

doppelten Versatzung muß der innere Absatz tiefer liegen. Man macht gewöhnlich  $\frac{1}{6} h$  die äußere und  $\frac{1}{4} h$  die innere Versatzung, während der eventuelle Zapfen  $\frac{1}{3} h$  tief ist und auf  $\frac{1}{3} b$  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 zu wenig 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—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 stößt (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 in nichts anderem, als 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 Tramwechsellern 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-, bezw. Sprengwerk (T. 4, Fig. 1, 4—7 und Fig. 27—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 dem 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—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 Hängeböcken (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—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 versetzt werden, verhindert die sonst unvermeidliche Schwächung des Bundtrams durch die Versatzung und kann bei eingetretener Schadhaftheit leicht ausgewechselt werden.

Bei leichter Konstruktion kann der Schuh auch nach Fig. 11 angeordnet werden, wobei die Strebe nur stumpf an die Hirnseite des Schuhs 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 Boden entweder senkrecht zur Richtung der Streben oder besser senkrecht zum Bundtram gestellt wird. Bei leichteren Hängwerkskonstruktionen 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 anschiffet 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 entweder die Streben mittels Bildung eines Vorkopfes oder es kann die Verbindung ähnlich wie in Fig. 14, T. 4, erfolgen.

Beim doppelten Hängwerk wird die Verbindung der Hängsäulen mit Streben und Spannriegel in analoger Weise vorgenommen, wie beim einfachen Hängwerk; siehe Fig. 22—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 Schraubenmutter. 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 dazwischen liegenden 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 hiefür 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 versetzt 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.

Mehrfache Unterstützungen können durch Kombination mehrerer Sprengwerke, etwa nach Fig. 29, T. 4, gebildet werden. Fallen hiebei 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 versetzt 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 versetzt, eventuell auch verzapft und zumeist auch verbolzt.

Die als Doppelzangen angeordneten Bundbalken werden mit den Ständern, Streben und Hängsäulen verbolzt, eventuell auch überschritten. 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-, bezw. 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, Sprengwerke 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 Hängwerke solche Konstruktionen, bei denen dieser Horizontalschub — ähnlich wie bei Hängebrücken — nach innen gerichtet ist.

Nach dieser Bezeichnung wären Fig. 41—43, T. 4, einfache Sprengwerke mit Bahn oben, bezw. Bahn in der Mitte, bezw. Bahn unten; Fig. 44—46, T. 4, doppelte Sprengwerke mit Bahn oben, bezw. Bahn in der Mitte, bezw. Bahn unten; Fig. 47—49, T. 4, einfache Hängwerke mit Bahn oben, bezw. Bahn in der Mitte, bezw. Bahn unten; Fig. 50—52, T. 4, doppelte Hängwerke, mit Bahn oben, bezw. Bahn in der Mitte, bezw. Bahn unten.

Bei dieser Art der Unterscheidung gibt es noch weitere allgemeine Merkmale, welche für die Konstruktion und Wirkungsweise der Spreng-, bezw. 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—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 übereinander gelegten, 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