

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 $+ 8^{\circ} \text{C}$ 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 größerer 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 behauenen 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 *ab* und *cd* 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 manns hohe 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 **A b b i n d e n** erfolgt zumeist am Zimmerplatze. Die zusammengehörigen Teile müssen dabei durch Einhacken oder Einbrennen von je gleichen Ziffern erkenntlich gemacht werden, damit sie beim späteren **A u f s t e l l e n** oder **A u f s c h l a g e n** 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. **V e r l ä n g e r n** der Hölzer; 2. **V e r b r e i t e r n** der Hölzer; 3. **V e r s t ä r k e n** der Hölzer, um ihr Tragvermögen zu erhöhen; 4. **V e r k n ü p f e n** 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 Längsachse abgesägt werden.

1. Verlängern der Hölzer.

(Tafel 2.)

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

a) **D u r c h d a s S t o ß e n** 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 **g e r a d e n S t o ß**, 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 Holz-**z a n g e n** (Fig. 13) verstärkt werden.

Fig. 6 zeigt den **s c h i e f e n S t o ß**, 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 Längensachsenrichtung.

Beim schiefen Hakenblatt (Fig. 11) soll ebenfalls durch die ineinandergreifenden Haken ein Auseinanderziehen der Balken in der Längensrichtung verhindert werden, nachdem aber die Abscherungsflächen xy 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 xy 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 aneinandergedrückt und zumeist an Unterlagshölzer u. dgl. festgenagelt. Bei Blockwänden oder Dippeldecken (Fig. 28) werden die aneinandergestoßenden 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, hineingedrückt 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 $3h$ ist, sich zur Tragfähigkeit eines einzelnen Balkens wie $(3h)^2 : h^2 = 9h^2 : h^2$ 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 $\frac{1}{9}$ 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 $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{12}$ der freien Länge nicht überschreiten. Die Länge der Zähne beträgt gewöhnlich das Doppelte und die Höhe derselben $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ der Trägerhöhe.

Verzahnte Balken werden zumeist auf folgende Art hergestellt: Die übereinanderliegenden Balken werden zuerst auf $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{200}$ 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 Tramauflegerflächen 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 $\frac{1}{9}$ 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 andererseits die Unverschieblichkeit der miteinander verschraubten Balken auf sehr einfache Weise durch Eintreiben von verschiedenen 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 $\frac{1}{5}$ 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, $\frac{1}{5}h$ 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 $\frac{1}{10}h$ 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 $\frac{4}{5}h$ bis h breit und $\frac{3}{10}h$ 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 übereinandergelegten 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) Klötzeholzträger.

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

entstehen die sogenannten Klötzeholzträger (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 Klötzeholzträger 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 Ecküberblattung (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 Schwabenschwanz 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 $\frac{1}{3}b$ breit und $\frac{1}{3}h$ 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 $\frac{1}{3}$ der Holzbreite und heißt Gurgel, das hineinpassende Stück ist der Zapfen.

Der Kreuzzapfen (Fig. 15) leistet mehr Widerstand gegen Verschiebung und wird $\frac{1}{4}h$ 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 ab 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 $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{6} h$ 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 $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ der Höhe des versetzten 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 $\frac{1}{6} h$ die äußere und $\frac{1}{4} h$ die innere Versatzung, während der eventuelle Zapfen $\frac{1}{3} h$ tief ist und auf $\frac{1}{4} b$ 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 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 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 H ä n g w e r k. Wird aber der Tragbalken an einem oder mehreren Punkten durch eine unterhalb angebrachte Holzkonstruktion unterstützt, so ist dies ein S p r e n g w e r k.

Erfolgt die Unterstützung des Tragbalkens in beiden Fällen an einem Punkte, so entsteht ein e i n f a c h e s, an zwei Punkten ein d o p p e l t e s und an mehreren Punkten ein z u s a m m e n g e s e t z t e s H ä n g- bzw. S p r e n g w e r k (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 e i n f a c h e H ä n g w e r k (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 d o p p e l t e H ä n g w e r k (Fig. 4, T. 4) hat außer dem Hauptbalken *B* und den beiden Streben *S* zwei Hängsäulen *H* und einen Spannriegel *R*. *Brüstriegel*

Das m e h r f a c h e (zusammengesetzte) H ä n g w e r k 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.

D e t a i l v e r b i n d u n g e n b e i m H ä n g w e r k. 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 leichterer 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 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 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 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 Schraubenmutter. Da aber die ganze Last nur von den beiden Schraubenmutter 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 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, 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 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- 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, *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 Bezeichnungen wären Fig. 41 bis 43, T. 4, *einfache Sprengwerke* mit Bahn oben bzw. Bahn in der Mitte bzw. Bahn unten; Fig. 44 bis 46, T. 4, *doppelte Sprengwerke* mit Bahn oben bzw. Bahn in der Mitte bzw. Bahn unten; Fig. 47 bis 49, T. 4, *einfache Hängwerke* mit Bahn oben bzw. Bahn in der Mitte bzw. Bahn unten; Fig. 50 bis 52, T. 4, *doppelte Hängwerke* 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 Feuergefahr bei Holzwänden besondere Vorsicht.

Geeignete Anstriche schützen gegen die Zerstörung durch Witterungseinflüsse, eventuell auch gegen Feuergefahr (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 schachbrettformig 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 Zwingen entfernt werden. Bei über 2 *m* langen Pfählen wird außer der festen Zwinge noch eine lose Zwingen nahe am oberen Ende der Pfähle mit Bolzen an die Endpfähle, eventuell auch an einem Mittelpfahl festgeschraubt. Diese Zwingen 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 (Pfoften) 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 verschaltete 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 Abteuerungswand 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 Rollschale abgedeckt und unter diese eine Isolierschicht aus Asphaltpappe u. dgl. angeordnet.

Die Zwischenräume des Gerippes (Fache) werden bei Riegelwänden durch halbziegelstarkes Mauerwerk ausgefüllt. — Die Gerippthölzer 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 andererseits 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 versetzt. 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 Fachwerk wänden 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 Gerippthölzer 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. gefertigte, leichte Isoliertafeln (sogenanntes KB-Material) empfohlen.

Kleiner - Bookmaier

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, Kohlenlöschel u. dgl. ausgefüllt werden.

Für Scheidewände dienen manchmal auch doppelte, nach Fig. 25, T. 5, in gekreuzter Lage verschaltete Bretterwände, ohne Gerippe, welche an beiden Wandflächen mit einem Mörtelverputz versehen (stukkatur) werden. (Verschaltete 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 Bretterplanen bzw. Staket. 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 abgehend, 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 die Herstellung 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 leichter Handhabung und bequemer Arbeit zumeist waldkantig behauen.

A. Gewöhnliche Baugerüste.

1. Bock- oder Schragengerüste.

Dieser bedient man sich bei Höhen bis zu 4·00 *m*, bei leichtem Baumaterial 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-