenster (Fig. 3, 4 und 5, T. 45) mit verglasten Flügeln dienen sowohl zur Beleuchtung des Dachbodens als auch zum Aussteigen auf das Dach; die Öffnung muß also so groß sein, daß ein Mann durchschlüpfen kann.

*a*) Stehende Dachfenster (Fig. 3, T. 45) sollen nur aus hartem, also verzinktem Eisenblech hergestellt werden; bloß der vordere Teil wird von einem mit Blech beschlagenen, lotrecht stehenden Holzrahmen *a* von mindestens 40 *cm* Lichte gebildet, an welchem die Fensterflügel befestigt werden. Unten wird der Rahmen *a* mit einer Sohlbank versehen. Die Seitenteile *b* müssen nach der Dachneigung zugeschnitten werden, so daß der Rahmen lotrecht steht und die Decke des Fensters horizontal ist. An die Seitenteile wird ein 8 *cm* breiter Wasserstreifen *c* mit doppeltem, oben und unten niedergebogenem Stehfalz angeordnet. Das Dach *d* bekommt zur Versteifung am Firste einen falschen Stehfalz *s* und an den Traufenkanten eine Wassernase *w*. Die abgebogenen Teile derselben werden mit jenen der Seitenteile durch Nieten *n* verbunden. Die übrigen Nähte der Dachfenster werden genietet und gelötet. Die fertigen Dachfenster werden vom Ziegel- oder Schieferdecker oben mit Nägeln und seitwärts an der Wassernase mit Haftblechen *h* auf die Dachschalung befestigt.

Bei besser ausgestatteten Gebäuden, namentlich bei Mansarddächern, werden die Dachfenster oft mit ornamentalem Schmucke versehen (Fig. 4 *a*, *b*, und *c*, T. 45).

Die stehenden Dachfenster haben gegenüber den liegenden den Vorteil, daß bei geöffneten Fensterflügeln der Regen nicht so leicht in den Dachraum eindringen kann und daß die nach innen zum Öffnen eingerichteten Flügel weniger vom Winde zu leiden haben. Sie können jedoch nur bei steilen Dächern Verwendung finden.

*b*) Liegende Dachfenster (Fig. 5, T. 45). Bei diesen Fenstern ist die Glasfläche parallel zur Dachfläche. Das Fenster besteht aus Rahmen und Fensterflügeln.

Der Rahmen, welcher die Öffnung begrenzt, ist aus 3 *cm* dicken Brettern verfertigt und an der Außenseite mit Blech überzogen. Dieser Blechüberzug muß sich in der Dachfläche noch so weit fortsetzen, daß eine richtige Verbindung mit Eindeckungsmaterial hergestellt werden kann. Die Seitenteile *b* bekommen also wieder einen Wasserstreifen *e* mit Stehfalz; der Unterteil *a* erhält einen Umbug, der Oberteil *c* wird glatt an die Dachfläche genagelt und mit einem Sattel *d* versehen.

Der für eine Verglasung eingerichtete Fensterflügel besteht aus einem blechernen Rahmen, an dessen Seiten- und Oberteilen Nuten zum Einschieben der Glastafel vorhanden sein müssen (Fig. 6 *A* bis *C*, T. 45). Der Unterteil ist nach der Dachrösche einfach abzubiegen und mit zwei angelöteten Haftblechen aus weichem Messingblech zu versehen. Die Rahmenteile werden in den Ecken zusammengepaßt und gelötet und an den unteren Rändern durch einen Umbug versteift.

Die Glastafel aus doppeltem oder dreifachem Glase wird in die Nut des Rahmens geschoben und am Unterteile von den über die Glastafel gebogenen Messinghaftblechen *i* festgehalten.

Der ganze Flügel dreht sich um ein am Oberteile angebrachtes Scharnier. Am Unterteile ist ein entsprechend durchlochtes Flacheisen (Aufspreizstange) (Fig. 5, T. 45) scharnierartig befestigt, dessen Löcher in einen am Rahmen befestigten Dorn gesteckt, den Flügel in geöffneter oder geschlossener Lage erhalten. Liegende Dachfenster werden hauptsächlich bei flachen Dächern angewendet. Sie haben den Nachteil, daß sie durch Schnee verlegt werden können und daß bei offenem Flügel Regen leicht eindringt.

Für Aussteigöffnungen kann eine dem liegenden Fenster ganz ähnliche Konstruktion angewendet werden, bei der die Flügel aus einem an den Rändern umgebogenen und entsprechend versteiften Deckel bestehen, welcher, so wie vor beschrieben, beweglich und fixierbar ist.

Bei Schieferdächern ist es vorteilhaft, zwischen der Fenstersohlbank und der Dachrinne Rutschbleche anzubringen, damit beim Aussteigen die Dachschiefer nicht gebrochen werden. Diese Rutschbleche werden aus Zinkblech oder verzinktem Eisenblech in der Breite des Dachfensters hergestellt, greifen 8 *cm* unter die Fenstersohlbank und über die Rinne, wo sie entweder mit angelöteten Haftblechen niedergehalten oder in die Rinne eingelötet werden. Seitwärts bekommen sie einen Wasserstreifen mit Stehfalz und Wassernase, welcher wie beim Dachfenster den Anschluß an die Eindeckung bildet.

## 5. Gesimsabdeckungen.

Die Abdachungsflächen der gezogenen Gesimse sollen zum Schutze gegen die Niederschlagswässer mit Zinkblech Nr. 12 oder 13 überdeckt werden. Diese Abdeckung muß an der vorderen Seite mit einer Wassernase versehen sein, welche zirka 1·5 *cm* über die Gesimskante vorspringt. Die Zusammenstöße der Bleche werden gelötet.

Die Befestigung der Bleche erfolgt an der Rückseite beim Aufbug der Bleche mit Mauerhaken *m* (Fig. 7 *A*, T. 45) und an der vorderen Seite mit Drahtsplinten. Letztere liegen unter dem Verputze und sind in den Mauerfugen mit Haken oder starken Nägeln zu befestigen. Sie können aus verzinktem Eisendraht, Messing- oder Kupferdraht nach Fig. 7 *B*, T. 45 auch scharnierartig hergestellt und an die untere Fläche des Bleches angelötet werden. Häufiger sind diese Splinte aus ver-

zinktem Eisendraht so hergestellt, daß man die Drähte einfach durch in die Bleche gebrannte Löcher steckt und sie an der oberen Seite mit einem gebogenen Ringe (bei *d*) an die Bleche anlötet (Fig. 7 *A*, T. 45).

Bei Gesimsen aus Beton oder Stein kann die Befestigung der Abdeckung an der Gesimskante auch derart erfolgen, daß man in die Abdachungsfläche der Gesimse stellenweise Löcher bohrt oder meißelt, diese mit Blei ausgießt und die an dieser Stelle entsprechend durchlochten Bleche daran festlötet. Solider wird die Befestigung, wenn man in die gebohrten Löcher gewöhnliche Holzschrauben mit Blei eingießt, die einen starken Blechstreifen niederhalten (Fig. 8, T. 45). An diesen bis zur Traufe reichenden Blechstreifen können dann die Eindeckungsbleche mit der Wassernase eingehängt werden. Schmale Gesimseindeckungen können nach Fig. 9, T. 45, auch mit langen, eisernen Haken *h* an die Mauer befestigt werden, deren vordere Seite an die Eindeckungsbleche bei *c* festgelötet wird.

Bei Fenstersohlbänken werden die Bleche entweder mit dem Aufbuge unter die Fensterverkleidung geschoben oder an diese mit kleinen Drahtstiften dicht angenagelt. An der Vorderseite werden sie mit Drahtsplinten befestigt.

Bei Gehrungen an Fensterverdachungen u. dgl. soll das Wasser durch angelötete Zungen *a* (Fig. 9, T. 45) vom Mauergrunde abgeleitet werden.

## 6. Dacheindeckungen mit Blech.

*a*) Die Dacheindeckung mit glatten Blechen eignet sich besonders für flache Dächer, namentlich aber für kleinere Dachflächen und für solche mit vielen Verschneidungen (Turmdächer, Kuppeldächer u. dgl.). Hierbei können Kupferbleche, Zinkbleche und verzinkte Eisenbleche zur Verwendung gelangen; Schwarzbleche sind nicht zu empfehlen, weil sie trotz Anstrich bald verrosten.

Die Eindeckung kann mit Stehfalz oder mit Holzleisten nach der deutschen oder französischen Methode ausgeführt werden.

Bei der Eindeckung mit Stehfalz werden die zumeist 2 *m* langen und 1 *m* breiten Blechtafeln nach Fig. 1, T. 46, an den schmalen Seiten mit dem doppelt liegenden Falze verbunden und in durchlaufenden Bahnen (Scharen) von der Traufe bis zum Dachfirst gelegt; am Firste und an den Graten werden Stehfalze angeordnet.

Die Bahnen werden senkrecht zur Dachtraufe gelegt. Die Falze müssen so angeordnet werden, daß niemals zwei derselben aneinanderstoßen, weil sonst der Falz zu dick ausfallen würde und auch schwierig auszuführen wäre.

Die Enden der Stehfalze, welche an die Saumrinne und an die Ixen anschließen, werden zu einem liegenden Falze umgebogen (niedergeschlagen).

Die Querfalze sowie die an die Rinnen und Ixen anschließenden Falze brauchen nur einfach gefalzt werden, was aber nur bei größeren Dachneigungen ratsam ist, bei flachen Dächern könnte durch den einfachen Falz leicht Wasser durchdringen. Bei einfachen Querfalzen werden die Tafeln einzeln angeschoben und auch in den Querfalzen mit Haftblechen befestigt.

An die Dachrinne wird die Dacheindeckung häufig bloß angelötet, also nicht gefalzt. Dies ist bei flachen Dächern dringend zu empfehlen.

Die deutsche Eindeckungsmethode (Fig. 5 *a* bis *d*, T. 42). Bei dieser Methode sind die Blechtafeln an beiden Langseiten 5·5 *cm* hoch aufzubiegen und an den schmalen Seiten mit einem Aufbug für den einfach liegenden Falz zu versehen (Fig. 5 *d*). Auf die Dachschalung werden 4/6 *cm* starke Holzleisten in der Richtung der Dachneigung genagelt, auf deren Unter- und Seitenflächen 3 bis 4 *cm* breite Haftbleche auf je 30 bis 50 *cm* Entfernung befestigt sind. An diese Leisten wird nun jede einzelne Tafel mit dem Aufbuge der Langseite angeschoben

und die Haftbleche, wie Fig. 5 *a* zeigt, über die Ränder gebogen; die Querfalze sind ebenfalls mit 2 bis 3 Haftblechen nach Fig. 5 *d* zu versehen. Sind die Blechtafeln auf beiden Seiten einer Leiste gelegt, so werden die über die Leiste vorragenden Ränder nach Fig. 5 *b* umgebogen und darüber ein Blechstreifen (Leiste) nach Fig. 5 *c* mit dem einfachen Falze aufgezogen.

Die Eindeckung mit den 2 *m* langen und 1*m* breiten Tafeln wird bei der Traufe begonnen und reicht in geraden, durchlaufenden Scharen oder Bahnen bis zum Firste, woselbst ebenfalls Leisten nach der ganzen Firstlänge genagelt werden, an welche die Scharen in der beschriebenen Weise anschließen. Das gleiche geschieht auch bei den Graten. Die Ixen werden auf Tafelbreite in geraden Scharen von der Traufe bis zum Firste gelegt und an den Langseiten mit einem liegenden Falze versehen, in welchen die übrigen Bahnen mit dem einfachen Falze eingehängt werden.

Zinkbleche dürfen weder an der Traufe noch an den Firsten, Graten und Ixen angenagelt und zusammengelötet werden, damit die freie Bewegung der Bleche nach keiner Seite hin gehindert werde.

Diese Eindeckungsmethode eignet sich ganz besonders für flache Dächer, auch wenn diese oft begangen werden. In diesem Falle wäre aber nicht Zinkblech sondern verzinktes Eisenblech zu verwenden, bei welchem die Quernähte genietet und gelötet werden müssen.

Die französische Eindeckungsmethode (Fig. 6 *a* bis *c*, T. 42) auf trapezförmigen Leisten ist ähnlich der deutschen Methode. Die trapezförmigen Latten (Fig. 6 *a*) werden so wie bei der deutschen Methode mit Haftblechen versehen und auf die gleiche Weise auf die Schalung genagelt. Die Blechtafeln werden an den Langseiten mit einem 4 *cm* hohen Aufbug (entsprechend der Leistenhöhe) und an den Querseiten mit dem Aufbug für einen einfach liegenden Falz versehen. Beim Eindecken werden die Tafeln an die festgenagelten Leisten geschoben, die Querfalze mit je 2 Haftblechen versehen und dann niedergeschlagen, schließlich werden die Haftbleche der Leisten über die Ränder der Langseite umgebogen. Firste, Grate und Ixen werden ganz wie bei der deutschen Methode behandelt. Sobald alle Bahnen (Scharen) gelegt sind, werden über die Holzleisten Kappen nach Fig. 6 *b* und *c* aufgezogen. Diese werden im oberen Teile an die Latte mit einem Nagel *n* befestigt; die unteren Teile der Kappen sind mit angelöteten Splinten *s* versehen, welche unter die festgenagelten Kappen bei $s^1$ eingeschoben werden, wodurch die Kappen auch an den unteren Seiten niedergehalten werden. Auch bei dieser Methode dürfen die Zinkblechtafeln wegen der Ausdehnung der Bleche an keiner Stelle genagelt oder gelötet werden.

Bei Anschlüssen an Mauern und Schornsteine werden die Bleche 15 bis 25 *cm* hoch aufgebogen und mit Putzleisten befestigt. Bei Giebeln werden die Abschlüsse, wie früher beschrieben wurde, mit Saumstreifen oder mit Wetterleisten ausgeführt.

Die Eindeckung mit glatten Tafeln erfordert eine vollkommene Einschalung, die besonders bei Zinkblech keine Unebenheiten haben darf, da sich das Zinkblech — durch die Sonnenhitze erwärmt — diesen Unebenheiten anschmiegt und so förmliche Wassersäcke an der Dachhaut entstehen würden, welche bei den Verbindungen, namentlich bei Querfalzen und flachen Dächern ein Durchdringen des Wassers leicht herbeiführen könnten. Die Eindeckung mit Eisenblech oder mit verzinktem Eisenblech kann wohl auch auf einer engen Einlattung vorgenommen werden, doch soll man dies womöglich vermeiden, weil beim Betreten des Daches auch hier Einsenkungen zwischen den Lattenentstehen. Wird dennoch auf eine Einlattung gedeckt, so müssen alle Querfalze durchaus aufruhen, man muß daher unter dieselben auf die Länge der Falze Latten oder Bretter annageln.

*b*) Die Eindeckung mit Wellblech (am besten aus verzinktem Eisenblech). Diese Eindeckung erfordert keine Einschalung und kann entweder auf 30 bis 80 *cm* weiter Einlattung oder auf eisernen Pfetten ausgeführt werden. Die normale Dachneigung für Wellblechdächer ist 1:5.

Die Verbindung der Bleche untereinander geschieht der Länge und Breite nach durch einfache, 5 bis 8 *cm* breite Übergreifung und Vernietung an den Wellenbergen (Fig. 2 *B*, T. 46).

Die Befestigung der Wellblecheindeckung erfolgt mittels starker Haftbleche, welche an die Wellenberge genietet und an die Latten genagelt oder an eiserne Pfetten genietet werden (Fig. 2 *A*, T. 46). Bei jeder Nietung sind auf beiden Seiten der Bleche starke, runde Blechplättchen mit anzunieten, welche ein Durchreißen der Nietenköpfe verhindern. Es sollen nur verzinkte Eisen- oder Kupfernieten verwendet werden.

Die Dachrinnen und Dachixen werden auch bei Wellblechdächern auf die früher beschriebene Art mit glatten, jedoch starken Blechen hergestellt und deren Ränder an die Dachlattung genagelt, auf die eisernen Pfetten aber genietet. Die Wellbleche übergreifen die Ränder der Ixen und Rinnen um 8 *cm* und werden auf je 20 bis 25 *cm* mit angenieteten und über die Wellentäler gebogenen Haftblechen niedergehalten. Wenn möglich, sollen die Ixen und Rinnen auf eine Dachschalung gelegt werden. Für Wellblechdächer eignet sich am besten die Anwendung von Kasten- und Hängerinnen.

An den Graten und Firsten stoßen die Wellbleche stumpf aneinander und sind dort mit glatten Firstblechen zu überdecken, deren Ränder an die Wellenberge genietet und in die Wellentäler eingebogen werden.

Die Wellblecheindeckung besitzt eine große Tragfähigkeit, die durch die Verwendung von bombiertem Wellblech (bei gekrümmten Dachflächen) noch vermehrt werden kann. In diesem Falle können die Unterstützungen (Pfetten) bis auf 1 *m*, bei größeren Wellentiefen selbst bis auf 1·50 *m* Entfernung angeordnet werden.

*c*) Die Eindeckung mit Rinnblechen (Fig. 3, T. 46) geschieht im allgemeinen so wie die Eindeckung mit Wellblechen. Die Rinnbleche besitzen infolge ihrer flach geformten Wellentäler ein festeres Lager auf den Dachflächen und ermöglichen dort ein besseres Anschmiegen der Haftbleche, namentlich bei Überdeckung der glatten Dachixen und Rinnen. Ihre Anwendung ist aber eine ziemlich beschränkte.

*d*) Die Eindeckung mit Blechtaschen aus Zink- oder verzinktem Eisenblech geschieht mit 41·5 cm langen, 22 *cm* breiten 0·5 *mm* dicken, wellenartig mehr oder minder stark gepreßten Tafeln, welche mit Übergreifung durch Hafte und Nägel an eine Einlattung befestigt werden. Die Ausführung ist im übrigen ähnlich wie bei der Wellblecheindeckung. Es ist dies ein leichtes und billiges Deckmaterial, erfordert aber etwas steilere Dachflächen, mindestens 1: 4.

*e*) Die Eindeckung mit Wellenschiefer, Patent Beschorner in Wien (Fig. 4 *A* bis *G*, T. 46). Der Wellenschiefer besteht für eine gewöhnliche Dacheindeckung aus quadratischen Blechtafeln (Fig. 4 *B*) von 27 *cm* Seitenlänge, die innerhalb der flachen Ränder wellenförmig gepreßt sind. Sie werden aus Zink-, verzinktem Eisen- oder Kupferblech erzeugt, in diagonaler Richtung auf eine 16·3 *cm* weite, horizontale Dacheinlattung gelegt und mit zweiteiligen Nägeln befestigt. An den Dachrändern werden sie in die Nuten von eigens hierfür zugebogenen „Randblechen" eingeschoben. Die eingepreßten Wellen machen die Tafeln steifer, leiten das Wasser rascher ab und geben auch den Dachflächen ein schönes Aussehen. Der ebene flache Rand der Tafeln gestattet ein gleichmäßiges Anschmiegen der anschließenden Platten.

Der Anschluß an die Saumbleche der Dachtraufe erfolgt mit besonderen, am unteren Rande falzartig umgebogenen halben Wellenschiefern (Fig. 4 *A*), welche in das Saumblech I (Fig. 4 *G*) einfach einzuhängen sind. Beim Abschlusse an den Ort-, First- und Gratsäumen sowie bei Rauchschloten und Giebelmauern werden

ganze Wellenschiefer entsprechend zugeschnitten und in die Nut der falzartig gebogenen Überdeckungsbleche (Saumbleche), Fig. 4 *D* bis *F*, eingeschoben.

Die Befestigung der Wellenschiefer erfolgt mit zweiteiligen Nägeln (Splinten), und zwar nur in den vorhandenen Löchern derart, daß mit einem Nagel gleichzeitig 3 Tafeln und noch ein oben aufzulegendes Haftblech festgehalten werden. Der Kopf des Nagels wird von der darüber liegenden nächsten Platte gedeckt, über deren Rand dann das festgenagelte Haftblech gebogen wird, wodurch auch die vierte Ecke jeder Tafel festgehalten wird.

Die Deckarbeit selbst ist sehr einfach und erfolgt auf nachstehende Art: Nachdem die Dachränder mit den Saumblechen (Fig. 4 *D* bis *G*) entsprechend eingefaßt sind, wird in einer Ecke an der Traufe mit den halben Wellenschiefern *1* und *2* (Fig. 4 *C*) begonnen, sodann wird der ganze Wellenschiefer *3* gelegt, dann anschließend an den Ortssaum ein halber Wellerschiefer *4* entsprechend zugeschnitten und in die Nut des Saum-Giebel-Bleches eingeschoben; erst dann wird in die übereinanderliegenden Löcher der Wellenschiefer *1*, *3*, und *4* ein Nagel mit einem oben aufzulegenden Haftblech durchgesteckt und eingeschlagen. Sodann wird die Eindeckung mit den Wellenschiefern *5* und *6* und die nächste Schar in genau diagonaler Richtung, das heißt unter einem Winkel von 45° auf die gleiche Weise fortgesetzt. Die diagonale Richtung ist durch Linien genau vorzuzeichnen und bei der Eindeckung stets einzuhalten. Die geteilten Wellenschiefer werden nur dort mit einem Nagel festgenagelt, wo ein Loch vorhanden ist, während der andere Teil von der Nut der Überdeckungsstreifen festgehalten wird.

Diese Eindeckung kann auch auf diagonaler Lattung oder auf eisernen Pfetten ausgeführt werden; in letzterem Falle werden die Nägel in entsprechende Durchlochungen der eisernen Pfetten gesteckt und an der unteren Seite umgebogen.

Für 1 $m^2$ Dachfläche sind 18·2 Stück Wellenschiefer erforderlich, welche aus Zinkblech 5·60 *kg* und aus verzinktem Eisenblech 6·55 *kg* wiegen.

Die geringste für diese Eindeckung noch zulässige Dachneigung ist 1: 15.

Für kleinere Dachflächen (Erker, kleine Kuppeln) werden auch Wellenschiefer (Fischschuppen- und Rautenschiefer) von 20 *cm* Seitenlänge hergestellt, wovon 37 Stück für 1 $m^2$ erforderlich sind.

Diese Dacheindeckung ist sehr dauerhaft, dicht, schön, leidet nicht von Stürmen, erfordert fast gar keine Reparatur und nur schwache Dachstühle; sie ist daher bei exponierten, den Stürmen stark ausgesetzten Objekten besonders zu empfehlen.

*f*) Die Eindeckung mit Hilgerschen Patentdachpfannen. Diese in 3 Größen (22·5/81·5, 45/81·5 und 75/81·5 *cm*) hergestellten, nach Fig. 5 *a* und *b*, T. 46, gepreßten Pfannen sind aus 0·62 *mm* starkem, verzinktem Eisenblech ganz gleichmäßig groß erzeugt; 1 $m^2$ fertige Eindeckung wiegt 6·3 *kg*. Die Eindeckung kann auf einer Einlattung oder Einschalung vorgenommen werden.

Die Pfannen liegen mit den eingepreßten Wellen senkrecht zur Dachtraufe, übergreifen sich an den schmalen Seiten 5 bis 8 *cm* und an den Langseiten um die Wellenbreite. Die übergreifenden Pfannen werden in den vorhandenen Löchern entweder mit Nägeln (Fig. 5 *d*) festgenagelt und die Spitzen der Nägel im Dachraume umgebogen oder mit Holzschrauben festgeschraubt (Fig. 5 *c*). Unter die Schrauben- oder Nagelköpfe werden zur Abdichtung kleine Bleiblechscheiben eingelegt.

Wird auf einer Einlattung gedeckt, so sind unter die Quernähte der Pfannen 10 *cm* breite Latten, zwischen diesen solche von 5 *cm* Breite anzuordnen; die Lattendicke beträgt 3 *cm*.

Zur Eindeckung der Firste und Grate dienen die nach Fig. 5 *f* geformten First- und Gratbleche.

Zur Beleuchtung des Dachbodenraumes werden Dachfenster aus verzinktem Eisenblech geliefert, die der Größe der verwendeten Pfannen angepaßt sind und mit diesen einfach in die Dachfläche eingedeckt werden.

*g*) Quoilinsche Metalltafeleindeckung. Diese in Fig. 6, T. 46, dargestellte Eindeckung besteht aus einem System zusammenhängender, trapezförmiger, durch Pressung versteifter und an den Rändern mit einem einfach liegenden Falze versehener Tafeln (Fig. 6 *a* und *b*). Diese werden aus Eisenblech erzeugt und in fertigem, gepreßtem Zustande verzinkt. Sechs Stück à 1·2 *kg* gehen auf 1 $m^2$.

Die Eindeckung erfolgt gewöhnlich auf einer 40 *cm* weiten, horizontalen, 3/8 *cm* starken Einlattung, kann aber auch auf einer Einschalung oder auch kombiniert (Latten auf Einschalung) bewirkt werden. In letzterem Falle befindet sich zwischen den Latten eine gegen Sonnenhitze und Kälte isolierende Luftschichte.

Mit der Einlattung wird am Firste begonnen. Die erste Latte ist entsprechend der Breite der Firstbleche (zirka 10 *cm* vom Firstrande) festzunageln; die übrigen Latten werden auf 40 *cm* Entfernung gegen den Saum ausgeteilt; der restliche Teil ist maßgebend für die Breite des Saumbleches.

Die Eindeckung beginnt mit den Saumblechen (Fig. 6 *k*), welche am oberen Rande mit dem Abbug für einen einfach liegenden Falz versehen und mit Haftblechen (Fig. 6 *c*) befestigt werden. In diesen Abbug werden die Tafeln in horizontaler Reihe, abwechselnd ein Eindecker (*2*) und ein Überdecker (*1*), eingehängt und alle Überdecker am oberen Rande mit 2 Haftblechen befestigt. Die übrigen Reihen werden in den Abbug der unteren Reihe eingehängt und wieder bei jedem Überdecker mit 2 Haftblechen festgenagelt.

Es sind also bloß alle Überdecker mit je 2 Haftblechen an die Latten befestigt, während die Eindecker durch den schräg liegenden Falz von den Überdeckern festgehalten werden.

Die Ixen werden mit glattem, verzinktem Eisenblech ausgelegt, an den beiden Rändern nach Fig. 6 *f* gebogen und an ein über die Ixenfläche erhöhtes Brett festgenagelt. Die anschließenden Metalltafeln sind passend zuzuschneiden und in den Falz einer nach Fig. 6 *h* gebogenen Blechstreifens (Falzrahmens) einzuschieben. Dieser Falzrahmen hat auf je 65 *cm* Entfernung Schlitze, durch welche die aus verzinktem Eisen hergestellten Niederhalter (Fig. 6 *g*) gesteckt und nach Fig. 6 *f* mit 2 Nägeln an die Schalung befestigt werden; außerdem sind zwischen diesen Schlitzen vier runde Löcher, durch welche das in den Falz eingedrungene Wasser abfließen kann. Die Niederhalter dienen dem unteren Teile des Falzrahmens als Auflager und gleichzeitig auch zur Befestigung desselben.

An den Graten werden die Tafeln auf 8 *cm* von der Gratlinie entfernt, gleichlaufend mit dieser abgeschnitten und in einen Falzrahmen (Fig. 6 *d*) eingeschoben. Der Grat selbst wird mit einem in die beiden Falzrahmen eingeschobenen Blechstreifen überdeckt.

Zur Überdeckung des Firstes wird wie bei den Graten eine an den Rändern abgebogene Firstkappe (Fig. 6 *e*) verwendet, welche in die Ränder der Überdecker einzuschieben ist.

An Giebelsäume sollen womöglich Überdecker anschließen, die in die Hälfte geschnitten und nach Fig. 6 *l* in den Falz eines entsprechend abgebogenen Giebelstreifens eingehängt werden.

Die Rauchfänge werden mit glatten Blechen eingefaßt; die Einfassung muß dabei stets ein Vielfaches der Breite und Länge der Tafeln betragen und an den Rändern mit dem entsprechenden Falze zum Einhängen in die Metalltafeln versehen sein.

Für diese patentierte, ziemlich dauerhafte und sturmsichere Eindeckung hat die Firma Eichinger & Fernau in Wien die Generalvertretung für Österreich übernommen.

## *E.* Reparatur der Spenglerarbeiten.

Die meisten Reparaturen kommen bei den Rinnennähten und bei Einlaufstutzen vor, daher ist schon bei der Neuherstellung auf ein sorgfältiges, doppeltes Nieten und festes Löten der Nähte und auf gut eingelötete, starke Saum- und Rinnenstutzen ein besonderes Augenmerk zu richten.

Eine alte, schadhafte Lötnaht läßt sich nicht mehr dauerhaft löten, weil man zwischen der Naht die Bleche nicht blank schaben kann. Man müßte über die Naht einen schmalen Blechstreifen auflöten oder besser dieselbe doppelt nieten und mit Ölkitt und Ölfarbe verdichten.

Kleinere, schadhafte Stellen bei Einlaufstutzen werden entweder direkt oder mit kleinen, angelöteten Blechstücken überlötet; ist aber die Lötnaht beim Stutzen sehr schadhaft, so soll immer ein neuer Stutzen aus starkem Zinkblech an Stelle des alten eingesetzt werden.

Schadhafte Stellen bei Zinkblech oder verzinktem Eisenblech werden mit überlöteten Zinkblechstücken abgedichtet; bei Eisenblechdächern kann man die Blechstreifen nur an die Schalung nageln, wobei aber die Blechränder über die Nagelköpfe gebogen und gut mit Ölkitt verkittet werden sollen.

Zur Konservierung der Dacharbeiten aus Eisen- oder Weißblech müssen diese Bleche sowie alle Eisenbestandteile überhaupt mit guter Ölfarbe gestrichen sein und der Anstrich mindestens alle 3 Jahre erneuert, vorher aber alle Rostflecken gut abgeschabt werden. Die Rinnen sollen jährlich einmal gut ausgekehrt werden, damit der in denselben lagernde Schutt und Staub den Wasserlauf nicht hindere.

Schadhafte Stellen an Kupferrinnen sollen mit Kupferblechstücken dicht übernietet und gelötet werden. Bei Kupferdächern sind die schadhaften Stellen mit kleinen Kupferblechstücken zu überlöten; auf keinen Fall dürfen die darunter befindlichen Bleche ausgestemmt oder ganze Tafeln ausgeschnitten und durch anderes Material ersetzt werden.

Vom Winde abgetragene Dächer müssen umgedeckt werden, das heißt, die Falze werden durchgehauen, die Tafeln beschnitten und so wieder zum Eindecken verwendet; das fehlende Material wird durch neue Tafeln ersetzt, die aber nicht mit den alten vermengt werden sollen, sondern getrennt an einer Stelle anzubringen sind.

Bei einem Dachbrande ist auf das leichte Schmelzen der Zinkbleche Bedacht zu nehmen, weil man durch Herabtropfen des geschmolzenen Metalls schwer verletzt werden kann. Die nicht geschmolzenen, jedoch stark erhitzten Zinkbleche werden meistens sehr spröde, sind daher nur mehr zum Verschmelzen brauchbar.

Das Auftauen eingefrorener, freiliegender Wasserabfallrohre kann auf folgende Weise ganz leicht bewirkt werden: Man verfertigt aus Eisenblech einen dem Rohrdurchmesser entsprechenden, halbzylinderförmigen Behälter, dessen Wände mit 3/5 *cm* großen Schlitzen mehrfach durchbrochen sind und welcher mit einer scharnierartig befestigten Handhabe (1 bis 3 *m* lange Holzstange) versehen ist. Der Behälter wird mit glühenden Holzkohlen gefüllt, mit der inneren Mantelfläche an das eingefrorene Rohr gehalten und längs desselben langsam auf- und abwärts bewegt, so daß dadurch das im Rohre befindliche Eis von unten nach oben langsam geschmolzen wird.

Steht ein kleiner, transportabler Dampferzeugungsapparat zur Verfügung, so kann das Auftauen auch durch Einleitung von Dampf in das Abfallrohr, und zwar von unten aus erfolgen.

Das Hineinschütten von heißem Wasser, von starkem Salzwasser u. dgl. hat meistens nur bei kurzen Rohren einen Erfolg.

Das Auftauen mit der Lötlampe, welche bloß einzelne Stellen, diese aber so stark erhitzt, daß Zinkrohre dadurch leicht Schaden erleiden, kann weniger empfohlen werden und wird besonders bei langen Rohren auch oft ohne Erfolg bleiben.

Das Abnehmen der Rohre und Auftauen derselben über dem Lötkessel ist zu umständlich und können die eingefrorenen Zinkrohre dabei leicht gebogen und beschädigt werden.

## *F.* Übernahme von Bauspenglerarbeiten.

Bei derselben ist folgendes zu beachten:

1. Die fachgemäße Wahl der richtigen Blechgattungen und der erforderlichen Blechdicken; Eisenblech soll per Quadratmeter mindestens 4·6 und verzinktes Eisenblech 5 *kg* wiegen.

2. Die Bleche müssen gleichmäßig dick, glatt und glänzend, ohne Wellen, Abblätterungen, Blasen oder Risse sein. Sie sollen bei einem mehrmaligen scharfen Biegen an der Kante nicht brechen, also nicht spröde sein.

3. Gute, fachgemäße Verbindung aller Nähte; besonders die Rinnennähte müssen doppelt genietet und die Nähte sowie die Nietköpfe auch gelötet sein.

4. Bei keiner Blechgattung dürfen an den Dachflächen Nagelköpfe sichtbar sein. Einzelne verlötete Köpfe müssen mit Blechplättchen gut überlötet werden.

5. Der Ausdehnung, besonders der Zinkbleche, muß genügend Rechnung getragen werden; daher sollen Lötungen und Nagelungen nur dort stattfinden, wo dieser Bedingung nicht zuwider gehandelt wird.

6. Eisenbleche sind auf beiden Seiten zweimal mit Ölfarbe zu streichen, die übergreifenden Enden sollen noch vor dem Befestigen zweimal mit Miniumfarbe gestrichen werden.

## *G.* Verdienstberechnung für Bauspenglerarbeiten.

Diesbezüglich sind folgende allgemein gültige Normen maßgebend:

1. Arbeiten nach Längenmetern werden stets nach der größten Längendimension gemessen. Bei Dachrinnen, Blechröhren u. dgl. sind im Preise auch die Haken inbegriffen. Bei Dunstrohren wird das Dachel bis zum höchsten Punkte mit dem Rohre gemessen, daher nicht separat vergütet, wenn nicht ein besonderer Sauger angeordnet wird.

2. Die Dachflächen werden mit ihrem wirklichen Ausmaße, also ohne Entwicklung der Falze oder Leisten gemessen, dagegen werden die Saumstreifen und das darüber gelegene Saumblech separat gemessen.

3. Bei Blechdächern werden die Dachfenster und Schlote bis 2 $m^2$ Größe von der Dachfläche nicht abgezogen; bei Schloten wird der aufrechtstehende Blechteil außerdem separat berechnet.

4. Bei Gesimseindeckungen wird für jede Wiederkehr die Größe des Vorsprunges der Gesamtlänge zugeschlagen.

5. Gesimsstirnbleche werden mit der größten Horizontal- und Vertikaldimension nach Quadratmeter berechnet.

6. Bei allen Arbeiten ist außer der Lieferung auch die vollkommene Anarbeitung am Objekte samt Beigabe aller hierzu erforderlichen Hafte, Nägel Haken usw. inbegriffen.

7. Für alle Schäden, welche durch die Verwendung des Lötofens entstehen, ist der Kontrahent verantwortlich zu machen.

# XIV. Dacheindeckungen.

(Tafel 47 bis 50.)

Die Dacheindeckung muß die Gebäude vor dem Eindringen von Niederschlägen, Wind usw. schützen. Dies bedingt, daß das Eindeckungsmaterial undurchlässig, wetterbeständig und sturmsicher befestigt sei. Meist wird auch Feuersicherheit des Materials verlangt.

Je dichter und glatter die Oberfläche der Dachdeckmaterialien ist, desto rascher wird das Niederschlagswasser abgeleitet werden und desto kleiner kann die Dachneigung sein.

## *A.* Stroh- und Rohrdächer.

Diese Eindeckung besteht darin, daß 1·00 bis 1·30 *m* lange, 0·15 *m* dicke Stroh- oder Schilfrohrbündel auf parallel zur Taufe angeordnete Latten oder Stangen so angebunden werden, daß sie sich um 0·40 bis 0·60 *m* übergreifen. An den Graten und Ixen werden diese Bündel fächerartig aufgebunden. Dies erfolgt z. B. am Firste so, daß über die obersten, quer über den First gelegten Stroh- oder Schilfrohrbündeln eine Stange aufgebunden und über diese, fächerartig geteilt, die letzten Bündel aufgesetzt und befestigt werden (Fig. 1, T. 47).

Die Dachneigung darf nicht kleiner als 1: 1 gemacht werden.

Stroh- und Rohrdächer sind leicht, sehr dauerhaft und als schlechte Wärmeleiter im Sommer kühl und im Winter warm. Wegen ihrer Feuergefährlichkeit sind sie aber nur am Lande bei exponierten Gebäuden gestattet. Manchmal finden auch solche Dächer zur Eindeckung von feldmäßigen Bauten wie Baracken, Lagerhütten usw. vorteilhaft Anwendung.

## *B.* Holzdächer.

### 1. Bretterdächer.

Die Bretter können entweder parallel oder senkrecht zur Traufe verlegt werden.

Wenn die Bretter, wie in Fig. 2 *a*, T. 47, parallel zur Traufe liegen, werden sie mit 8 *cm* Übergreifung direkt auf die Dachsparren genagelt. Unter das erste Brett an der Traufe müssen zur Erreichung der gleichmäßigen Neigung bei jedem Dachsparren Keile *a* gelegt werden. Am Firste greift das oberste Brett an der Wetterseite um 8 *cm* vor. Die Grate werden auf die gleiche Weise, jedoch mit eigenen, schmalen Brettern abgedeckt.

Es ist gut, die Bretter mit dem Kern nach unten anzunageln, damit sie sich beim Schwinden nach auswärts krümmen und keine Rinnen bilden können (Fig 2 *b*, T. 47).

Liegen die Bretter mit ihrer Längenrichtung senkrecht zur Traufe (Fig. 3 *a* und 4 *a*, T. 47), so müssen auf die Dachsparren zuerst Pfetten (Latten oder schmale Bretter), und zwar bei jedem Stoße, sonst aber auf zirka 1·50 *m* Entfernung genagelt werden.

Auf diese Pfetten können sodann die Deckbretter entweder so gelegt (gestürzt) werden, daß sie sich an den Langseiten überall 5 *cm* übergreifen (Fig. 3 *b*, T. 47) oder so, daß sie an den Langseiten mit 1 bis 1·5 *cm* breitem Spielraum zusammenstoßen und diese Stöße dann mit Latten überdeckt werden (Fig. 4 *b*, T. 47); im letzteren Falle ist es gut, an den Rändern der Bretter Rinnen auszuhobeln, welche das Dachwasser von den Fugen fernhalten und zur Traufe ableiten. Die Deckbretter sind bei jedem Pfettenauflager mit 2 Nägeln so zu nageln, daß jeder Nagel beide Brettlagen an der Pfette festhält.

An den Firsten und Graten stoßen die Deckbretter stumpf aneinander. Darüber werden durchlaufende, schmale Bretter so genagelt, daß das eine an der Wetterseite liegende Brett über die Kante des anderen 5 bis 8 *cm* vorragt (Fig. 3 *a* und 4 *a*, T. 47).

Bei gestürzter Bretterlage und ungleich breiten Brettern (Fig. 3 *a*, T. 47) soll die untere Lage Bretter mit den breiteren Enden gegen die Traufe, die obere Bretterlage dagegen mit den breiteren Enden gegen den First verlegt werden. Außerdem sollen die Bretter aber auch so liegen, daß beim Schwinden die untere Brettlage in der Dachfläche konkav, die obere aber konvex aufbiegen muß, also die untere Lage mit dem Kernholze nach oben, die obere umgekehrt.

Zur Konservierung der Deckbretter können dieselben in der Dachfläche gehobelt oder mit einem Karbolineumanstrich versehen werden.

## 2. Schindeldächer.

Diese in Fig. 5 und 6, T. 47, dargestellte Eindeckung wird mit den im 1. Band beschriebenen Dachschindeln in der Weise hergestellt, daß letztere in horizontalen Reihen (Scharen) mit entsprechender Übergreifung auf eine 2·5/5 *cm* starke Einlattung festgenagelt werden. Hierbei greifen die einzelnen Schindeln an ihren Langseiten mit Nut oder Feder ineinander. Jede Schindel wird am unteren Rande mit einem 5 *cm* langen Schindelnagel, der auch die unterhalb liegenden Schindeln durchdringt, festgenagelt, so daß durch jeden Nagel alle an der betreffenden Stelle übereinanderliegenden Schindeln an der Lattung festgehalten werden.

Die Eindeckung kann entweder eine einfache oder eine doppelte sein. Bei der einfachen Eindeckung übergreift die obere Schindelreihe die untere um 8 bis 15 *cm* (Fig. 5, T. 47). Bei der doppelten Eindeckung liegen die Schindelreihen durchaus doppelt, an den Übergreifungsstellen aber auf 5 *cm* dreifach übereinander (Fig. 6 *a*, T. 47).

Die Einlattung wird mit einer der Schindellänge entsprechenden Lattenweite nach einem „Sperrmaße" mit durchaus gleicher Entfernung auf die Dachsparren genagelt. Die Lattenweite $L$ ist bei einfacher Eindeckung $= l - \ddot{u}$ und bei doppelter $= \frac{1}{2} \times (l - \ddot{u})$, wobei $l$ die Schindellänge und $\ddot{u}$ die Breite der Übergreifung der einzelnen Schindelreihen bedeutet.

An der Dachtraufe werden die Schindeln doppelt gelegt und wird die erste Latte etwas breiter und stärker gehalten (Fig. 5, T. 47) oder es wird auf die Gesimskante ein Staubladen gelegt, über welchen die erste Schindelreihe zirka 10 *cm* vorspringt (Fig. 6 *a*, T. 47).

Die Lage der Schindeln auf den Dachflächen wird so bestimmt, daß deren Achsen nicht ganz in die Richtung der Dachneigung fallen, sondern etwas gegen diese geneigt sind und die Nuten der Schindeln stets an der unteren Seite zu liegen kommen, damit das Dachwasser nicht in die Nut hinein, sondern von derselben abfließen kann. Im übrigen sollen die Nuten und Federn der Schindeln gut ineinander passen, möglichst voll auf Fug gelegt werden und die Nuten abseits der Wetterseite liegen (Fig. 6 *b*, T. 47).

Die Eindeckung beginnt an der Traufe mit einer doppelt, mit Fugenwechsel übereinander liegenden Schindelreihe und endet am Firste ebenfalls mit einer doppelten Schindelreihe, welche an der Wetterseite die Firstlinie um 8 *cm* überragt.

Bei den Ixen und Graten werden die Schindeln an ihrer Federseite zugespitzt und fächerartig mit sogenannten Auslauf- oder Einlaufscharen gelegt (Fig. 6 *c*, T. 47) wenn man es nicht vorzieht, diese Stellen mit Blech abzudecken.

In manchen Gegenden sind auch größere, nicht genutete Dachschindeln gebräuchlich (z. B. in Bosnien). Mit solchen Schindeln kann eine Eindeckung in diagonalen Reihen ähnlich der einfachen Schiefereindeckung empfohlen werden.

Schindeldächer sind gut und leicht, aber feuergefährlich, daher nur für exponierte Gebäude am Lande zulässig. Schindeleindeckung wird häufig auch als

Unterlage für Schiefereindeckungen angewendet, z. B. bei Kuppeldächern, um die durch die Fugen der Schiefereindeckung eindringenden Niederschläge abzuleiten.

Schindeldächer haben eine Dauer von 15 bis 20 Jahren, die durch einen aufzutragenden Karbolineumanstrich auch noch verlängert werden kann. Ein Anstrich mit Wasserglas erhält das Schindeldach ebenfalls auf längere Zeit und schützt es gegen Flugfeuer.

## *C.* Ziegeldächer.

Diese sind im allgemeinen feuersicher, dauerhaft aber ziemlich schwer, erfordern daher stärkere Dachstühle.

Nach der Form der Dachziegel unterscheidet man: die Flachziegel-, die Hohlziegel- und die Falzziegeleindeckung.

### 1. Eindeckung mit Flachziegeln.

Bei dieser werden die flachen Dachziegel (Fig. 21, T. II) in horizontalen Reihen übereinander gelegt, wobei jeder Ziegel mit seiner Nase an der Dachlattung hängt. Die einzelnen Reihen übergreifen sich dann entweder so, daß die Ziegel teilweise nur einfach liegen wie bei der einfachen Dachziegeleindeckung oder dem einfachen Ziegeldach (Fig. 7, T. 47) oder es liegen die Ziegel überall doppelt und an den Übergreifungsstellen dreifach, wie bei der doppelten Dachziegeleindeckung oder dem doppelten Ziegeldach (Fig. 8, T. 47). Das einfache Ziegeldach kann auch mit doppelten Schichten ausgeführt werden, so daß bei der Übergreifung 4 Ziegel übereinanderliegen; diese Eindeckungsart gibt das Kronendach.

Bei allen 3 Methoden werden die Ziegel in horizontalen Reihen auf eine Einlattung „voll auf Fug" gelegt und gut aneinander angeschlossen. Sie können trocken oder auch in Mörtel verlegt werden.

Die zirka 4/6 *cm* starken Dachlatten werden bei Benützung eines Sperrmaßes an die Sparren genagelt. Die Lattenentfernung $L$ beträgt bei einfachen Ziegeldächern und Kronendächern $L = l — ü$ und bei doppelten Ziegeldächern $L = {}^1/_2 (l — ü)$ worin $l$ die Ziegellänge und $ü$ die Übergreifung der einzelnen Ziegelreihen bedeutet. An der Traufe müssen zur Erzielung der gleichen Ziegelneigung etwas stärkere Latten angeordnet sein.

#### *a*) Die einfache Eindeckung, Spließdach genannt.

(Fig. 7, T. 47.)

Bei dieser liegen die Ziegelscharen nur am Firste und an der Traufe doppelt, sonst übergreifen sich die einzelnen Ziegelreihen um je 8 bis 12 *cm*; im übrigen Teile liegen sie dagegen nur einfach; bei den Stößen der einfachen Lage kann daher Regenwasser teilweise in den Dachraum eindringen. Man kann dies allerdings dadurch zum Teil verhindern, daß unter die Stoßfugen schwache Holzspäne (Spließen), Dachpappestreifen oder schmale Blechstreifen gelegt werden, wodurch die Eindeckung jedoch verteuert und eine gründliche Abhilfe dennoch nicht erreicht wird. Die Grate und Firste werden mit in Mörtel gelegten Hohlziegeln, die Ixen mit Blech abgedeckt.

Ist der untere Rand der Ziegel keil-, halbkreis- oder segmentförmig (Biberschwänze), so wird die Eindeckung nicht „voll auf Fug", sondern „Fug auf Fug" angeordnet, weil sonst das an der tiefsten Stelle jedes Dachziegels abfließende Wasser gerade bei der Fuge des darunterliegenden Ziegels abrinnen und durch diese in den Dachraum eindringen würde.

#### *b*) Die doppelte Eindeckung, Doppeldach genannt.

(Fig. 8, T. 47).

Bei dieser liegen an der Traufe und am Firste 2 Ziegelscharen so übereinander, daß sie sich vollkommen decken; zwischen First und Traufe greift jede Ziegel-

schar über die nächst untere so weit vor, daß die Ziegel überall doppelt, ober den Latten aber auf 5 bis 8 *cm* Breite dreifach übereinander liegen. Nachdem die Ziegel voll auf Fug liegen — alle Fugen daher vollkommen gedeckt sind — so ist diese Eindeckung bei genügender Dachneigung vollkommen wasserdicht und ziemlich widerstandsfähig gegen Stürme.

Das Doppeldach kann entweder ganz in Mörtel oder trocken ausgeführt werden. Im letzteren, häufiger vorkommenden Falle werden aber die Ränder aller Dachflächen auf 0·50 *m* Breite dennoch in Mörtel gelegt. Der Mörtel wird in der Art verwendet, daß auf die zu überdeckende Schar ein zirka 6 *cm* breiter Streifen eines feinen, fetten Weißkalkmörtels aufgetragen, die obere Ziegelschar in diesen Mörtel eingedrückt und der überflüssige Mörtel mit der Kelle abgestrichen wird.

Bei den Firsten und Graten werden die Dachziegel nach Bedarf zugehauen und so gelegt, daß sie stumpf aneinander anstoßen. Die Fuge selbst wird dann mit einer in Mörtel gelegten Reihe von Hohlziegeln gedeckt.

Bei Ixen sollen die Ziegel ganz in Mörtel gelegt werden, besser ist es aber, die Ixen mit Blech abzudecken.

Die trockene Eindeckung soll immer vom Dachraume aus verstrichen werden, wozu meist fetter Weißkalkmörtel mit einer Beimengung von Kuhhaaren verwendet und in die Fugen eingestrichen wird.

### *c*) Das Kronendach.

Bei diesem werden immer 2 Ziegelscharen voll auf Fug übereinander auf einer Latte aufgehängt und jede Doppelschar übergreift die nächst untere um zirka 8 *cm*. Es liegen also in der Übergreifung die Ziegel vierfach, sonst aber doppelt. Die Einlattung wird wie bei der einfachen Eindeckung, jedoch mit etwas stärkeren Latten ausgeführt. Auch bei dieser Eindeckung sind alle Fugen gedeckt, wodurch bei hinreichender Dachneigung ein vollkommen dichtes Dach geschaffen wird. Diese Eindeckung ist schwerer als das Doppeldach, erfordert mehr Dachziegel und leidet auch mehr vom Winde, ist daher weniger gebräuchlich.

Beim Kronendach, welches immer in Mörtel gelegt sein soll (böhmische Eindeckung), werden die Mörtelstreifen (Querschläge genannt) nur zirka 2 *cm* breit gelegt und in jeden frisch aufgelegten Querschlag die nächste Ziegelschar eingedrückt; manchmal werden auch die Stoßfugen in Mörtel gelegt, ein Verstreichen der Fugen von innen ist dann nicht notwendig. Die Grate, Firste und Ixen werden mit Hohlziegeln wie beim Doppeldach überdeckt.

### *d*) Universal-Doppeldachziegel-Dach der Ziegelwerke Lannach in Steiermark (T. 50, Fig. 9).

Der Universal-Doppeldachziegel (Fig. 9) ist eine beiderseitig halbrund geschnittene, 40 *cm* lange, 20 *cm* breite, 1 bis 1·5 *cm* starke, gebrannte Tonplatte, die an jedem Ende der Unterseite je eine Nase besitzt, welche einerseits zum Aufhängen der Ziegel an die Dachlatten dient, andrerseits den beim Eindecken mit Universal-Doppeldachziegeln sich ergebenden Zwischenraum zwischen den zwei darunterliegenden Ziegeln vollkommen abschließt.

Durch die beiderseitigen Nasen an der Unterseite ist es möglich, die Ziegel um die Nasenbreite auseinandergerückt einzudecken, wodurch die Dachfläche bei gleicher Dichtheit und Güte um mehr als 20% billiger und leichter wird, da man weniger Dachziegel benötigt.

In der Mitte der Unterseite ist ein durchlochter Anbindeansatz zum Anbinden der Ziegel mit Drahtklammern oder einfachem Draht an die nächste Dachlatte. Es genügt, jeden zweiten Ziegel in jeder zweiten Reihe anzubinden.

Die Einlattung geschieht auf 16 bis 17 *cm* Lattenweite mit 2·5/4 *cm* starken Ziegellatten. Die unterste Latte, auf welcher die erste Reihe Ziegel aufliegt, soll zirka 2·5 *cm* höher sein als die anderen Latten und ist die nächstliegende Latte mit deren Oberkante 12 *cm* entfernt von der Oberkante der ersten Latte zu nageln.

Für den Dachsaum und First verwendet man zirka 25 *cm* lange Abschlußplatten, die an der Traufe mit der geraden Fläche nach unten und am First mit der geraden Fläche nach oben gelegt werden. Die oberen Abschlußziegel sind zum Festnageln oben mit Löchern versehen.

Für den seitlichen Dachsaum verwendet man halbe Ziegel, welche durch Zuschneiden der ganzen Ziegel hergestellt oder auf Bestellung mitgeliefert werden.

Die Firsteindeckung geschieht mit festgenagelten und in Mörtel gelegten Firstziegeln.

## 2. Eindeckung mit Hohlziegeln (italienisches Ziegeldach).

(Fig. 10, T. 47.)

Diese Eindeckung wird in südlichen Gegenden und nur mit flachen Dachneigungen auf zweierlei Arten ausgeführt, und zwar:

Bei der ersten Art (Fig. 10 *a*) werden auf eine 30 *cm* weite Einlattung 30/30 *cm* große Plattenziegel voll auf Fug gelegt, so daß sie dicht aneinanderschließen und in der Lattenmitte zusammenstoßen. Darauf kommen, in Mörtel gelegt, 2 Lagen Hohlziegel derart, daß die untere Lage mit der konkaven und die obere Lage mit der konvexen Seit nach oben zu liegen kommt. Die Zwischenräume werden mit Mörtel und Ziegeltrümmern voll ausgefüllt. Diese Eindeckungsart ist sehr schwer und auch teuer.

Bei der zweiten Art (Fig. 10 *b*) entfällt die Plattenziegellage und werden die Hohlziegel der unteren Lage zwischen senkrecht zur Traufe genagelte Latten gelagert, die Ziegel der oberen Lage wie früher darüber gelegt. Die Zwischenräume sind wieder mit Mörtel auszufüllen.

Die Firste und Grate werden bei beiden Arten mit konvex nach oben liegenden Hohlziegeln überdeckt. In den Ixenlinien werden mit diesen Hohlziegeln durchlaufende Rinnen gebildet und über diese Rinnen die Eindeckung vorspringen gelassen. Besser ist es aber, die Ixen mit Blech auszudecken und die Hohlziegeleindeckung 8 *cm* darüber greifen zu lassen.

Abarten dieser Hohlziegeldächer sind die Pfannendächer, bei denen Wellenziegel nach Fig. 21 *d*, T. II, zur Verwendung gelangen, und Krämpziegeldächer aus ähnlichen, sogenannten Krämpziegeln.

## 3. Eindeckung mit Falzziegeln.

Falzziegel sind an den Rändern mit Leisten und Falzen versehene Ziegel, die passend ineinandergreifen und so ohne Anwendung von Mörtel oder sonstigen Dichtungsmitteln bei entsprechender Dachneigung eine dichte Eindeckung ergeben.

Sie werden aus rein geschlemmtem Tone erzeugt und unter hohem Drucke gepreßt, sind daher in der Masse sehr dicht und gleichmäßig und in Form und Größe ganz gleich. Sie sind gewöhnlich 42 × 22 *cm* groß, doch werden sie auch in anderen Dimensionen erzeugt.

Die Falzziegel können entweder auf allen 4 Seiten (Fig. 11, T. 47) oder bloß an den beiden Langseiten (Fig. 12, T. 47) in Falz liegen. Erstere heißen auch Rautenziegel, letztere Strangfalzziegel.

Zur Überdeckung der Firste und Grate dienen eigene Firstziegel (Fig. 12 *c*, T. 47).

Die Lattenweite richtet sich nach der Länge der Dachziegel; sie ist bei der gewöhnlichen Ziegellänge von 42 *cm* und 10 *cm* Übergreifung = 42 — 10 = 32 *cm*.

Mit der Einlattung wird am Firste begonnen, indem man die erste Latte zirka 5 *cm* (horizontal gemessen) von der Firstlinie entfernt festnagelt und die übrigen Latten auf die Lattenweite (hier gleich 32 *cm*) nach abwärts austeilt. An den First- und Gratlinien werden hochkantig gestellte Latten oder schwache Polsterhölzer festgenagelt (Fig. 12 *b*, T. 47), an welche dann die First- und Gratziegel mit Nägeln oder mit Draht befestigt werden.

Der aus Blech herzustellende Dachsaum oder die Dachsaumrinne soll so hoch emporreichen, daß die Eindeckung mit einem ganzen Falzziegel begonnen werden kann.

Die Verlegung der Ziegel erfolgt in einfachen Scharen mit 8 bis 10 *cm* breiter Übergreifung. Zum Schutze gegen Windangriff werden die Strangfalzziegel an die Lattung genagelt (Fig. 12 *a*, T. 47), außerdem jeder zweite oder dritte Ziegel, eventuell jeder einzelne Ziegel im Dachraume mit Draht an die Lattung festgebunden. Hierzu sind die Falzziegel mit Löchern und an der Unterseite in der Längenmitte mit einer Öse versehen. Die Rautenziegel sind nicht zum Nageln, sondern bloß zum Anbinden hergerichtet.

Die Dachränder, Rauchfänge, Ixen u. dgl. sind mit Blech einzufassen, bzw. einzudecken. An den Stehfalz der Blecheinfassung schließt dann die Eindeckung abwechselnd mit einem ganzen und einem halben Falzziegel an. Die halben Falzziegel sind fertig zu beziehen, sonstige Teilsteine werden durch Zersägen oder Behauen der ganzen Ziegel gewonnen.

Die fertige Eindeckung wird in den Fugen vom Dachraume aus mit fettem Weißkalkmörtel, dem auch Kuhhaare beigemengt werden, verstrichen, damit keine offenen Fugen bleiben, durch welche Schnee eindringen könnte. Bei sehr gut in den Falz passenden Ziegeln, bei denen keine offenen Fugen bleiben, ist ein Verstreichen von innen nicht nötig.

Falzziegel dürfen niemals in Mörtel gelegt werden, da sonst die Solidität der Eindeckung und deren Dichte verloren ginge.

Die Fig. 9 *a* bis *g*, T. 48, zeigt die Eindeckung mit Patentfalzziegeln. Diese werden in ganzer (Fig. 9 *a*) und in halber Größe (Fig. 9 *b*) mit einem doppelten Falze an allen 4 Seiten (Fig. 9 *c* und 9 *d*) erzeugt. Die Längsrippen machen die Ziegel besonders widerstandsfähig, weswegen man letzteren eine geringe Dicke und dadurch ein geringeres Gewicht geben kann.

Die Ziegel haben an der unteren Seite eine durchlochte Nase zum Anhängen der Ziegel mit Draht an die Dachlattung (Fig. 9 *d*).

Für die Eindeckung ober den Ixenblechen dienen durchlochte, rinnenartige Kehlziegel (Fig. 9 *e*), die an die Schalung festgenagelt werden und in ihrem aufwärts gebogenen, rinnenartigen Teile die anschließenden Ziegel der Eindeckung, welche entsprechend zugehauen werden, aufnehmen.

Die Eindeckung der First- und Gratlinien erfolgt mit entsprechenden, mit Draht festzubindenden First- und Gratziegeln (Fig. 9 *f*) und an den Firstpunkten mit eigenen Fassonstücken (Glocken).

Bei Giebelabschlüssen können statt einer Blecheinfassung auch Seitenziegel (Fig. 9 *g*) verwendet werden. Bei Maueranschlüssen, Rauchfangköpfen u. dgl. ist eine Blecheinfassung auch bei dieser Ziegeleindeckung notwendig.

Zur Erhellung des Dachraumes können bei allen Falzziegeldächern passend geformte Glasfalzziegel mit eingedeckt werden. Für den gleichen Zweck, ferner zur Lüftung des Dachraumes können entsprechend geformte Dachfenster aus Ton oder Gußeisen bestellt werden, welche der Form und Größe der Falzziegel angepaßt sind, so daß sie genau in den Falz derselben passen.

*Doppelfalz-Strangdachziegel mit Überdeckung, System Marzola in Laibach.*
(Fig. 9, T. 47.)

Diese Doppelfalz-Strangdachziegel weisen wesentliche Vorteile gegenüber den in Fig. 11 und 12 beschriebenen Falzziegeleindeckungen auf. Der Doppelfalz mit Überdeckung (Fig. 9 *c*) verhindert besser das Eindringen der Niederschläge. Die Unterkante des Falzziegels steht nicht senkrecht, sondern schräge auf die Oberfläche desselben, wodurch das Regenwasser rascher abfließt und dem Winde weniger Angriffspunkte geboten werden; auch die Abschrägung der Mittel- und Überdeckungsrippen vermindern den Windanprall und die Gefahr einer Vereisung auf den Dachflächen.

Die untere Seite des Doppelfalz-Strangdachziegels (Fig. 9 *b*) hat beiläufig in der Mitte des Ziegels einen gelochten Anbindeansatz *a*, zum Festbinden des Ziegels mit Draht an die Latte *l* und eine verstärkte Nase, welche zum Transporte der Ziegel in die Vertiefung der Mittelrippe hineingelegt wird, so, daß die Dachfalzziegel paarweise flach aufeinander liegen und die Nase vor dem Abbrechen geschützt ist.

Die Nasen sind auch gelocht, um im Bedarfsfalle die Falzziegel auch an diesen Stellen an die Latten festbinden zu können.

Die 33 *cm* weite Einlattung wird wie bei allen Falzziegeldächern oben am First begonnen und gegen die Traufe zu fortgesetzt.

*Falzziegeleindeckung mit Unterdachung.*

Durch die Falze und Übergreifungen der Falzziegel, auch wenn diese noch so gut passen oder mit Mörtel von innen verstrichen sind, treibt der Wind Staub, Ruß und Schnee in den Dachraum, welcher Übelstand namentlich bei Verwendung der Bodenräume zu Magazinszwecken, Trockenböden u. dgl. sich unangenehm fühlbar macht.

Eine gründliche Abhilfe kann durch die Anordnung einer Unterdachung geschaffen werden. Die einfachste Art derselben besteht darin, daß man auf die Dachsparren zuerst eine Bretterschalung und auf dieser eine einfache Dachpappeneindeckung anbringt, welche bis über das Dachrinnenblech hinabzuführen ist. Auf die Dachpappeneindeckung werden die Latten angenagelt, zwischen diese und der Pappe müssen aber schwache, schmale Brettstücke bei jeder Nagelung unterlegt werden, damit durch die so geschaffenen Zwischenräume das eingedrungene Wasser auf der Pappenlage ungehindert abfließen kann. Auf die Lattung wird dann die Falzziegeleindeckung gelegt.

Eine andere Unterdachung vom Ingenieur Haussen in Nürnberg ist in Fig. 10, T. 48, dargestellt. Bei dieser entfällt die Einschalung. Die Dachpappe wird in einzelnen Streifen (gleich der Lattenweite) verwendet. Diese werden am oberen Rande direkt auf die Latten genagelt (Fig. 10 *a* und *c*), während sie mit dem unteren Rande die Dachrinne bzw. die untere Ziegelschar übergreifen (Fig. 10 *a*). Damit die Pappstreifen zwischen den Latten nicht durchsacken, werden vor dem Legen der Pappstreifen auf je 50 *cm* Entfernung eisenblecherne, verzinkte, durch eine in der Mitte eingepreßte Rille versteifte Patenttragfedern (Fig. 10 *b*) mit dem oberen Ende auf die Lattung genagelt und mit dem unteren Ende auf die untere Ziegelschar gelegt. Die Zusammenstöße der einzelnen Pappstreifen erfolgen mit 10 *cm* Übergreifung, immer über einer Tragfeder. Die Pappstreifen müssen vor dem Festnageln straff angespannt werden, um auch dadurch eine Einsackung zu verhindern.

Sobald ein Pappstreifen gelegt ist, werden darüber die Falzziegel in gewöhnlicher Weise an die Lattung gehängt. Das Legen der nächstfolgenden Reihen beginnt immer mit dem Festnageln der Tragfedern, welche mit ihrem Umbug an den Falz der unteren Ziegelschar genau anschließen, wodurch die Sturmsicherheit des Daches bedeutend erhöht wird. Bei jedem Ende der Pappstreifen, wie bei Mauer- und Kaminanschlüssen usw. müssen ebenfalls Tragfedern angeordnet werden.

Für Gegenden, die oft von Stürmen heimgesucht werden, empfiehlt H a u s s e n eine verbesserte Unterdachkonstruktion mit Verwendung von Sturmhaken (Fig. 11, T. 49). Darnach erhält jede Tragfeder am unteren Ende einen Sturmhaken, dessen Oberteil in den Längenseitenfalz des unmittelbar aufliegenden Ziegels eingeschoben wird, diesen also umklammert und dessen Unterteil (in der Figur gestrichelt) sich um den Kopf des unterhalb liegenden Ziegels und um die Dachlatte schmiegt. Durch diese Sturmhaken werden sonach die Falzziegel an den unteren Enden an die Dachlatten festgehalten, wodurch die Sturmsicherheit bedeutend erhöht wird.

## *D.* Schieferdächer.

Guter, wetterbeständiger Dachschiefer liefert bei entsprechender Dachneigung und ruhiger Lage eine solide und dauerhafte Bedachung.

Der englische Dachschiefer, welcher in dünnen, großen Platten erzeugt wird, gilt als der beste. Die französischen und belgischen Sorten stehen der englischen nicht wesentlich nach, lassen sich aber nicht in so dünnen, großen Platten brechen. Diese Schiefersorten sind meistens blaugrau oder rötlichbraun und seidenartig glänzend. Der mährische und schlesische Dachschiefer ist rauchgrau, matt und läßt sich nur in kleineren, dickeren Platten brechen, die auch weniger wetterbeständig sind.

Die ausländischen Schieferplatten werden zumeist in gleicher Form und Größe, und zwar je nach Bedarf quadratisch, rechteckig usw. hergestellt, so daß ein Zuhauen nur bei den an den Dachrändern verwendeten Schiefern nötig ist. Die einheimischen Dachschieferplatten haben dagegen oft verschiedene Größen und Formen und müssen daher an Ort und Stelle zumeist erst behauen werden.

Mit gleich großen Schiefertafeln kann auf einer Einlattung gedeckt werden, während mit den ungleich großen, einheimischen Schieferplatten, bei denen sich die Lattenweite beständig ändern würde, immer auf einer Einschalung gedeckt wird.

Bei der Eindeckung auf einer Einlattung werden die Fugen im Dachbodenraum mit einem fetten, mit Kuhhaaren gemengten Weißkalkmörtel verstrichen, damit der Schnee nicht durchdringen kann. Bei der Eindeckung auf einer Einschalung wird zu diesem Zwecke eine Dachpappen-, manchmal eine Schindeleindeckung unter der Schieferdecke angebracht. Die Schalung bildet einen besseren Schutz gegen Witterungseinflüsse und verhütet Beschädigungen der Schiefer vom Dachraume aus.

Jede Platte wird mit mindestens 2 zirka 4 *cm* langen, verzinkten Eisennägeln an die Schalung oder Lattung genagelt, nachdem früher alle Platten entsprechend gelocht wurden.

B e i s e h r s t e i l e n o d e r d e n S t ü r m e n s t a r k a u s g e s e t z t e n D a c h f l ä c h e n empfiehlt es sich, die Befestigung der Dachschiefer außer durch Nagelung auch noch mit Blechstreifen oder schwachen Flacheisen derart durchzuführen, daß letztere an die Lattung oder Schalung genagelt und über die unteren Ränder der Schiefer umgebogen werden.

Zur Lochung der Schiefer sowie auch zum Herstellen der an den Dachrändern erforderlichen Teilsteine benützt der Schieferdecker einen Hammer (Fig. 1 *a*, T. 48) und einen Amboß (Fig. 1 *b*, T. 48). Nachdem er den Amboß mit der Spitze in irgendein Holz (Sparren oder Schalung) eingeschlagen hat, legt er die Schieferplatte passend auf denselben und schlägt mit der Spitze des Hammers das Loch durch, welches an der unteren Seite unregelmäßig und trichterförmig ausbrechen wird. In diese Vertiefung wird der Nagelkopf versenkt.

Zur Erzeugung von Teilsteinen werden die Schieferplatten mit der betreffenden Seite passend auf den Amboß gelegt und durch kurzes Schlagen mit der geschärften Seite des Hammers schmale Streifen so lange abgetrennt, bis die gewünschte Form und Größe erreicht ist.

Die Verschiedenheit in der Form und Größe der Platten bedingt auch verschiedene Eindeckungsmethoden, und zwar:

1. die einfache Schiefereindeckung nach deutscher Art
2. „ „ „ „ englischer „
3. „ doppelte „ „ „ „

### 1. Einfache Schiefereindeckung nach deutscher Art.

(Fig. 2, T. 48.)

Diese wird bei Verwendung einheimischer, ungleich großer Platten immer nur auf einer Einschalung angewendet. Hierzu sind die Platten so zu sortieren, daß die größeren derselben am Dachsaume und die kleinsten am Firste ihre Verwendung finden. Jede Platte muß mit 2, größere aber mit 3 oder 4 Nägeln an die Schalung befestigt werden und die untere Platte um zirka 8 *cm* übergreifen. Die Übergreifung der durchlaufenden, schräg angeordneten Reihen (Deckgebinde) muß stets von der herrschenden Windrichtung abgewendet liegen, damit nicht Regen oder Schnee durch die Fugen in den Dachraum getrieben werde.

Die Deckarbeit wird auf der dem Winde nicht ausgesetzten Seite an der Traufe mit den Fußsteinen *1*, *2*, *3* (Fig. 2) begonnen, sodann wird das erste Deckgebinde *4*, *5*, *6* und *7* in schräg ansteigender Richtung gelegt. Das zweite Deckgebinde wird wieder mit den Fußsteinen *8* und *9* begonnen und mit den Decksteinen *10* bis *15* fortgesetzt. In gleicher Weise erfolgt die Ausführung aller übrigen Deckgebinde.

An den Giebelsäumen werden die Deckgebinde zumeist mit kleinen Platten (*14* und *15*) abgeschlossen, damit dort eine dichtere Nagelung platzgreifen kann und dadurch einer Beschädigung des Daches durch den Wind möglichst vorgebeugt werde. Dadurch finden auch viele, sonst unbrauchbare Platten vorteilhafte Verwendung.

Die einzelnen Deckgebinde haben verschiedene Breiten, müssen aber in der begonnenen Breite durchlaufen.

An den Firsten und Graten kann der Abschluß nach Fig. 2 mit durchlaufenden, gleich breiten Gebinden (Firstgebinden) erfolgen, welche die anschließenden Dachflächen um zirka 8 *cm* übergreifen, oder es können auch First- und Gratbleche zur Verwendung gelangen. Die Ixen werden womöglich immer mit Blech abgedeckt.

Bei dieser Eindeckungsart ist die Übergreifung der Platten stellenweise dreifach und auch vierfach, wodurch klaffende Fugen entstehen, durch welche die Niederschläge hineingetrieben werden können.

### 2. Einfache Schiefereindeckung nach englischer Art.

(Fig. 3 und 4, T. 48.)

Bei der englischen Eindeckungsart müssen alle Platten gleich sein, und zwar quadratisch oder rechteckig. Sie werden entweder auf eine Schalung oder bloß auf eine Lattung gelegt. Die Einlattung wird meistens diagonal unter 45° zur Traufe geneigt hergestellt. Die Lattenweite ist gleich der Schieferlänge weniger der Übergreifung. Bei größeren Rechtecksteinen wird dazwischen noch eine Latte angeordnet (Fig. 4). Die Dachränder werden auf die erforderliche Breite mit Brettern verschalt und die Ixen und Säume mit Blech eingedeckt.

Der Schieferdecker beginnt die Deckarbeit an der der Windrichtung abgewendeten Seite mit den Fußsteinen ½, *1* und *2* (Fig. 3), legt dann jede einzelne Reihe mit 6 *cm* Übergreifung so wie die fortlaufenden Ziffern in der Figur anzeigen und nagelt jeden Stein an der oberen Seite mit 2 Nägeln, bei größeren, rechteckigen Platten (Fig. 4) aber mit 3 Nägeln an.

Bei dieser Eindeckungsart ist die Übergreifung überall bloß doppelt. Jede Platte hat also ein gleichmäßiges, volles Auflager, wodurch keine klaffenden Fugen entstehen können.

### 3. Doppelte Schiefereindeckung nach englischer Art.

(Fig. 5 und 6, T. 48.)

Bei dieser liegen die rechteckigen Dachschiefer parallel zur Traufe (Fig. 5) und übergreifen sich die einzelnen Dachgebinde so wie bei der doppelten Ziegeleindeckung. Es werden hierbei etwas kleinere und schwächere Schiefertafeln verwendet. Die Latten liegen parallel zur Traufe mit einer Lattenweite $L = ½ \times (l - ü)$.

Der Schieferdecker beginnt die Deckarbeit an der Traufe mit einer Schar von halben Steinen, setzt dann mit ganzen Steinen in parallel zur Traufe laufenden und voll auf Fug liegenden Deckgebinden fort und nagelt jeden Stein am oberen Ende, nötigenfalls auch in der Mitte, an die Schalung oder Lattung.

Die Firste und Grate können wieder mit übergreifenden, durchlaufenden Deckgebinden oder besser mit First- und Gratblechen abgedeckt werden. Die Dachränder, Maueranschlüsse, Ixen u. dgl. werden wie bei der einfachen Eindeckung stets mit Blech abgedeckt und die Dachschiefer mit 8 *cm* Übergreifung angeschlossen.

Die doppelte Eindeckung eignet sich besonders für Mansard- und Kuppeldächer, wozu oft auch verschiedenartig geformte Schablonsteine verwendet werden (Fig. 6 *a* und *b*). Wird diese Eindeckung auf eine Einschalung gelegt, so soll unter der Schiefereindeckung noch eine Eindeckung mit Dachpappe oder Schindeln angeordnet werden.

### 4. Reparatur von Schieferdächern.

Das Auswechseln gebrochener Schieferplatten kann bei jeder Eindeckungsart auf folgende Weise geschehen:

Man entfernt die gebrochene Platte, nagelt 2 Blechstreifen an die Lattung oder Schalung und biegt diese Blechstreifen um die unteren Ränder der neu eingeschobenen Schiefertafel.

N a g e l f a u l nennt man ein Schieferdach, wenn eine große Anzahl der Nägel abgerostet, und s c h i e f e r f a u l, wenn viele Schiefer verwittert sind. In beiden Fällen wird ein Umdecken der schadhaften Dachflächen notwendig sein.

## *E.* Zementplattendächer.

(Fig. 7 und 8, T. 48.)

Aus Portlandzement und reinem, reschem Sande werden verschiedenartig geformte Dachplatten hergestellt, die oft auch in ihrer Oberfläche unterschiedliche Färbung erhalten.

Die quadratische Form der Zementplatten ist die gebräuchlichste. Die etwa 36 bis 40 *cm* großen Platten haben in einer Ecke eine Nase und werden in diagonaler Lage mit 8 *cm* Übergreifung auf eine horizontale Einlattung gedeckt. Für den Abschluß an den Dachrändern werden halbe, dreieckig geformte Platten und für die Firste und Grate eigene First- und Gratplatten erzeugt.

Die fertige Eindeckung muß vom Dachraume aus mit Zementmörtel verstrichen werden.

Die Fig. 7 bringt eine ähnliche Eindeckung zur Darstellung, wobei aber die Platten ein Rhombus bilden und die Seitenecken abgestumpft sind (siehe Detail, Fig. 7 *b*).

Eine Abart sind die vom Baumeister H a n d l e r in Wr.-Neustadt erzeugten H a k e n f a l z - D a c h p l a t t e n (Patent S c h r e i h o f e r). Diese in Fig. 8 *a* und *b* dargestellten Platten haben an den Rändern hakenförmige Vorsprünge (Fig. 8 *c*).

wodurch sowohl die Rückstauung des Wassers als auch das Eindringen von Schnee in den Dachbodenraum verhindert wird.

Die Platten werden mit ihrer Nase auf eine horizontale Einlattung gelegt. Die Lattenweite beträgt 21·5 *cm*. Zum Abschlusse der Dachränder werden entsprechende, halbe Platten erzeugt.

Am Firste und im Anschlusse an Mauern sind Teilsteine in Zementmörtel zu legen.

Für 1 $m^2$ Dachfläche sind 12 Stück Hakenfalzplatten notwendig, welche zusammen 41 *kg* wiegen.

Diese schwere Eindeckung wurde durch die leichtere Eterniteindeckung bereits verdrängt.

## *F.* Eindeckung mit Steinplatten.

Am häufigsten verwendet man hierzu Porphyrplatten, welche in 2 bis 3 *cm* dicken und ziemlich großen Platten gebrochen werden.

Diese Eindeckung ist sehr schwer, erfordert einen starken Dachstuhl und eine vollständige Einschalung. Sie wird ökonomischerweise nur in der Nähe der Steinplattenbrüche angewendet.

Die Platten werden in möglichst gleich breiten Scharen mit 10 *cm* Übergreifung diagonal so wie die Schieferplatten gelegt und mit unterlegten kleinen Steinplatten und Holzkeilen festgelagert. Bei flachen Dächern ist eine weitere Befestigung der Platten nicht notwendig, da ihr Gewicht und die Reibung sie in ihrem Lager erhält. Bei steilen Dächern werden Flacheisen an die Schalung genagelt und diese um die unteren Ränder der Platte gebogen, so daß jede Platte in zwei solchen Haken hängt.

Die Reihen sind verschieden breit, jede Reihe muß aber in der begonnenen Breite von der Traufe bis zum Firste durchlaufen. An den Säumen, Graten und Firsten verwendet man entsprechend geformte Fuß- und Ortsteine, ähnlich wie bei der diagonalen Schiefereindeckung. An den Firsten und Graten läßt man entweder die wetterseits gelegene Dachfläche die andere um 10 *cm* übergreifen oder, was besser ist, man stößt die Platten stumpf zusammen und überdeckt sie mit breiten First- und Gratblechen.

Die Dachixen und Maueranschlüsse erhalten eine Blecheinfassung, über welche die Steine 10 *cm* übergreifen.

## *G.* Dachpappeeindeckung.

(Fig. 1 bis 9, T. 49.)

Für diese Eindeckung verwendet man die im I. Bande beschriebene Dachpappe — auch Teerpappe genannt —, welche in 1 *m* breiten und 10 *m* langen Rollen mit verschiedenen Dicken erzeugt und mit breitköpfigen, 3 *cm* langen Drahtstiften (Dachpappestiften) an eine Dachschalung genagelt wird.

Die Dauerhaftigkeit dieser Dacheindeckung ist hauptsächlich von der Güte der Pappe und noch mehr von der Konservierung derselben abhängig. Gute Dachpappe soll sich weich und doch fest gearbeitet anfühlen und vollkommen mit Teer durchdrungen sein, so zwar, daß ein Versuchsstück, welches mehrfach durchlocht wurde, nach 24stündigem Liegen im Wasser gar keine Gewichtsvermehrung zeigen darf.

Je nach dem Zwecke der Eindeckung kann man Dachpappe verschiedener Qualität und Stärken anwenden und die Eindeckung auf 3 Arten ausführen (siehe die Fig. 1, 2 und 3 auf T. 49).

### 1. Die schlichte, einfache Deckung.

Bei dieser werden die einzelnen Pappestreifen parallel zur Traufe mit 8 *cm* Übergreifung auf die Dachschalung gelegt und an den Rändern von 7 zu 7 *cm* Entfernung auf die Dachschalung genagelt (Fig. 1, T. 49). Die Fuß- und Ortsäume werden nach Fig. 8, T. 49, um die Kante der Einschalung gebogen und mit einem Einbuge auf die Stirnseiten der Dachschalung genagelt, so daß die Nägel noch durch den Einbug greifen. Zwischen die Übergreifungsstellen der Pappestreifen wird noch vor dem Nageln heißer Steinkohlenteer eingestrichen.

Die schlichte Deckung dient zumeist bloß für kleinere Dachflächen, für ganz provisorische Dächer oder als Unterlage für Schiefer- oder Holzzementdächer.

### 2. Das Leistendach.

Bei dieser Eindeckung liegen die Dachpappestreifen (Scharen oder Bahnen) zwischen dreieckigen, auf die Dachschalung senkrecht zur Traufe genagelten Leisten (Fig. 2, T. 49). Über die letzteren werden schmale Dachpappestreifen genagelt.

Nachdem zuerst die Säume und Ixen gelegt und mit Nägeln angeheftet wurden, sind die Dreiecksleisten bei 1·00 *m* breiten Bahnen auf 0·99 *m* Entfernung (Mitte zu Mitte) von einer Giebelseite beginnend so auf die Schalung zu nageln, daß sie den Dachsaumstreifen um 10 *cm* übergreifen und am Firste 10 *cm* unter der Firstlinie enden. An beiden Enden sind diese Leisten abgeschrägt, damit die Kappstreifen keines Vorkopfes bedürfen. Zwischen den festgenagelten Leisten werden dann die Dachpappestreifen aufgerollt, längs den Leisten in die Ecken gedrückt, damit sie nicht hohl liegen, und mit Nägeln angeheftet. Am Firste läßt man die Scharen auf jeder Seite 8 *cm* über die andere reichen, so daß dort die Pappe auf 16 *cm* Breite doppelt liegt.

Über die Leisten werden 10 *cm* breite Dachpappestreifen — Kappstreifen — (Fig. 4, T. 49) und über den First 20 *cm* breite Firststreifen (Fig. 5, T. 49) aufgenagelt. Unmittelbar vorher sollen aber die zu überdeckenden Flächen mit heißem Teer angestrichen werden.

An den Giebelseiten liegen die Leisten nach Fig. 6 *a*, T. 49, mit einem Schenkel auf der Dachfläche und mit dem anderen in einer Ebene mit der Stirnseite der Einschalung. Darüber werden die Dachpappestreifen aufgenagelt. Schließen die Giebelwände mit einem Zierbrette ab, so wird der Pappestreifen nach der in Fig. 6 *b*, T. 49, angedeuteten Weise befestigt.

Die in den Dachflächen sichtbare Nagelung muß stets mindestens durch 2 Pappelagen reichen. Die Nägel sind auf mindestens 7 *cm* Distanz zu schlagen; beim Anheften, bei dem die Nägel überdeckt werden, genügt eine Distanz von 20 *cm*.

Das Leistendach kann auch mit Weglassung des Saumstreifens so ausgeführt werden, daß man alle Bahnen bis zur Dachtraufe hinabreichen läßt, sie dort so wie den Saumstreifen umbiegt und an die Stirnseite des Saumbrettes nagelt.

Als Rinne eignet sich für diese Dächer am besten die Hängerinne oder die Kastenrinne. Wird aber eine Saumrinne angeordnet, so soll auch der Dachsaum schon wegen des lästigen Abtropfens des Teeranstriches aus Blech hergestellt werden. Erfolgt aber die Herstellung des Saumes dennoch aus Pappe, so muß der Saum nach Fig. 7, T. 49, noch 15 *cm* von der Rinne überdeckt werden. Die Eindeckung der Dachfläche übergreift die Dachrinne, wie in der Figur angedeutet, um 8 *cm* und wird dort ebenfalls festgenagelt.

Die Dachixen und eventuell vorhandene Zwischenrinnen sollen stets mit einer doppelten Dachpappelage ausgedeckt und die beiden Lagen mit Holzzement zusammengeklebt werden; eine Blecheindeckung ist an diesen schwachen Stellen jedoch ratsamer.

Alle Maueranschlüsse (Kamine und Wandixen) sind nach Fig. 9, T. 49, in den Ecken mit Dreiecksleisten zu versehen. Über diese Leisten reicht die Eindeckung mit einem Aufbuge bis zur Mauerflucht. Schließlich wird noch ein Deckstreifen darübergenagelt, über welchen der Verputz greift.

### 3. Das Doppeldach.

Dieses besteht aus einer nach Fig. 1, T. 49, hergestellten, schlichten Eindeckung aus schwächerer Dachpappe, auf welche ein Leistendach (Fig. 3, T. 49) mit etwas stärkerer Dachpappe ausgeführt wird.

Das Leistendach wird mit heißem Holzzement auf die fertige, schlichte Eindeckung aufgeklebt.

### 4. Anstreichen der Dachpappedächer.

Der Anstrich der Pappedächer kann mit Steinkohlenteer oder mit verschiedenen Teerpräparaten (Dachlack genannt) ausgeführt werden; dem Teer wird zirka 15% Asphalt beigemengt.

Die Teeranstrichmasse wird mit langhaarigen Pinseln oder Bürsten in flüssigheißem Zustande auf die gereinigte (abgekehrte) Dachfläche aufgetragen. Solange der Anstrich noch weich ist, wird er mit Sand bestreut. Auf die gleiche Weise wird der Anstrich mit Dachlack vorgenommen, jedoch entfällt dabei das nachherige Bestreuen mit Sand. Der Anstrich soll nur bei trockener, warmer Witterung vorgenommen werden, im Winter eingedeckte Dächer können ohne Nachteil erst im Frühjahre bestrichen werden.

### 5. Grundsätze für die Herstellung und Erhaltung der Dachpappedächer.

Man sehe besonders auf:

*a*) richtige Dachneigung, 1:2·5 bis 1:5; steile Dächer lassen bei großer Hitze das ölige Material leicht abfließen und erschweren unnützerweise die Eindeckung;

*b*) dicht gefugte, womöglich gefalzte, ebene Einschalung mit schmalen, nicht über 20 *cm* breiten, mindestens 2·5 *cm* starken Brettern, damit beim Betreten keine Einsenkung stattfinde;

*c*) reichliche Überdeckung aller Nähte — mindestens 8 *cm* —, gute Nagelung in der Mitte der Bretter oder Leisten, wobei kein Nagel eine Fuge treffen darf; bei jeder Nagelung muß die Pappe doppelt liegen;

*d*) guten Anstrich mit heißem Teer (mit 15% Asphaltzusatz), dann eventuell Aufstreuen von scharfem und trockenem Sande ohne Steinchen, solange der Anstrich noch weich ist; man wähle zu dieser Arbeit ein trockenes, warmes Wetter;

*e*) gute Konservierung des fertigen Daches, d. h. Anstreichen desselben ein Jahr nach der Eindeckung, sodann zweimal jedes zweite Jahr.

Ein gut konserviertes Dachpappedach kann 15 und mehr Jahre erhalten bleiben, versäumt man aber, den schützenden Anstrich zu erneuern, so wird die Pappe spröde und geht bald zugrunde.

*f*) Sowohl bei der Neuherstellung als auch beim späteren Betreten des Daches muß man entweder barfuß gehen oder die Füße mit Lappen umhüllen, damit die Pappe mit den Stiefeln nicht durchgetreten werden kann.

### 6. Eindeckung mit teerfreier Dachpappe.

Von den einschlägigen Firmen werden teerfreie Dachpappen (Anduropappe, Ruberoit, Durolit usw.) in den Handel gebracht, die auch ohne Teeranstrich längere

Zeit erhalten bleiben und in 1 *m* breiten und 10 *m* langen Rollen geliefert werden. Diese eignen sich zur Eindeckung von Dachflächen oder vertikalen Wänden an Baracken u. dgl. Die Ausführung der Eindeckung ist gleich jener mit gewöhnlicher Dachpappe, nur sollen bei der schlichten Deckung die senkrecht zur Traufe laufenden Übergreifungen (Nähte) derart schief geschnitten werden, daß das Regenwasser nicht parallel zur Naht, sondern schief über diese ablaufen muß, daher auch in die Übergreifung nicht leicht eindringen kann. Die Nähte werden mit verschiedenen Teerpräparaten verklebt und die Nägel überstrichen.

## *H.* Holzzementeindeckung.

(Fig. 10, T. 49.)

Diese Eindeckung besteht darin, daß 3 bis 4 Lagen schwach geleimtes Packpapier mit 10 *cm* Übergreifung auf die Dachfläche aufgerollt und die einzelnen Lagen mit heißer, flüssiger Holzzementmasse überstrichen und zusammengeklebt werden. Darüber kommt noch eine 5 *cm* hohe Beschüttung von sandigem Lehm oder Schlick und oben 5 *cm* Kiesschotter.

Die Holzzementmasse (ein Gemenge von Steinkohlenteer, Steinkohlenteerpech, Schwefel, Harz und Teeröl, eventuell Unschlitt) ist in mäßig erhitztem Zustande flüssig und bei gewöhnlicher Temperatur hart, jedoch zähe und dehnbar, bekommt also selbst bei starkem Froste keine Risse und bildet daher in der Dacheindeckung eine undurchlässige Schichte.

Diese Eindeckung erfordert eine sehr geringe Dachneigung ($^1/_{20}$ bis $^1/_{30}$) und kann auf eine Bretterschalung oder auf eine gemauerte Absattlung gelegt werden.

Mit Rücksicht auf das Gewicht der Beschüttung soll die Einschalung mindestens 3 *cm* dick und alle 80 *cm* durch Sparren unterstützt sein; auch kann man, um das Durchbiegen einzelner Bretter beim Begehen des Daches zu verhindern, die Bretter falzen oder spunden.

Damit die Bewegung der Holzmasse durch das Schwinden und Quellen der Bretter sich der aufruhenden Holzzementschichte nicht mitteilen kann, muß zwischen der Schalung und der Eindeckung eine Isolierschichte eingeschaltet werden. Früher hat man für diesen Zweck auf die Schalung etwas feinen Sand aufgesiebt, heute bringt man dieselbe auf eine Lage schwache Dachpappe, welche auch dem Gebäude bis zur Herstellung der Holzzementeindeckung einen Schutz gewährt.

Sämtliche Dachränder müssen noch vor der Ausführung der Holzzementeindeckung mit Zinkblech eingefaßt werden, wie dies bei den Spenglerarbeiten erläutert wurde.

Nach bewirkter Verlegung der Dachpappe und Einfassung der Dachränder beginnt an einer Giebelseite die eigentliche Eindeckung mit Holzzement nach der eingangs beschriebenen Weise, wobei die Übergreifungen der Papierrollen nie übereinander liegen dürfen (Fig. 10 *a*). Zu beachten ist, daß unmittelbar nach dem Aufrollen einer Papierlage diese mittels einer langborstigen Bürste mit heißer Holzzementmasse überstrichen, die nächste Papierschichte, solange die Masse noch weich ist, darüber aufgerollt und mit einer weichen Bürste von der Mitte gegen die Ränder glatt gestrichen wird. Hierdurch werden sich die Papiere an die weiche Masse innig anschmiegen und alle Falten und Blasen verschwinden.

Die Blecheinfassung muß in der vollen Breite mit der ersten Papierlage überdeckt und gut verklebt werden. Auch sämtliche Übergreifungen der Papierränder, mit Ausnahme jener der untersten Lage, müssen in der ganzen Breite mit der Masse verklebt werden (bei der untersten Lage deswegen nicht, damit der Holzzement nicht an die Schalung oder Pappelage ankleben kann).

Um das Betreten der Papierlagen auf das notwendigste zu beschränken, werden alle Lagen, an einer Seite beginnend, hintereinander aufgerollt, so zwar,

daß die Dachfläche mit allen 3 bis 4 Lagen auf einmal bedeckt wird und die Erhärtung der Masse in allen Lagen ebenfalls gleichzeitig vor sich geht.

Auf die letzte Papierlage wird wieder flüssiger Holzzement sehr dick aufgestrichen und nach dessen Erstarrung die Beschüttung aufgetragen. Diese besteht zumeist aus einer 4 bis 5 *cm* hohen Schichte Lehm oder Straßenkot (Schlick) und einer zweiten 5 bis 6 *cm* hohen Schichte groben Kieselschotters, wobei unmittelbar hinter die Kiesleiste nur gröberer Kiesschotter geschüttet werden darf, damit das Wasser durchfließen kann (Fig. 10 *b*).

Zur Verstärkung der Holzzementschichte gegen Reißen u. dgl. kann zwischen je 2 Papierlagen eine Lage Jutestoff eingelegt und mit der heißen Masse verklebt werden.

Bei Ablaufrohren in Zwischenrinnen läßt man einen durchbrochenen Rohrstutzen (Fig. 10 *c*) 15 bis 20 *cm* über die Dachfläche emporragen, schließt ihn oben mit einem Deckel ab und legt ringsherum wie bei Kiesleisten bloß groben Schotter.

Zur Eindeckung mit Holzzement ist unbedingt trockenes, windstilles Wetter nötig, weil der Regen das Papier durchnäßt und der Wind dasselbe zerreißt.

Die Beschüttung soll die Holzzementschichte vor jeder Zerstörung durch Wind, Temperaturwechsel u. dgl. schützen, muß daher durchaus in der gehörigen Dicke aufgetragen und auch erhalten werden.

Nachdem durch diese dichte Bedachung der Luftzutritt zum Dachbodenraum abgesperrt wird, das Dachgehölze also verstocken könnte, so muß durch Anlage entsprechender Ventilationsöffnungen an den Stirnseiten oder an sonst geeigneten Stellen für eine Durchlüftung des Dachraumes vorgesorgt werden.

Auf flachen, mit einer entsprechenden Nachmauerung abgeglichenen Gewölben sowie auf Eisenbetondecken kann diese Eindeckung ebenso wie auf einer Schalung hergestellt werden.

Auf entsprechend starkem Dachgerüste, auf Gewölben u. dgl. kann man auf diesen sehr flachen Dächern ganze Gartenanlagen anlegen.

Diese Bedachung ist sehr schwer, bei solider Ausführung dauerhaft, erfordert die wenigsten Reparaturen und gestattet eine bessere Ausnützung der Dachbodenräume.

## *I.* Eindeckung mit Asbestzementschiefer (Eternitschiefer).

(Tafel 50.)

Dieses Deckmaterial besteht aus einem innigen Gemenge von Asbest und Portlandzement, welches mit hydraulischen Pressen zu 3 bis 4 *mm* dicken, verschieden großen Platten gepreßt und dann erhärten gelassen wird. Die fertigen Platten besitzen eine große Festigkeit gegen Zug, Druck und Stoß, sie haben glatte Oberflächen, stets gleiche Dicken und ziemlich geringes Gewicht, sie sind wasserundurchlässig, feuersicher, frost- und wetterbeständig, demnach ein sehr gutes Deckmaterial. Sie lassen sich so wie Naturschiefer bearbeiten; das Nageln der Platten kann jedoch direkt, ohne vorherige Lochung bewirkt werden.

Die Größe und Form der Platten ist je nach den im folgenden erklärten Deckungsarten und der sonstigen Bestimmung verschieden.

Normal sind die Platten lichtgrau, können aber verschiedene Färbungen erhalten.

### 1. Französische einfache Deckung mit überhängenden Spitzen.

Hierzu dienen quadratische Schablonsteine (Normalsteine) mit 30 oder 40 *cm* Seitenlänge, welche an zwei gegenüberliegenden Ecken abgestumpft sind (Fig. 1 *a*), ferner für den Abschluß an den Dachrändern Saumsteine (Fig. 1 *b*) und für die Traufe Saumunterlagssteine (Fig. 1 *c*).

Die Eindeckung kann auf einer horizontalen Einlattung (Fig. 1) oder auf einer Einschalung erfolgen.

Mit der Einlattung beginnt man an der Dachtraufe, indem die erste Latte parallel zur Traufenkante und mit Rücksicht auf die Steingröße samt Übergreifung in entsprechender Entfernung von derselben festgenagelt wird. Die übrigen Latten sind wieder mit Rücksicht auf die Plattengröße und Übergreifung so aufzunageln, daß die Oberkanten derselben mit den Spitzen der Steine zusammenfallen, darnach wird die Lattenweite bestimmt und stets genau eingehalten. Die Übergreifung der Steine kann 5 bis 10 *cm* betragen. Im vorliegenden Beispiele wurden 7 *cm* als in den meisten Fällen hinreichend angenommen. Sämtliche Dachränder, wie Firste, Grate, Ortsäume usw., sind auf die erforderliche Breite einzuschalen und können entweder mit Blech wie bei Schieferdächern eingefaßt oder, wie später erklärt wird, auch mit Eternitschiefer abgedeckt werden.

Wird eine vollständige Einschalung angeordnet, so sollen hierzu nur schmale, 10 bis 12 *cm* breite, trockene Bretter verwendet werden.

Die Eindeckung wird mit den Saumunterlagssteinen begonnen (Fig. 1, erste Reihe), welche unten 7 *cm* über die Schalung vorstehen. Jeder Stein wird mit 5 Nägeln befestigt. Darüber kommt eine zweite Reihe ganzer Steine (Quadrat- oder Normalsteine) voll auf Fug und zweimal genagelt. Hierauf erfolgt die genaue Austeilung der Platten mit Rücksicht auf deren Größe, indem die diagonale Breite (hier 50·9 *cm*), vom Ortsaum beginnend, sowohl auf der Saumeindeckung als auch am Firste genau vorgerissen und mit vertikalen Linien auf der Einlattung oder Einschalung aufgeschnürt wird. Die oberen Spitzen der Platten kommen in die Kreuzungspunkte der Lattenoberkanten und der vertikalen Aufschnürung zu liegen (s. Fig. 1).

Bei einer Einschalung kann auch eine horizontale Aufschnürung (hier mit 21·21 *cm*) vorgenommen werden, welche jedoch nicht unbedingt nötig ist. Es müssen dann die oberen Spitzen der Steine mit den Kreuzungspunkten der Aufschnürung zusammenfallen.

Nach der Aufschnürung beginnt die eigentliche Eindeckung mit den Saumsteinen (Ansetzern) nach der in Fig. 1, dritte Reihe, angedeuteten Weise, indem jeder Stein mit 2 Nägeln befestigt wird. Die weitere Deckung wird in der ganzen Dachfläche mit Normalsteinen fortgesetzt (siehe in der Fig. 1, vierte und fünfte Reihe) und jeder Stein mit 2 Nägeln befestigt. Außerdem erfolgt noch eine Befestigung der Platten durch Sturmklammern (*S*, Fig. 1) bei den überhängenden unteren Spitzen der Platten, indem noch vor dem Aufnageln der anschließenden Platte unter die abgestumpfte Ecke der vorherigen eine Sturmklammer derartig eingeschoben wird, daß der Stift der Klammer in der Fuge über die Eindeckungsfläche vorragt. Über diesen Stift wird der überdeckende Stein der nächsten Reihe mit dem vorhandenen Loche gesteckt und dann der Stift *S* nach unten gebogen und an die Oberfläche des Steines möglichst fest angedrückt.

Die Eindeckung der Ortsäume kann auf die in Fig. 1 angedeutete Weise mit Halbsteinen, ähnlich wie bei der Schiefereindeckung erfolgen oder mit Blech (siehe Spenglerarbeiten) bewirkt werden.

Die Eindeckung der Ixen kann mit eigens geformten und den jeweiligen Dachneigungen entsprechenden Ixensteinen (Fig. 2 *a*) oder besser mit Blech erfolgen. Bei Anwendung von Ixensteinen wird die Eindeckung nach Fig. 2 durchgeführt. Bei einer Blechixe müssen die anschließenden Steine die Blechränder 10 bis 15 *cm* übergreifen. Bei der Eindeckung auf Latten muß die Ixe in beiden Fällen auf die notwendige Breite mit Brettern verschalt werden.

Die Abdeckung der Grate und Firste kann wie bei der Schiefereindeckung mit übergreifenden Deckgebinden erfolgen oder auch, wie in Fig. 3 und 3 *a* dargestellt, mit Hohlsteinen (Fig. 3 *b*) bewirkt werden, welche auf eine über die Dachfläche vorragende Latte genagelt werden. Bei den Übergreifungen

kann außerdem eine Befestigung mit Klammern erfolgen, welch letztere unter die überdeckenden Steine genagelt und über die Ränder derselben aufgebogen werden.

Bei Graten erfolgt der Abschluß mit entsprechend zugehauenen Platten (Ausspitzern, Fig. 3 *a*, *1*, *2*, *3*).

Die Maueranschlüsse werden am besten wie bei der Schiefereindeckung mit Blech bewirkt. Man kann hierzu aber eigene Winkelsteine (Fig. 4 *c*) anwenden, welche, längs der Mauer mit Übergreifung gelegt, an die Dachschalung genagelt und an der Mauer verputzt werden. Die Eindeckung reicht über die Winkelsteine bis zur Mauer und kann entweder nach Fig. 4 *a* oder besser mit einem durchlaufenden Deckgebinde nach Fig. 4 *b* ausgeführt werden.

### 2. Französische einfache Deckung ohne überhängende Spitzen.

Diese Deckungsart (Fig. 5) unterscheidet sich von der vorerwähnten bloß durch die Lage der Steine. Die vertikale Aufschnürung ist ebenso durchzuführen wie früher und beträgt bei 40 *cm* großen Steinen und 7 *cm* Übergreifung 46·67 *cm*; statt der horizontalen Aufschnürung ist aber eine diagonale, genau unter 45° zum Dachsaume notwendig, welche im angenommenen Beispiele $40 - 7 = 33$ *cm* beträgt. Sonst ist diese Eindeckung wie die mit überhängenden Spitzen auszuführen.

### 3. Deutsche einfache Deckung mit Quadratsteinen.

Diese Deckungsart (Fig. 6) ist gleich der einfachen Schiefereindeckung, sie erfordert bloß auf Schalung eine diagonale Aufschnürung oder eine diagonale Einlattung genau unter 45° mit der Lattenweite $L = l - ü$, daher bei 40 *cm* großen Quadratsteinen und 7 *cm* Übergreifung $40 - 7 = 33$ *cm*.

Bei flachen Dächern sollen wegen Schneelast und Winddruck noch Zwischenlatten angebracht werden (Fig. 6), in welchem Falle die Lattenweite $L = \frac{1}{2}(l - ü)$ und bei vorstehender Annahme $\frac{1}{2}(40 - 7) = 16{\cdot}5$ *cm* ist.

Im übrigen erfolgt die Ausführung so wie unter 1.

### 4. Doppeldeckung mit Quadratsteinen.

Diese Eindeckung (Fig. 7) ist so wie die doppelte Schiefereindeckung auszuführen. Die Steine übergreifen sich überall doppelt, stellenweise auch dreifach. Die einzelnen Reihen liegen voll auf Fug. Die Deckung kann auf Einschalung (Fig. 7 *a*) oder auf horizontaler Einlattung (Fig. 7 *b*) erfolgen. Die Lattenweite ist allgemein $\frac{1}{2}(l - ü)$ und im vorliegenden Beispiele $\frac{1}{2}(40 - 5) = 17{\cdot}5$ *cm*. Bei einer Einschalung ist eine horizontale Aufschnürung gleich der Lattenweite notwendig und in beiden Fällen auch eine vertikale Aufschnürung gleich der Steingröße (30 oder 40 *cm*) vorteilhaft, aber nicht unbedingt erforderlich.

Die Anbringung von Sturmklammern kann bei dieser Eindeckung entfallen.

### 5. Mauer- und Wandverkleidungen.

Nach vorangeführten Deckungsarten können mit Eternitschiefern auch vertikale Mauern und Wände auf Einschalung oder Einlattung verkleidet werden (Fig. 8 *a* und *b*). Hierbei ist ganz so vorzugehen wie bei Dacheindeckungen, nur werden meistens kleinere Platten mit 20 *cm* Seitenlänge angewendet.

Eine dekorativ bessere Ausstattung erhalten Wandverkleidungen durch die Anwendung von schuppenförmigen Streifen, welche in horizontalen Reihen mit Übergreifung auf eine Einschalung genagelt und an den Rändern mit durchlaufenden Deckgebinden eingefaßt werden.

Bei feuchten Mauern ist es ratsam, zwischen der Mauer und Einschalung einen Luftraum zu schaffen, welcher durch seitwärts angebrachte, mit Drahtgittern verschlossene Öffnungen mit der Außenluft in Verbindung gesetzt wird.

### 6. Deutsche Deckung mit rhombusförmigen Steinen.

(Fig. 1, T. 97.)

Die rhombusförmigen Eternitsteine, Fig. 1, T. 97, werden auf eine horizontale Einlattung mit 7 bis 10 *cm* Übergreifung, wie Fig. 1 *b* zeigt, genagelt, hierbei kann die Übergreifung nach den jeweiligen Verhältnissen in horizontaler oder seitlicher Richtung verschieden groß gewählt werden, ebenso kann diese in horizontaler Richtung gegen den First zu allmählich abnehmen und dementsprechend die Lattenweite gegen den First zu immer größer angeordnet werden.

Je nach der Wetterseite kann die seitliche Überdeckung entweder links oder rechts angeordnet werden. Sturmklammern sind nur bei Anwendung größerer Steine und bei exponierter, dem Sturme ausgesetzter Lage notwendig, sonst aber entbehrlich.

Die Deckung wird, wie die Fig. 1 *b* zeigt, an der Traufe ohne „Ansetzer" mit schmalen, möglichst langen Unterlagssteinen begonnen und in ganzen Scharen bis zum First fortgesetzt. Die Lattung ist entsprechend der Schieferübergreifung einzuteilen. Die Abdeckung der Ortsäume mit Saumsteinen kann bei dieser Eindeckungsart zweckmäßig entfallen, die Deckung von Firsten und Graten erfolgt in der bei den anderen Eindeckungsarten auf S. 360 angegebenen Weise.

Außer den angeführten technischen Vorteilen bietet die rhombische Deckung infolge der günstigen Schattenwirkung auch einen architektonisch gefälligen Anblick, besonders bei Verwendung von Eternitschiefer in brauner Farbe.