



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Die Konstruktionen in Holz**

**Warth, Otto**

**Leipzig, 1900**

Zweites Kapitel. Die einfachen Holzverbindungen.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77962](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77962)

## Die einfachen Holzverbindungen.

## § 1.

## Allgemeines.

Jede Holzkonstruktion besteht aus mehreren Stücken, deren Anzahl durch die Form und Zweckbestimmung der Konstruktion und durch die Größe der zur Verfügung stehenden Hölzer bestimmt wird. Diese einzelnen Teile müssen aber zu einem einzigen festen und unverschieblichen Ganzen vereinigt werden, was eine feste Verbindung der einzelnen Verbandstücke untereinander erfordert. Diese Verbindung wird in der Hauptsache und wurde bei den älteren Konstruktionen ausschließlich durch entsprechende Gestaltung der Hölzer selbst unter Verwendung von Holznägeln und Holzkeilen erreicht. Es wurden eine Menge der verschiedensten Zusammenfügungen, zum Teil sehr künstlicher Art, erfunden, die heute nicht mehr zur Anwendung kommen und nur noch historisches Interesse besitzen, da heute das Eisen in Form von Bändern, Schrauben, Klammern und dergl. ein vorzügliches Hilfsmittel zur Erreichung erhöhter Festigkeit bei einfacher Verbindungsweise gewährt. Je nach dem Zweck, dem die Verbindung dienen soll, unterscheidet man:

- A. Verlängerung der Hölzer,
- B. Verdickung oder Verstärkung derselben,
- C. Verbreiterung derselben,
- D. Verknüpfung derselben,
  1. Die Hölzer liegen in einer Ebene.
  2. Die Hölzer liegen in verschiedenen Ebenen.

## § 2.

## Die Hilfsmittel der Verbindung.

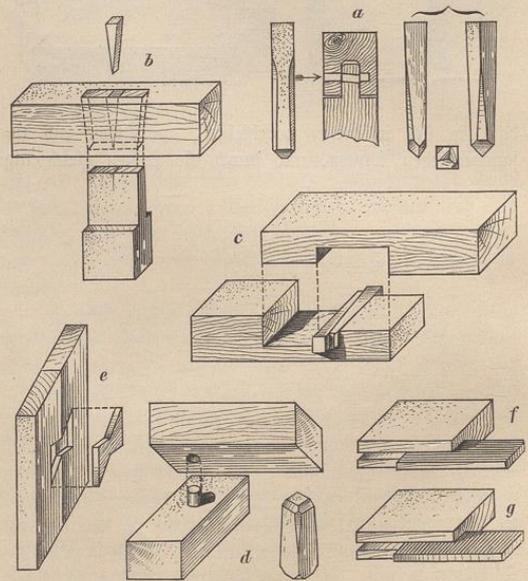
## 1. Aus Holz.

Als Verbindungsmittel aus Holz stehen zur Verfügung: Nägel, Keile, Dübel, Schwalbenschwänze und Federn.

Holznägel, Fig. 20 a, dienen zur Verbindung zweier verbohrten Hölzer, wobei das Loch des eingeschobenen Zapfens etwas schräg gebohrt wird, so daß sich der Nagel, der gewöhnlich aus Kiefernholz gefertigt wird, etwas pressen muß.

Bei den ausgebildeten Holzarchitekturen erhalten die Nägel häufig einen sichtbar bleibenden, vorstehenden Kopf, der mehr oder weniger reich geschnitzt wird; Fig. 21 zeigt solche sorgfältig geschnitzte Holznägel von Schweizer Bauten.<sup>1)</sup>

Fig. 20.



Keile, Fig. 20 b und c, werden verwendet, um durch Eintreiben an passender Stelle eine Holzverbindung zu schließen und fest zu machen; sie werden aus Hartholz — Eichenholz und Buchenholz — gefertigt, und fanden insbesondere bei den älteren Konstruktionen ausgebreitete Anwendung.

Dübel oder Dollen, rund, oder besser, weil sie sich in der Ausbohrung festpressen, abgekantet prismatisch,

1) Gladbach, Die Holzarchitektur der Schweiz.

Fig. 20 d, dienen zur Verbindung zweier neben- oder übereinander liegenden, gewöhnlich sich kreuzenden Hölzer, und werden am besten aus Eichen- oder Buchenholz gefertigt.

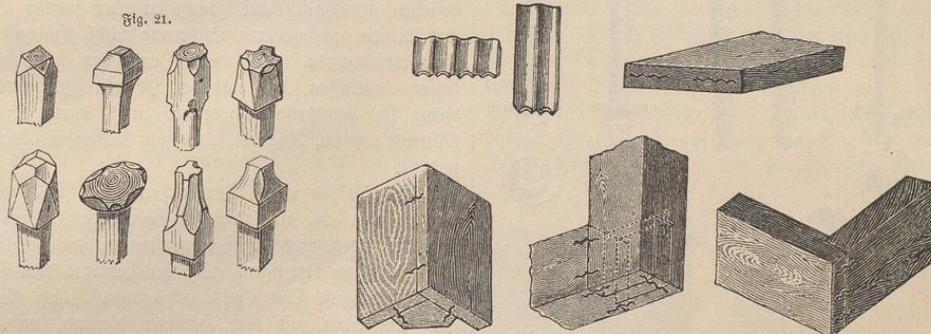
Schwalbenschwänze, Fig. 20 e, aus Hartholz dienen zur Verbindung zweier aneinanderstoßenden Hölzer, werden aber nur wenig verwendet.

Federn, Fig. 20 f und g, sind linealartige Holzstreifen und dienen zur Verbindung nebeneinander liegender Hölzer (Bretter); man unterscheidet Langholzfedern, Fig. 20 f, mit längslaufenden Fasern, die aber wenig widerstandsfähig sind und der Länge nach leicht durch-

brechen, wenn diese Verbindungen den Witterungseinflüssen keinen genügenden Widerstand bieten. Auch sollen die Wellblechnägel nicht nur Risse, die sich im Holzwerk bilden, am Weiterpalten hindern, sondern der Bildung solcher Risse durch rechtzeitiges und sachgemäßes Verbinden der betreffenden Holzfasern vorbeugen. Die Anwendung scheint sich aber nur bei hartem Holze zu bewähren.<sup>1)</sup>

Die Splintbolzen, Fig. 23 A, bestehen aus einem Schaft a, dem Kopfe b, der Unterlagscheibe c und dem Splinte d, der Schaft kann runden oder eckigen Querschnitt haben, der Kopf ist gewöhnlich quadratisch, die Unterlagscheibe ist rund oder eckig, und hat den Zweck,

Fig. 22.



brechen, und Hirnholzfedern, Fig. 20 g, mit querlaufenden Fasern, wie solche bei den Riemen- und Parkettboden verwendet werden. Zur Verbindung von Harthölzern verwendet man am besten Weichholzfedern (Erlenholz), zur Verbindung von Weichhölzern dagegen besser Hirnholzfedern aus Hartholz (Eichenholz).

## 2. Aus Eisen.

Als Verbindungsmittel aus Eisen sind zu nennen: Nägel, Bolzen, Schrauben, Bandeisen, Klammern, Schienen und Winkel.

Die Nägel, die am meisten als Verbindungsmittel benutzt werden, sind ihrer Form nach sehr verschieden, aber auch so bekannt, daß sie keiner weiteren Auseinandersetzung bedürfen; erwähnt seien nur die großen geschmiedeten Nägel (Spizbolzen, Sparrennägeln, Schiffsnägeln) mit rundem, rechteckigem oder dreieckigem Schaft; die letzteren benutzt man gern, wenn sie in das Hirnholz eines Verbandstückes eingetrieben werden sollen, da sie in diesem fester haften, als die mit rundem oder rechteckigem Schaft.

Eine besondere Art Nägel bilden nach amerikanischem System die sogenannten Wellblechnägel, die aus hartem gewelltem Bandstahl hergestellt werden, Fig. 22. Sie sollen dazu dienen, das Leimen und das Verbinden der Holzteile mit Zapfen oder Schrauben zu ersetzen, besonders

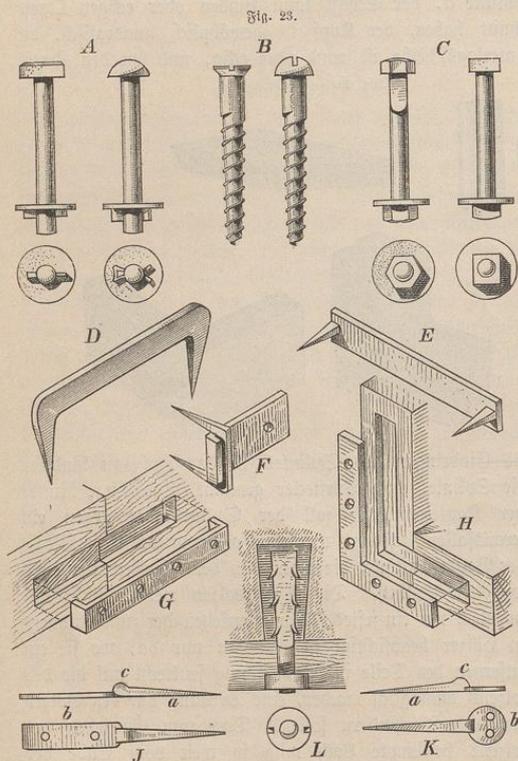
das Eindringen des Splintes in das Holz zu hindern. Die Splinte, auch Vorstecker genannt, sind kurze Rund- oder Kanteisenstücke; soll der Splint aber gegen ein Herausfallen gesichert werden, so verwendet man Bleche oder Bandeisenstücke, die man nach dem Einstecken abbiegt (doppelter Splint). Die Splintbolzen werden nicht angewendet, wo ein festes Zusammenziehen der zu verbindenden Hölzer beabsichtigt ist, sondern nur da, wo sie ein Entfernen der Teile in der Richtung senkrecht auf die des Bolzens unmöglich machen, eine Drehung um den Bolzen aber nicht verhindern sollen. Das zum Einziehen des Bolzens bestimmte Loch muß so weit vom Ende des Holzes entfernt sein, daß dessen Ausreißen nicht zu befürchten ist.

Die Holzschrauben, Fig. 23 B, geben eine festere und sichere Verbindung als die Nägel und bilden eine jederzeit wieder lösbare Verbindung. Gewarnt sei vor der Anwendung von Nägeln mit Schraubenköpfen (Schein-schraubenstifte), die den Schein erwecken sollen, als sei die Verbindung mit Holzschrauben bewirkt, denen aber natürlich nur die Wirkung von Nägeln zukommt.

Die Mutter-schrauben (Schraubenbolzen), Fig. 23 C, bestehen aus einem cylindrischen Schaft mit

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1893, Seite 264.

Kopf und eingeschnittenem, scharfgängigem Gewinde mit vier- oder sechskantigen Müttern, die auf Unterlagscheiben sitzen, um beim Anziehen der Mutter das Einschnitten in das Holz zu verhindern. Damit sich der Bolzen beim Anziehen der Mutter nicht dreht, wird entweder der eckige Kopf in das Holz eingelassen, oder es wird ein Teil des Schaftes zunächst dem Kopfe viereckig gestaltet. Bei kleinen Bolzen und weichem Holze wird auch beim Kopfe eine Unterlagscheibe eingelegt.



Für alle Bolzen müssen die Löcher gebohrt werden, und es ist darauf zu achten, daß der Durchmesser weder zu groß noch zu klein wird; im ersteren Fall würde der Bolzen schlottern und nicht fest sitzen, im letzteren Fall müßte er mit Gewalt eingetrieben werden, wodurch der Kopf Schaden leiden und das Holz zerprengt werden kann.

Nietnägel werden bei den Holzkonstruktionen, abgesehen vom Schiffbau, fast nicht verwendet, da sie wohl eine billige und feste, aber keine lösbare Verbindung ermöglichen, und zur Herstellung des Schließkopfes die Mitwirkung des Schmiedes oder Schlossers notwendig machen.

Spizklammern sind mehr oder weniger lange Kanteisenstücke mit rechtwinkelig abgelenkten Spitzen; sie finden Anwendung sowohl zu vorübergehenden Konstruktionen, beim Gerüstbau, beim Zurichten der Hölzer u. s. w., Fig. 23 D, sowie als bleibendes Verbindungsmittel, in welchem Fall sie gewöhnlich die Form Fig. 23 E annehmen.

Krampen, Fig. 23 F, sind kurze Klammern mit längeren Spitzen; sie dienen zur Befestigung von Eisenbahnschienen auf Holzwerk, gewöhnlich in Verbindung mit geschmiedeten Nägeln oder Schraubenbolzen.

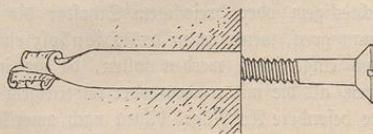
Schienen, Winkel, Verbindungsplatten zeigen je nach ihrer Zweckbestimmung verschiedene Formen; sie bestehen gewöhnlich aus Flacheisen oder starken Blechen und dienen zur weiteren Sicherung nicht genügend fester Holzverbindungen. Sie werden entweder aufgelegt oder besser eingelassen, und mit den Hölzern (und unter sich, wenn sie paarweise angeordnet sind) durch Krampen, Mutter-schrauben, Nägel u. s. w. gut verbunden, Fig. 23 G und H.

Bankstifte oder Bankeisen, Fig. 23 J und K, wendet man an, um zwei sich kreuzende Hölzer untereinander, oder, was häufiger vorkommt, um Holzteile an Mauerwerk zu befestigen. Sie bestehen aus dem Dorn a, von viereckigem Querschnitt mit einem Aufsatz (Nase) c, zum Eintreiben mit dem Hammer dienend, und einem runden oder langgestreckten Lappen b, in dem sich Löcher zum Einziehen von Nägeln oder Schrauben befinden.

Steinschrauben, Fig. 23 L, sind quadratische Kanteisenstücke mit aufgeschauenen Kanten, an dem einen Ende rund geschmiedet und mit Schraubengewinde und Mutter versehen. Sie dienen zur Befestigung von Holzteilen an Mauerwerk, indem das aufgeschauene Ende in einer schwalbenschwanzförmig gestalteten Vertiefung eingepiast oder eingeklebt, das Holzstück übergeschoben und dann durch Anbringen der Mutter befestigt wird. Die Mutter wird vielfach bündig in das Holz verankert, wie z. B. bei Befestigung der Futterrahmen und dergl.

Die Rohrschrauben, Fig. 24, dienen demselben Zweck wie die Steinschrauben; sie bestehen aus einer

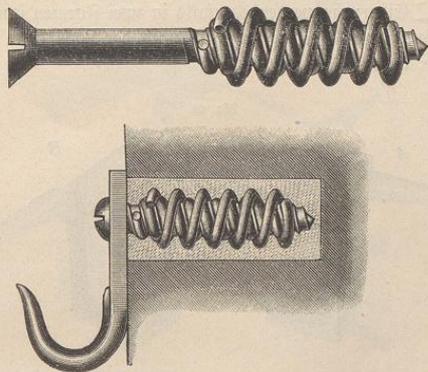
Fig. 24.



scharfgängigen Schraube, die in eine röhrenförmig gestaltete und im Mauerwerk eingepiastete Mutter eingeschraubt wird. Vornehmlich zur Befestigung der Futterrahmen werden sie

in neuerer Zeit mehr und mehr an Stelle der Stein-  
schrauben verwendet.

Fig. 25.

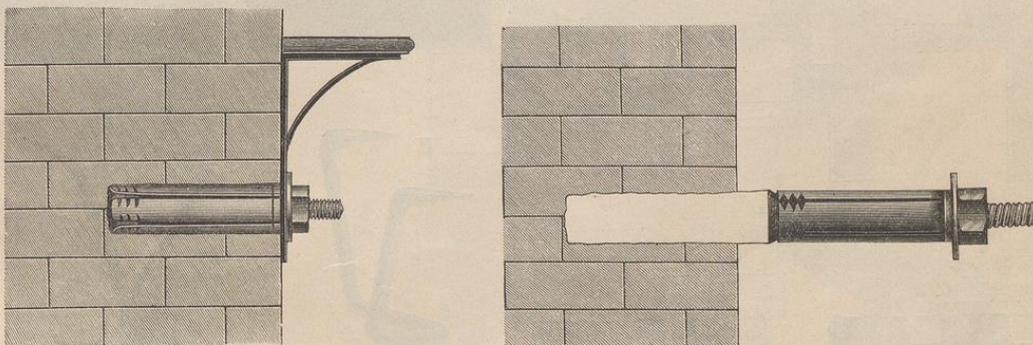


Die sogenannten Doppel-Spiraldübel, Fig. 25,  
dienen ebenfalls zur Befestigung von Holzern an Mauer-

ungespreiztem Zustande entsprechend, wird ein Loch so tief  
in das Mauerwerk eingehauen, daß die Keilverschraubung  
bis zur Rosette eingeschoben werden kann. Zieht man  
nunmehr die Schraubennutter an, so dreht sich der Bolzen  
nach außen, das Vierkantende, das sich zwischen die losen  
Flügel einpreßt, treibt diese auseinander, und bei vollem  
Anziehen der Mutter sitzt die Keilverschraubung in der  
Öffnung fest, ohne daß die Anwendung irgend eines  
Bindemittels erforderlich wäre. Sie ist somit jederzeit  
wieder lösbar, besitzt außerordentlich große Festigkeit und  
wird für die verschiedenartigsten Zwecke verwendet.

Die Stahl-Hohldübel von Franz Spengler in  
Berlin, Fig. 27, bestehen aus eigentümlich zugespitzten mit  
diamanthatiger Spitze versehenen Rohrstückchen aus Hart-  
gußstahl, die sich einfach mittels Hammerschlägen in den  
härtesten Stein bündig eintreiben lassen, ohne Zersplitte-  
rung oder Beschädigung des Verputzes und ohne einer  
Vorbohrung zu bedürfen; die Rohrstückchen werden mit  
(Holz-) Spaltspänen ausgefüllt und in diese dann die  
Nägel, Kloben, Haken u. s. w. eingetrieben. Dadurch ge-

Fig. 26.



wert, werden aber auch zur Verwendung für viele andere  
Zwecke, als Bilder- und Spiegelhaken und dergl. geliefert;  
sie bestehen aus einer scharfgängigen Schraube, die in  
eine doppelt gewundene Drahtspirale eingeschraubt wird.  
Diese Drahtspirale wird mit eingedrehter und zuvor ein-  
gefetteter Schraube in eine mit einem Bohrer hergestellte  
Öffnung eingepipst; die Schraube kann, sobald der Gips  
fest geworden, gelöst und der betreffende Gegenstand be-  
festigt werden.

Die lösbaren Keilverschraubungen (Patent Giffé  
& Fehr in Hamburg), Fig. 26, bestehen aus einem  
Schraubenbolzen, dessen eines Ende vierkantig und sich  
keilförmig verdickend gestaltet ist; um den Bolzen liegen  
lose, nur durch einen umgelegten Draht gehalten, vier  
Platten, die an dem unteren Ende mit Einkerbungen ver-  
sehen sind. Dem Durchmesser der Keilverschraubung in

winnen die eingeschlagenen Teile vollständig sicheren Halt,  
und können, wenn notwendig, ohne Verletzung des Ver-  
putzes wieder ausgezogen werden. Zur Befestigung von  
schwereren Kloben dienen flachgedrückte Hohldübel, Fig. 27 d,  
und zur Befestigung von Gegenständen, die nicht genagelt  
werden können, erhalten die Hohldübel ein Bleifutter, das  
die Befestigung mit Holz- und Metallgewindeschrauben  
gestattet, Fig. 27 c. Einige Anwendungen sind in Fig. 27  
e bis h gegeben.

Fig. 27\* zeigt noch Thiekes eiserne Dübel mit  
Holzeinlage, die sich leicht in die Fugen eintreiben  
lassen, und hier und da mit Vorteil Verwendung finden  
können.

Die zunehmende Verwendung des Eisens im Hochbau  
hat verschiedene Konstruktionen hervorgerufen, die die un-  
mittelbare Befestigung von Holz an Eisen bezwecken, ohne

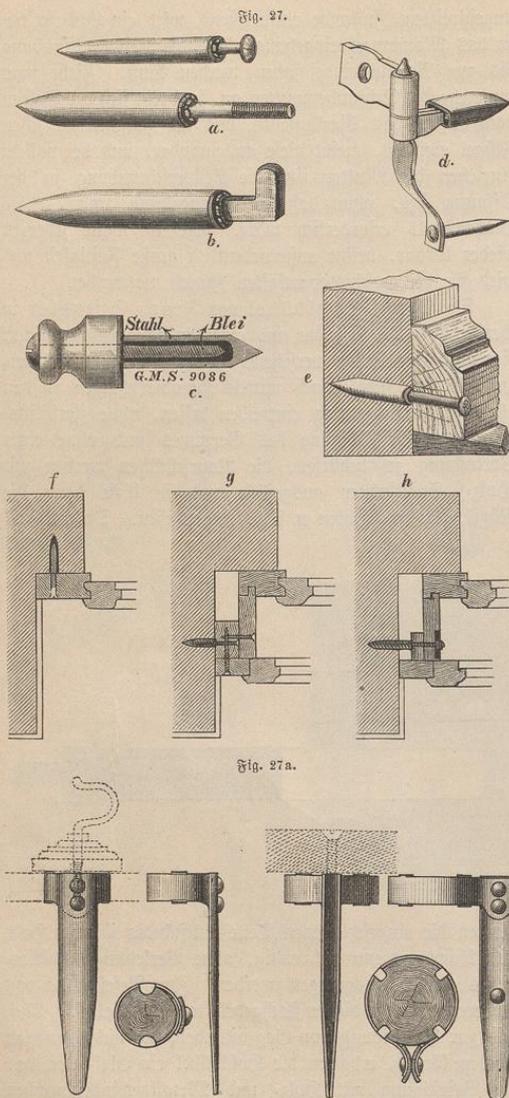


Fig. 27a.

daß das Bohren von Löchern oder dergl. erforderlich würde. Zu nennen sind:

Die Rohrdorf'schen Patent-Verbindungs-kammern aus schmiedbarem Eisenguß zum Befestigen von Brettern unmittelbar an den Flanschen von T I I und C Trägern. Sie werden in zwei Formen geliefert: Form Fig. 28 A, bei Blindboden, Zäunen und dergl., wo eine offene Fuge zulässig ist (s. auch Fig. 229), und Form Fig. 28 B, wenn dichtschließende Fugen verlangt werden.

Die Rohrdorf'schen Patent-Lagerholzklammern, aus Eisenblech hergestellt, dienen zum Befestigen der die Dielen tragenden Fußbodenlager an T I I und C Eisen; sie werden ebenfalls in zwei Formen P und R geliefert, deren Verwendung sich nach der Lage der Lagerhölzer richtet, Fig. 29.

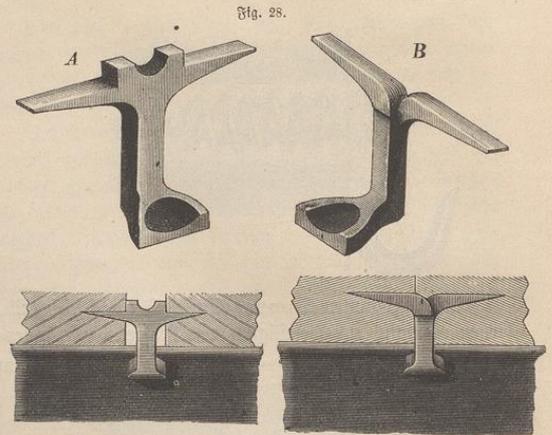


Fig. 28.

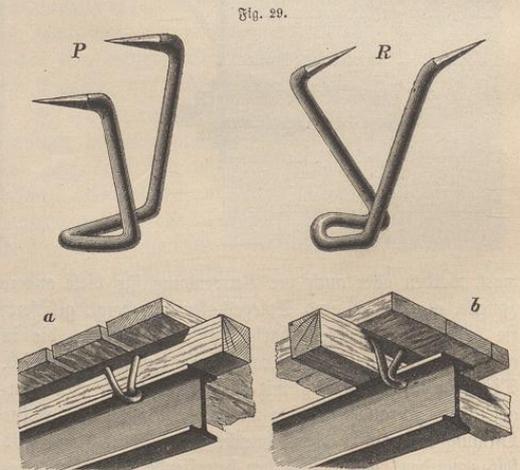
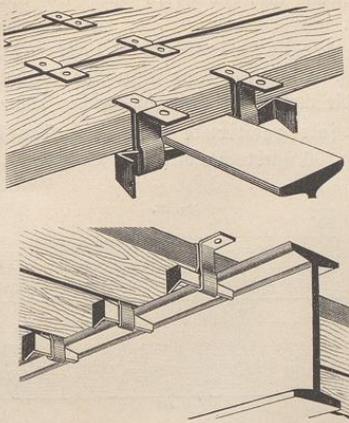


Fig. 29.

Die Kaz'schen Keilhaften, Fig. 30, finden zur Befestigung von Blindboden, Schalungen, Lagerhölzern und dergl. an Eisenbalken Verwendung; durch Vortreiben des Keiles in der Kante wird das Holz fest gegen den Trägerflansch gezogen, der umgebogene Lappen des Keiles preßt sich am Holze fest und verhindert das Lockenwerden der Verbindung.

Fig. 30.



§ 3.

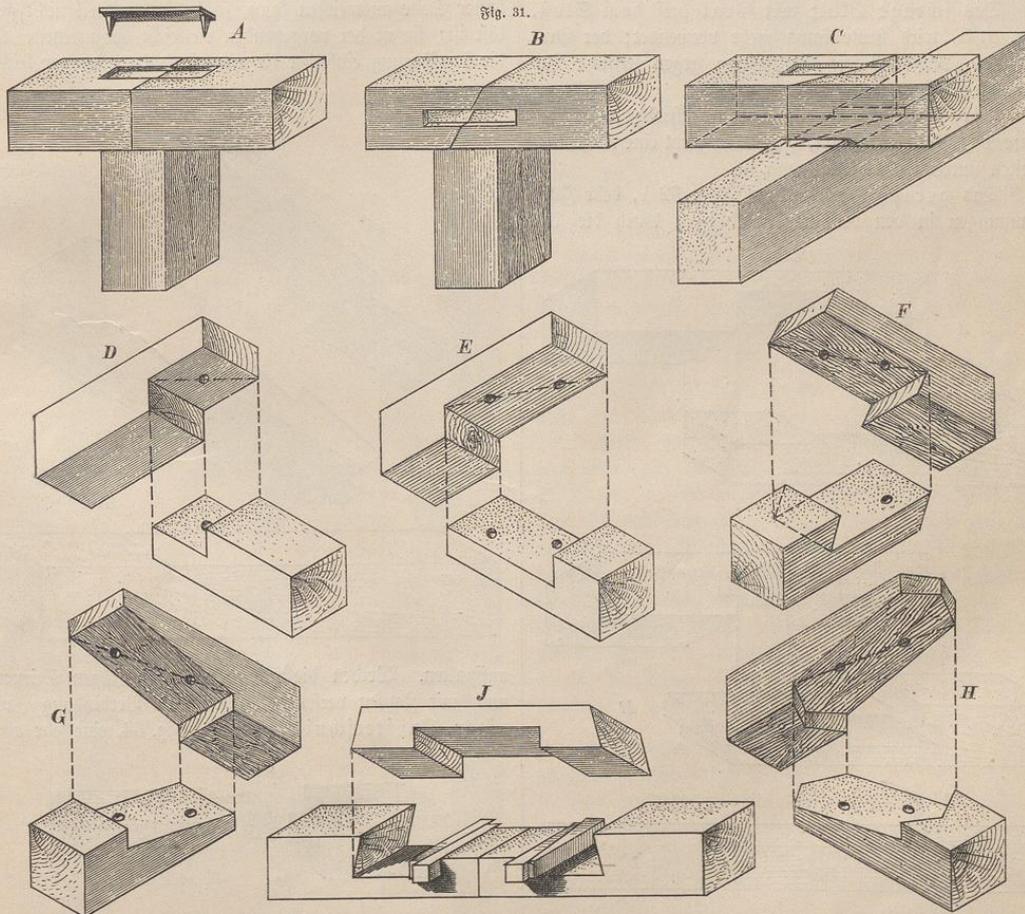
**Die Verlängerung der Hölzer.**

Die Verlängerung erfolgt bei unzureichender Länge der Hölzer; die Anordnung ist davon abhängig, ob die Hölzer wagrechte, geneigte oder senkrechte Lage haben und ob die Verbindung einen Widerstand gegen Druck, Zug oder Biegung aufzunehmen hat.

Der gerade Stoß, Fig. 31 A; die Hölzer stoßen stumpf gegeneinander, was eine sichere Unterstützung der gestoßenen Stelle voraussetzt. Der gerade Stoß wird deshalb nur bei wagrecht liegenden Hölzern über oder unter Pfosten angeordnet, und meistens gegen Verschieben durch eingelassene Klammern oder durch Flacheisenbänder gesichert.

Der schräge Stoß, Fig. 31 B und C, mit schräg geschnittenen Hirnflächen hat einen Vorzug gegenüber dem geraden Stoß nur bei einer Anordnung nach Fig. 31 C,

Fig. 31.



da hierbei die beiden Balkenenden ein weiter eingreifendes Auflager erhalten.

Das Blatt oder die Verblattung ist eine gute Verbindung, die häufig angewendet und gewöhnlich verbohrt, d. h. durch einen Holznagel oder besser durch einen Schraubenbolzen gesichert wird, Fig. 31 D; die verblattete Stelle muß eine gesicherte Unterstüzung erhalten. Bei Verwendung von zwei Nägeln oder Schraubenbolzen sind diese diagonal anzuordnen, um ein Aufspalten des Holzes zu verhüten, Fig. 31 E.

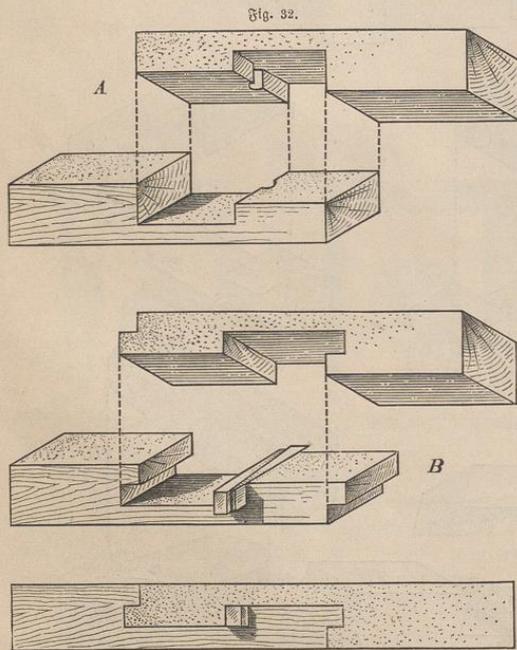
Das schräg eingeschnittene gerade Blatt, Fig. 31 F, soll der Verbindung eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Herausheben geben.

Das schräge Blatt, Fig. 31 G, wird dem geraden zuweilen vorgezogen, weil das Holz weniger leicht aufspaltet; es wird verbohrt und gewöhnlich bei Hölzern von kleinen Abmessungen angewendet.

Das schräge Blatt mit Grat auf dem Stoß, Fig. 31 H, wird heute kaum mehr verwendet; der Grat auf dem Stoß soll die Verbindung gegen seitliche Bewegungen sichern.

Der Stoß mit eingesetztem schräg geschnittenem Haken und Keil, Fig. 31 J, giebt eine nach allen Seiten untrennbare Verbindung.

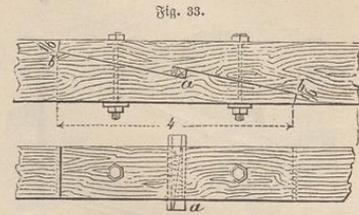
Das gerade Hakenblatt, Fig. 32 A, hebt Zugspannungen in den verbundenen Hölzern durch die Art



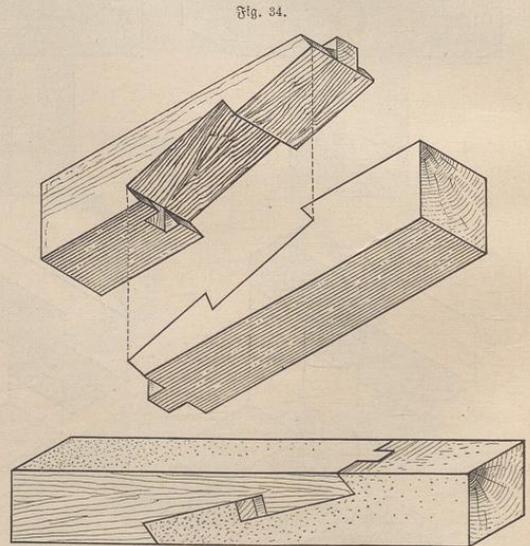
der Verbindung auf; das Heben wird durch einen Bolzen verhindert.

Das gerade Hakenblatt mit Versäzung und Keil, Fig. 32 B, giebt ohne Eisen eine vorzügliche Verbindung, die nach keiner Seite ausweichen kann.

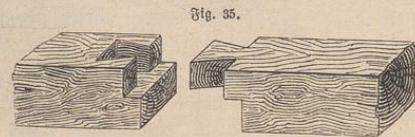
Das schräggelagerte schräge Hakenblatt mit Keil, Fig. 33, giebt ebenfalls eine Verbindung, die nach

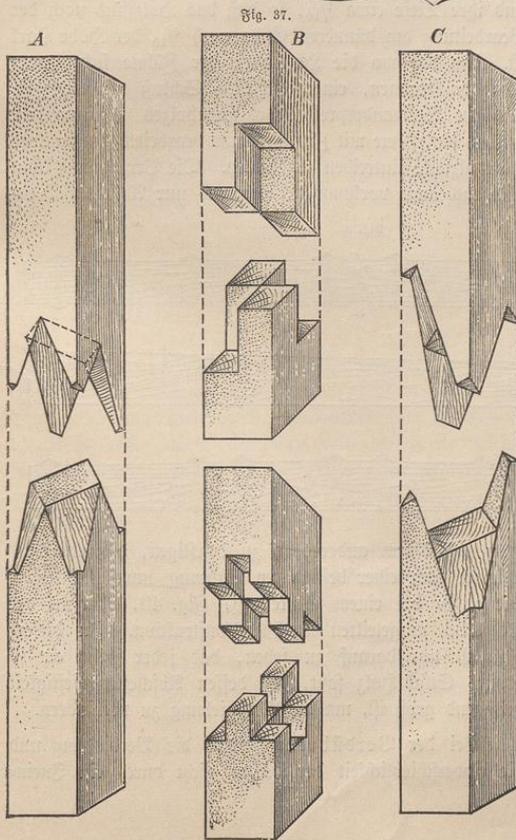
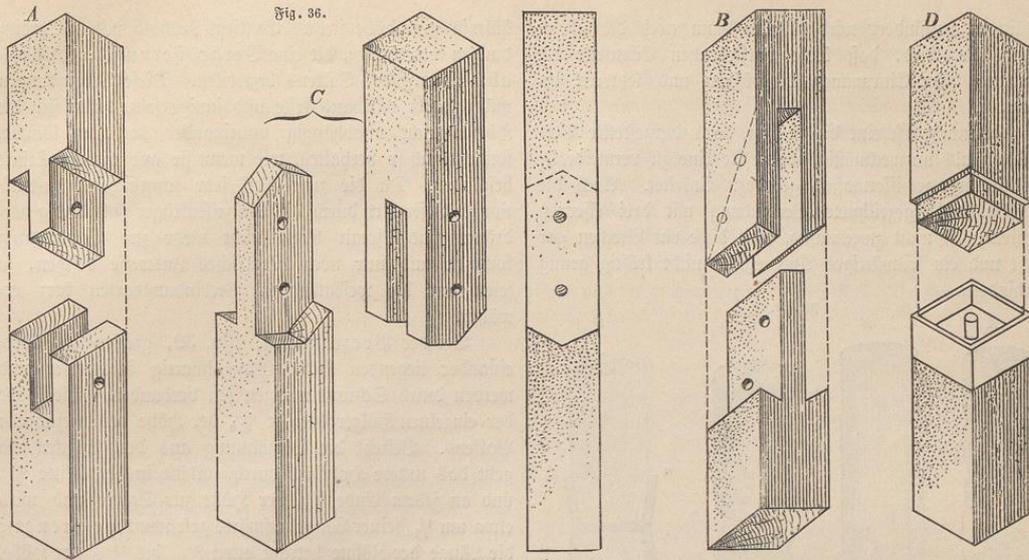


feiner Seite ausweichen kann, so lange der Keil nicht gelöst ist; sie ist der vorgehenden vielleicht vorzuziehen, da die Ausführung einfacher ist und die Hölzer weniger leicht



aufspalten. Werden die Hölzer an den schrägen Stirnen noch mit Zapfen versehen, so wird die Verbindung Jupiter, Jupiterschnitt, genannt, Fig. 34, eine sehr alte





aber nicht mehr verwendete Verbindungsweise. Die Hakenblätter, obgleich sie sehr gute Holzverbindungen abgeben, werden bei den neuen Konstruktionen selten ausgeführt, da man durch Eisenbänder und Schraubenbolzen die Verbindung einfacher und dauerhafter herstellen kann.

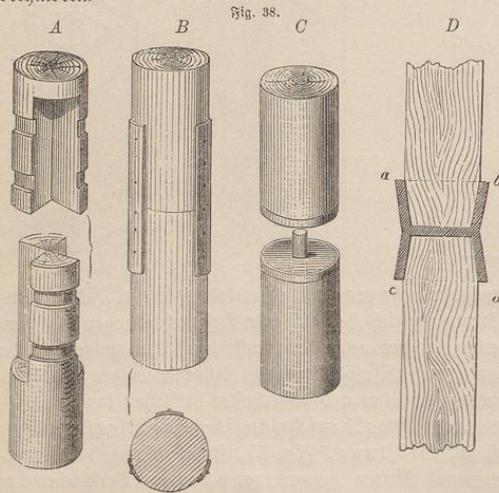
Das schwalbenschwanzförmige Blatt, gewöhnlich mit Brüstung, Fig. 35, findet häufig bei Mauerlatten und Pfetten Anwendung, da es ein Verschieben der einzelnen Stücke nach jeder Richtung verhindert.

Der Zapfen (Schlitzzapfen, Scheerzapfen), erhält den dritten Teil der Holzbreite als Stärke; Fig. 36 A stellt einen gerade abgesetzten, Fig. 36 B einen schräg abgesetzten, und Fig. 36 C einen schräg eingesetzten (mit Grat auf dem Stoß) Schlitzzapfen dar. Diese Verbindungen, die in der Regel verbohrt und mit ein oder zwei Schraubenbolzen gesichert werden, finden ihre Anwendung meistens nur bei Verlängerungen in senkrechter Richtung (Propfungen), die bei Hochbauten im allgemeinen wenig vorkommen, da in den meisten Fällen Hölzer von hinreichender Länge zu beschaffen sind. Welche künstliche Verbindungen für Propfungen zur Ausführung kamen, mögen Fig. 37 A, B und C verdeutlichen, die nähere Erläuterungen nicht erfordern.

Bei Pfählen, die unter der Kamme in den Boden getrieben werden sollen, und die verlängert werden müssen, — was wohl wenig vorkommen wird und möglichst zu vermeiden ist, — hat man sein Augenmerk darauf zu richten, daß die Achsen der zu verbindenden Hölzer in eine gerade Linie treffen, daß beide Hölzer sich mit möglichst großen Flächen berühren und ein Aufspalten und

Splittern verhindert wird, wobei dann noch darauf zu sehen sein wird, daß keine vorstehenden Eisenteile die Reibung beim Einrammen vergrößern und letzteres erschweren.

Hiernach erscheint die in Fig. 38 A dargestellte Verbindung als unzweckmäßig, indem sie eine zu vermeidende Splitterung gewissermaßen geradezu einleitet. Auch die in Fig. 38 B gezeichnete Verbindung mit drei eisernen Schienen ist nicht zweckmäßig, weil diese ein Brechen gar nicht und ein seitwärtiges Ausweichen nicht kräftig genug verhindern.



Es dürfte am zweckmäßigsten sein, nach Fig. 38 C beide Hölzer genau senkrecht auf ihre Achsen abzuschneiden, jedes Ende mit einem starken eingelassenen eisernen Ringe zu versehen und einen etwa 36 cm langen, 3 bis 5 cm starken, geschmiedeten eisernen Dorn zur Hälfte in jedes Holz in genau in der Achse gebohrte passende Löcher einzulassen. Vorteilhaft ist die in Fig. 38 D gezeichnete Verbindung, die durch eine gußeiserne Muffe *a b c d* bewirkt wird, und die sich auch bei quadratischem Querschnitt der zu verbindenden Hölzer empfiehlt, Fig. 36 D.

#### § 4.

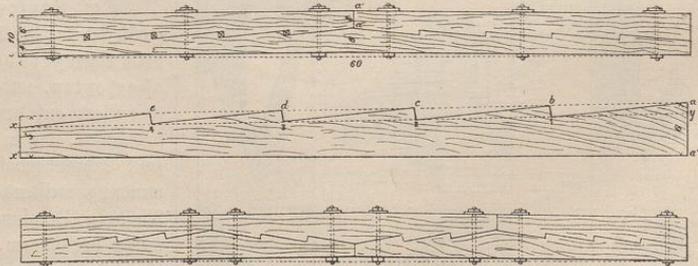
#### Die Verstärkung oder Verdickung der Hölzer.

Die Untersuchungen über die Biegezugfestigkeit prismatisch gestalteter Hölzer lehren, daß die Tragfähigkeit im einfachen Verhältnis zur Breite und im quadratischen Ver-

hältnis zur Höhe steht. Es liegt deshalb nahe, Verbindungen aufzusuchen, die eine Vergrößerung der Höhenabmessung des Balkens bezwecken. Diese Verbindungen müssen aber durchaus feste und innige sein, damit sich die Hölzer nicht unabhängig voneinander bewegen können, sondern sich so verhalten, wie wenn sie aus einem Stücke beständen. Da die zum Teil sehr sinnreichen Konstruktionen dieser Art durch die Walzeisensträger vollständig verdrängt sind, somit heute nicht mehr zur Verwendung kommen und nur noch historisches Interesse besitzen, so seien nur die wesentlichsten Verbindungsarten kurz erwähnt.

Bei der Verzahnung, Fig. 39, greifen die übereinander liegenden Hölzer sägezahnartig ineinander und werden durch Schraubenbolzen fest verbunden. Die Höhe der einzelnen Hölzer beträgt  $\frac{1}{10}$  der Höhe des verzahnten Balkens. Besteht die Verzahnung aus drei Stücken, so geht das untere Holzstück durch, erhält in der Mitte  $\frac{1}{10}$  und an jedem Ende  $\frac{1}{10}$  der Höhe zur Stärke und wird etwa um  $\frac{1}{16}$  seiner Länge aufwärts getrimmt (gesprengt); die Länge der Zähne beträgt etwa  $\frac{8}{10}$  bis  $\frac{15}{10}$  der Höhe, und ihre Tiefe etwa  $\frac{1}{10}$ , so daß das Holzstück nach der Bearbeitung am dünneren Ende noch  $\frac{4}{10}$  der Höhe stark ist. Um da, wo die Hirnenden der Zähne sich gegeneinander stemmen, einen dichteren Schluß zu erreichen, und ein Zueinanderpressen des Hirnholzes zu vermeiden, werden die Zähne mit Zwischenraum bearbeitet, um trockene Hartholzkeile eintreiben zu können. Die Verzahnung kann übrigens auch vorkommen, wenn es nur Absicht ist, ein

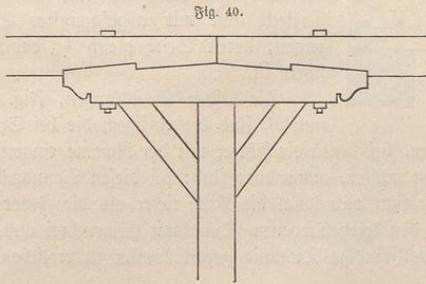
Fig. 39.



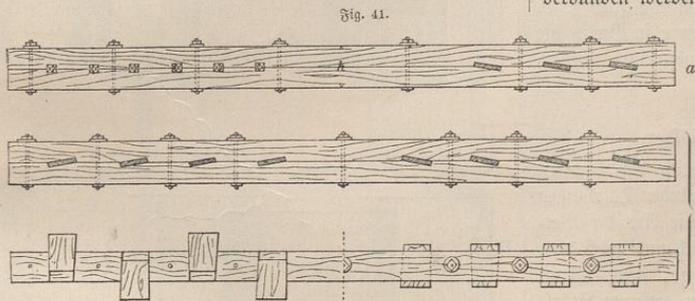
Holz auf einem anderen so zu befestigen, daß ein Verschieben nach einer bestimmten Richtung unmöglich wird, wie z. B. bei einem Sattelholz, Fig. 40, oder bei der Tafel 36 mitgeteilten Dachstuhlkonstruktion. In diesem Fall ist nur darauf zu sehen, daß jeder Zahn ein so großes Stück Holz faßt, daß dessen Abscherungsfestigkeit genügend groß ist, um die Verschiebung zu verhindern.

Bei der Verbübelung wird die Verbindung und die Unverschieblichkeit der Hölzer nicht durch ein Zuein-

andergreifen der Hölzer, das eine wesentliche Verschwächung herbeiführt, sondern durch besondere Verbindungsstücke, die Dübel, bewirkt, deren Form prismatisch oder schwalbenschwanzförmig sein kann, und die zur Hälfte in jedes der



zu verbindenden Hölzer eingreifen, oder die Dübel bilden einfache oder doppelte Keile und bewirken, unter Zuhilfenahme von Schraubenbolzen, die beabsichtigte Verbindung. Fig. 41 a zeigt links eine Verdübelung mit Doppelkeilen, rechts eine solche mit prismatischen Dübeln, und Fig. 41 b



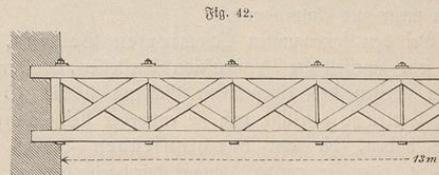
einen Träger, bei dem die zahnartig eingreifenden Dübel einfache Keile bilden. Die Keilverbindungen haben den Vorzug, daß man später nach Zusammentrocknen des Holzes die Keile von neuem eintreiben und die Teile wieder spannen kann. Um das Eintreiben zu erleichtern, werden zwischen die Hirnholzflächen dünne Zinkblechstreifen gelegt und die Keile mit grüner Seife gut geschmiert.

Die Verdübelung kann noch Anwendung finden zur Verbindung zweier unmittelbar aufeinanderliegenden Streben bei Dachstuhlkonstruktionen, Tafel 27, ebenso bei Sattelhölzern, Tafel 38, und dergl. m.

Die Verschränkung, die gewöhnlich nur bei lotrecht stehenden Hölzern, vornehmlich Hängsäulen, vorkommt, zeigt rechtwinkelig geschnittene Zähne; die Verbindung wird durch Schraubenbolzen gesichert, Tafel 27, Fig. 3.

Eine bessere Materialausnutzung geben diejenigen Konstruktionen, bei denen die beiden Balken nicht unmittelbar aufeinanderliegen, sondern mehr oder weniger weit voneinander abgerückt und durch Spreizen und Bolzen miteinander verbunden sind. Die Konstruktion beruht auf dem aus der Statik bekannten Gesetze, daß das Widerstandsmoment des Querschnittes wächst mit dem Quadrat des Abstandes der einzelnen Flächenteile von der neutralen Achse (siehe Kapitel VI, § 5).

Der Gitterträger (Fachwerksträger), Fig. 42, besteht aus zwei parallelen Balken (den Gurtungen), die



durch sich kreuzende Hölzer, sogenannte Andreaskreuze, versteift und durch starke Schraubenbolzen untereinander verbunden werden.

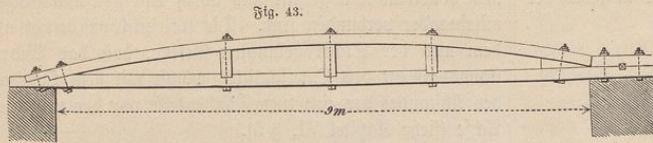
Die Tragfähigkeit dieser Konstruktion ist im Verhältnis zum Materialaufwand sehr bedeutend, und da die Herstellung einfach ist, so können derartige Träger auch unter den heutigen Verhältnissen in gewissen Fällen noch mit Vorteil zur Anwendung kommen.

Diese Gitterträger haben auf ihre ganze Länge einerlei Höhe; da aber die Biegemomente von der Mitte gegen die Auflager hin abnehmen, so ist es statisch zulässig, auch die Trägerhöhen gegen die Auflager hin zu ver-

ringern, und auf dieser Erwägung beruht die Konstruktion der lensenförmig gestalteten Balken oder der sogenannten Laves'schen Balken, die zuerst vom Hofbaurat Laves in Hannover konstruiert worden sein sollen. Spaltet man einen Balken im mittleren Teil der Höhe seiner Länge nach und nahe bis an die Enden auf, schügt letztere durch eiserne Bänder und Bolzen gegen ein weiteres Aufspalten, treibt die beiden Hälften durch Keile auseinander und erhält sie durch Spreizen in dieser Lage, so wird die Tragkraft des Balkens bedeutend vergrößert, während die Vermehrung an Material und Gewicht nur unbedeutend ist.

Einfacher und zweckmäßiger ist es, die Verbindung aus zwei einzelnen Balken herzustellen, als einen einzigen durch einen Sägeschnitt zu trennen. Die Form kann symmetrisch zur Schwerachse des Balkens gebildet sein, wie bei den Hauptstreben des Dachstuhles im Hoftheater in

Karlsruhe, Tafel 33, oder nach Fig. 43 mit einer geraden und einer gebogenen Gurtung, wie dies bei Deckenträgern wohl stets der Fall sein wird. Der Laves'sche Balken



ist unständlich und daher teuer in der Herstellung, ist deshalb nur wenig ausgeführt worden, und kommt wohl selten mehr zur Anwendung.

Bei den sogenannten „armierten Balken“, die eine sehr zweifelhafte Konstruktion darstellen, werden zu beiden Seiten des eigentlichen Balkens 9 bis 15 cm starke Dielen so befestigt, daß sie entweder kleine Sprengwerke bilden, die den durchlaufenden Balken einschließen, oder, in ganzen Längen durchgehend, das aus zwei Balkenstücken gebildete Sprengwerk zwischen sich fassen; Balken und Armierungen sind durch Schraubenschrauben und eventuell durch Verdübelungen gut miteinander zu verbinden. Nach dieser Konstruktionsweise sind z. B. in der von Schinkel erbauten Bauakademie in Berlin die 9 m langen Unterzüge der Saaldecken ausgeführt worden.

#### § 5.

#### Die Verbreiterung der Hölzer.

Die Verbreiterung kommt vornehmlich bei Brettern und Dielen, — für Fußboden, Bretterwände, Täfelungen u. s. w. — weniger bei Balken vor. Die Art der Verbindung hängt von dem besonderen Zweck und auch von der Stärke der zu verbindenden Teile ab, denn oft ist eine sonst zweckmäßige Verbindung der zu geringen Stärke der Hölzer wegen nicht ausführbar.

1) Die Spundung, bei Dielen, aber auch bei Balkenholz, z. B. in den Spundwänden gebräuchlich. Den eingreifenden Teil nennt man die Feder, und die von derselben zu füllende Öffnung den Spund oder die Nut. Jedes Holzstück erhält gewöhnlich an einer Seite einen Spund und an der anderen eine Feder. Wir unterscheiden:

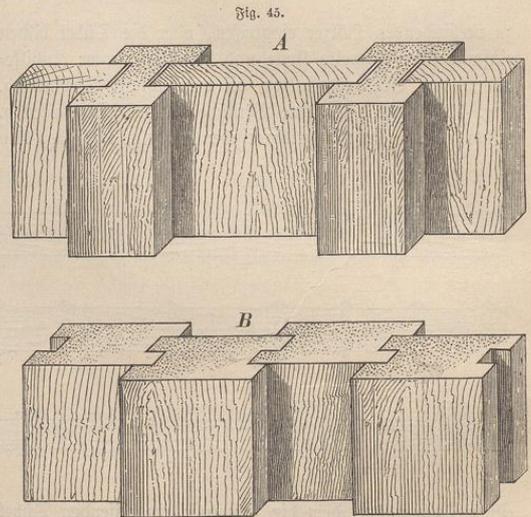


Die Quadratspundung, Fig. 44, so genannt, weil die Feder a einen quadratischen Querschnitt erhält;

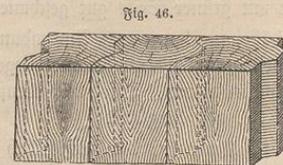
ihre Dicke beträgt  $\frac{1}{3}$  der Holzstärke. Fig. 45 A und B zeigen zwei andere Anordnungen der Spundung, wie solche vornehmlich bei Spundwänden zur Anwendung kommen.

Die Keilspundung, Fig. 46, bei der die Federn im Querschnitt gleichseitige Dreiecke (oft mit abgestumpfter Spitze) zeigen, deren Seite gleich  $\frac{1}{3}$  der Holzstärke ist.

Die beiden Spundungen, Fig. 45 A und B, sind die einzigen, die bei Spundwänden, bei denen die Hölzer mit der Klamme eingetrieben werden müssen, anwendbar sind; bei diesen Spundwänden macht man manchmal die Nute tiefer als die Feder und gießt den leergebliebenen Raum mit Cementbrei aus, um eine vollständige Dichtung gegen Wasser zu erreichen.



Spundungen nach Fig. 47 und 47<sup>a</sup> kommen nur bei Dielen und Bohlen vor, finden aber selten Anwendung, da sie gegenüber der einfachen Spundung kaum einen Vorzug besitzen.



2) Die Federung, Fig. 48, kommt der Spundung nahe, nur besteht der Unterschied, daß jedes Holz zwei Nuten erhält, und die Feder aus einem besonderen Holz-

stück besteht, das in die Nuten eingetrieben wird. Die Federung wird hauptsächlich bei den Riemen- und Parkettböden verwendet. Zuweilen macht man die Feder, statt

3) Die halbe Spundung oder die Falzung, Fig. 49, bei der jedes Brett einen Falz erhält, dessen Tiefe der halben Brettstärke gleich ist. Bei Täfelungen,

Fig. 47.



Fig. 47a.



Fig. 48.



Fig. 49.



Fig. 50.

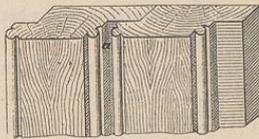


Fig. 51.



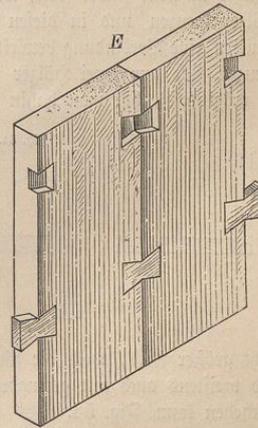
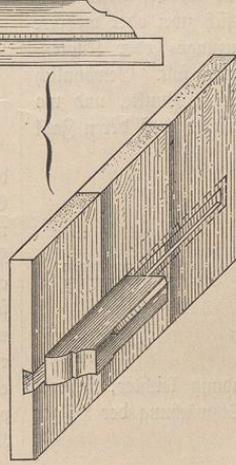
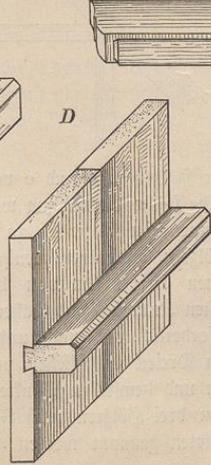
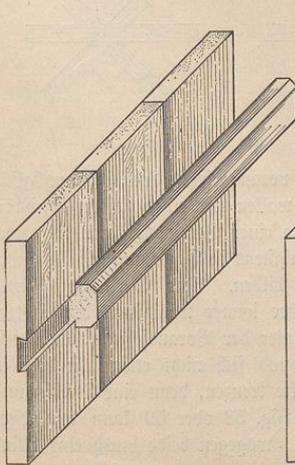
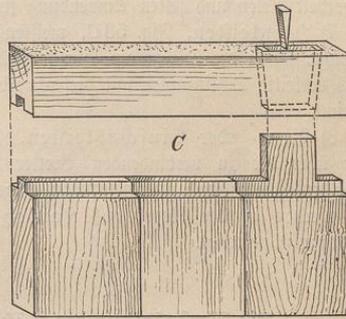
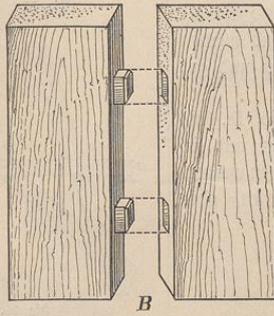
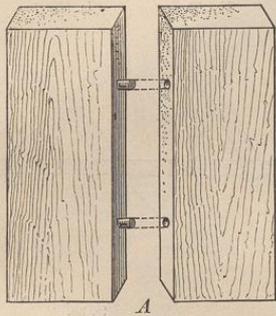
Fig. 52.



von Holz, auch von schwachem Bandeisen oder von starkem Zinkblech.

Schalungen und dergl. werden die Falzkanten vielfach mit angekehrten Profilen versehen, um die Fuge auszuzeichnen

Fig. 53.



und dadurch die Fläche zu deforieren, und um ein etwaiges Aufgehen der Fugen beim Schwinden der Bretter dem Auge unbemerkbar zu machen, Fig. 50.

4) Verbindungen, die ohne Anwendung des Leimes oder anderer Verbindungsmittel diesen Namen nicht mehr beanspruchen können, sind das Fugen, Fig. 51, und das Messern, Fig. 52. Bei dem Fugen (stumpf gefügt) stehen die Stoßfugen rechtwinkelig, wogegen sie beim Messern Winkel von  $45^\circ$  oder besser von  $60^\circ$  mit der Oberfläche der Bretter bilden. Das Messern kommt wenig vor und wird zuweilen bei den Schalungen für Schieferdeckungen verwendet, weil ein auf die Fuge kommender Nagel immer noch Holz trifft.

Zur besseren Verbindung der stumpf zusammengefügt und gewöhnlich verleimten Bretter werden noch verwendet:

5) Die Verdübelung, Fig. 53 A und B, durch runde oder rechteckige Dübel.

6) Schwalbenschwänze, Fig. 53 E, die aus Hartholz gefertigt und eingeleimt werden, die aber wenig Sicherheit bieten und selten Anwendung finden.

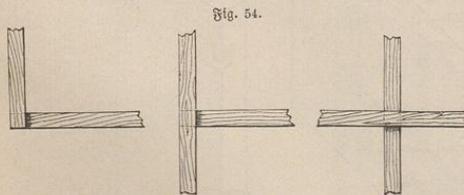
7) Hirnleisten, Fig. 53 C, meistens aus Hartholz gefertigt, fassen die Dielen am Hirnholzende, und werden durch verkeilte Schlitzzapfen mit diesen verbunden und gut verleimt.

8) Grat- oder Einschubleisten, Fig. 53 D, die quer über die zu verbindenden Bretter laufen und in schwalbenschwanzförmig gestaltete Nuten eingeschoben werden. Sie werden in der Regel aus Hartholz (Eichen- oder Buchenholz) gefertigt.

## § 6.

### Die Verknüpfung der Hölzer.

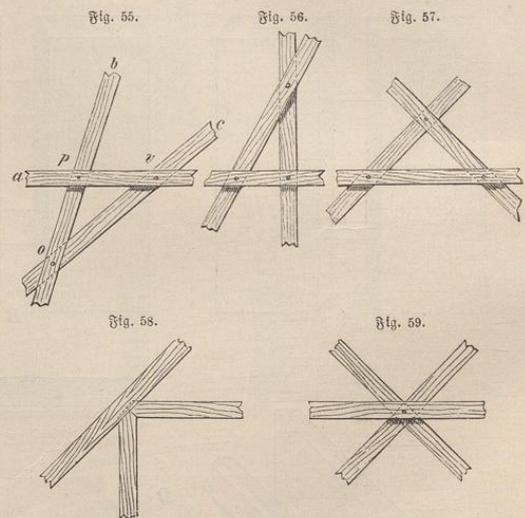
Die Verknüpfung der Hölzer oder die Knotenbildung, die bei den Verbänden für Wände, Decken und Dächer auftritt, findet statt, wenn sich zwei oder mehrere Hölzer kreuzen und in diesen Kreuzungs- oder Knotenpunkten eine Verbindung bewirkt werden soll. Gewöhnlich kreuzen sich nur zwei Hölzer in einem Punkte, und wo es möglich ist, hat man dahin zu wirken, daß deren Zahl



nicht größer wird, weil die Verbindung leichter, sicherer und meistens auch mit geringerer Schwächung der Hölzer gesehen kann, Fig. 54.

Diese Verbindungen sind mehr oder weniger als drehbar anzusehen, wenn man eine größere Konstruktion beurteilen will. Denn nur dadurch lassen sich die Formänderungen erklären, die viele Konstruktionsteile erleiden, ohne daß ein Zerbrechen oder Zerreißen der einzelnen Hölzer stattgefunden hat.

Meistens ist es aber dem Konstrukteur gerade darum zu thun, eine solche Drehung in den Kreuzungspunkten unter allen Umständen zu vermeiden, und dann bleibt nichts übrig, als diesen Kreuzungspunkt zum Winkelpunkt einer unverrücklichen Figur zu machen, d. h. zur Winkelspitze eines Dreiecks. Kreuzen sich z. B. in Fig. 55 zwei Hölzer a und b in dem Punkte p, und soll eine Drehung um letzteren Punkt unter allen Umständen verhindert werden, so muß ein drittes Holz c zu Hilfe genommen werden, das sich mit a und b in den Punkten o und v kreuzt; denn wenn nun auch die Punkte p, o und v als Scharniere angesehen werden, so ist eine Drehung um dieselben (immer die erforderliche Festigkeit und Steifigkeit



der Hölzer a, b und c vorausgesetzt) dennoch unmöglich. Eine solche Verbindung wollen wir einen festen Knoten nennen, im Gegensatz zu einer Verbindung von nur zwei Hölzern, die immer, wenigstens in Beziehung auf Drehung, einen losen Knoten bilden. Zur Darstellung eines festen Knotens sind daher immer wenigstens drei Hölzer erforderlich und noch unter der Voraussetzung, daß diese ein Dreieck einschließen und sich nicht etwa alle drei in ein und demselben Punkte kreuzen, denn eine Verbindung von drei Hölzern nach Fig. 58 oder 59 kann kein fester Knoten genannt werden, wogegen beide durch eine kleine

Veränderung, wie sie die Fig. 56 und 57 darstellen, in feste Knoten verwandelt werden. Es handelt sich daher meist nur um die unmittelbare Verbindung zweier Hölzer miteinander.

Die zu verbindenden Hölzer können in einer oder in verschiedenen Ebenen liegen, sie können sich rechtwinklig oder unter einem beliebigen anderen Winkel kreuzen, und es können alle Hölzer oder nur ein Teil oder gar keines über den Kreuzungspunkt hinausreichen.

a) Die Überblattungen oder Überscheidungen.

Die Überblattung findet vielseitige Anwendung bei Hölzern, die in einer Ebene liegen und sich recht- oder schiefwinklig kreuzen, oder ein T oder ein L bilden.

Fig. 60.

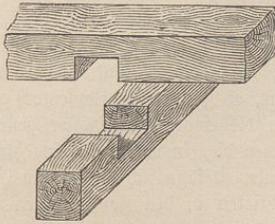


Fig. 61.

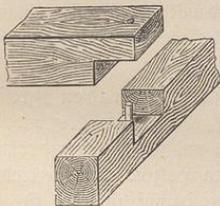


Fig. 62.

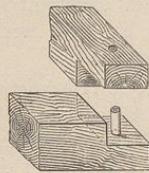


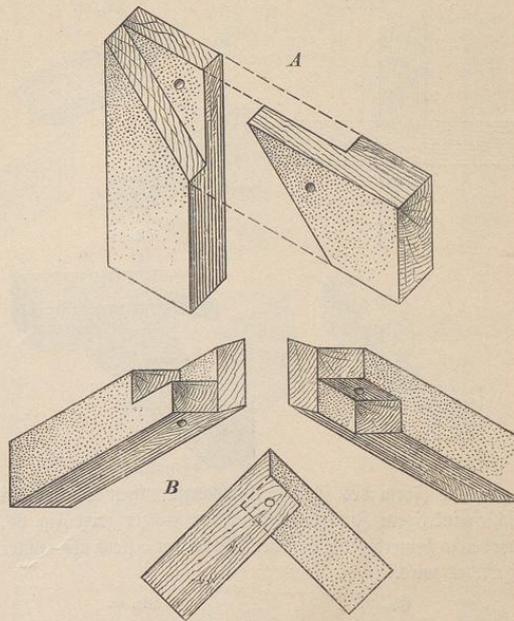
Fig. 60 zeigt die gewöhnliche Überblattung, wenn beide Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausgehen, Fig. 61, wenn dies nur bei einem der Fall ist, und Fig. 62, wenn beide im Kreuzungspunkte endigen. Die Verbindung wird in der Regel verbohrt und wird aus jedem Holze die halbe Stärke ausgehoben; im allgemeinen muß aber der Grundsatz festgehalten werden, daß das Holzstück, das getragen wird, eher eine Schwächung ertragen kann, als dasjenige, welches trägt.

Die Ecküberblattung wird bei gewissen Konstruktionen, wie z. B. bei den Thürverkleidungen und dergl. auf Gehrung ausgeführt, Fig. 63 A, wobei die beiden Hölzer (Bretter) auf einer Seite nach der Gehrungslinie, d. h. nach der Halbierungslinie des Winkels, den sie miteinander bilden, zusammenschneiden (Gehrungsüberblattung).

Reymann, Baukonstruktionslehre. II. Sechste Auflage.

Eine Ecküberblattung mit nur teilweisem Zusammenschnitt auf Gehrung zeigt Fig. 63 B, die Verbindung wird

Fig. 63.



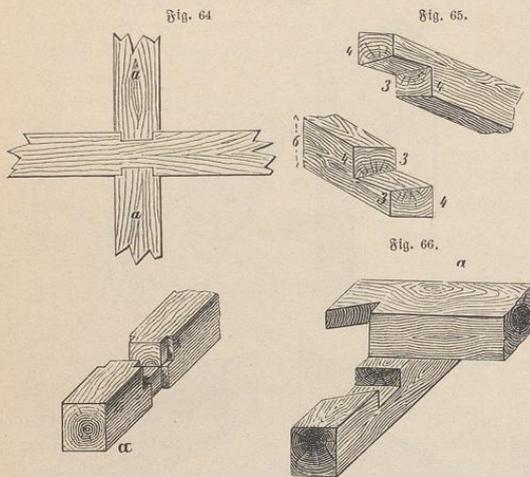
wenig und nur dann angewendet, wenn aus irgend einem Grunde das Hirnholz der zusammentreffenden Hölzer nicht sichtbar werden soll.

Fig. 64 zeigt eine Überblattung mit Versäzung bei liegenden sich rechtwinklig kreuzenden, und Fig. 88 eine solche bei stehenden sich schiefwinklig kreuzenden Hölzern. Die Versäzung hat den Zweck, den Einfluß, den das Eintrocknen der Hölzer auf die Festigkeit der Verbindung ausübt, weniger schädlich zu machen. Die Verbindung ist gekünstelt und findet wenig Anwendung.

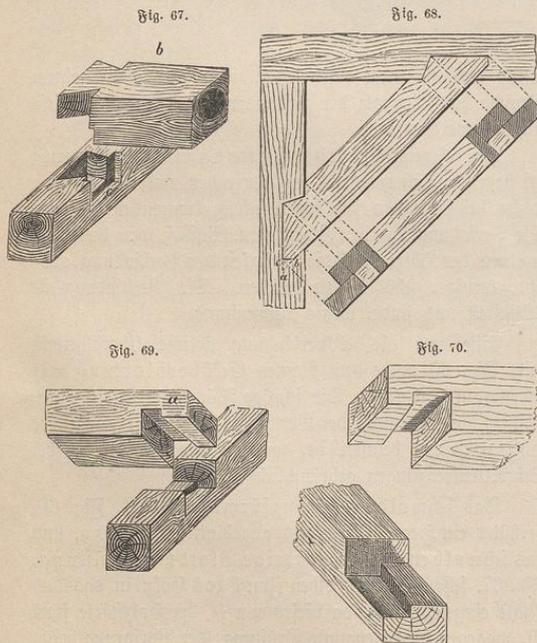
Eine nur als Eckverbindung übliche Überblattung zeigt Fig. 65 unter dem Namen Ecküberblattung mit schrägem Schnitt. Die schräge Fläche der Blätter verhindert die Trennung der Verbindung, so lange das obere Holz genügend belastet ist, weshalb die Verbindung bei Schwellenkreuzungen gebräuchlich ist.

Das schwalbenschwanzförmige Blatt, Fig. 66, verhütet ein Herausziehen des angeblatteten Holzes a, und das schwalbenschwanzförmige Blatt mit Brüstung, Fig. 67, schon bei demselben Zweck das Holz, in das das Blatt eingesetzt wird, da dieses nur  $\frac{1}{3}$  der Holzstärke stark ist, wogegen die sogenannte Brüstung (der Vorsprung bei c)

die halbe Holzstärke besitzt, so daß es zur Druckübertragung genügend stark ist; zugleich ist durch die Verkürzung des Blattes dessen Hirnholz versteckt.



Die Form des schwalbenschwanzförmigen Blattes bei schiefwinkeligem Zusammenschritt der Hölzer zeigt Fig. 68, wobei zu bemerken ist, daß der Winkel bei *c* stets als rechter gebildet wird.



Die hakenförmige Überblattung, Fig. 69, steht den beiden vorgenannten Verbindungen nach, da der Haken *a* sehr leicht abgeprengt wird. Bei Eckverbindungen wird die hakenförmige Überblattung nach Fig. 70 gestaltet, wobei vermöge des keilförmig gestalteten Hafens die Verbindung nach keiner Richtung ausweichen kann.

#### b) Die Verzapfungen.

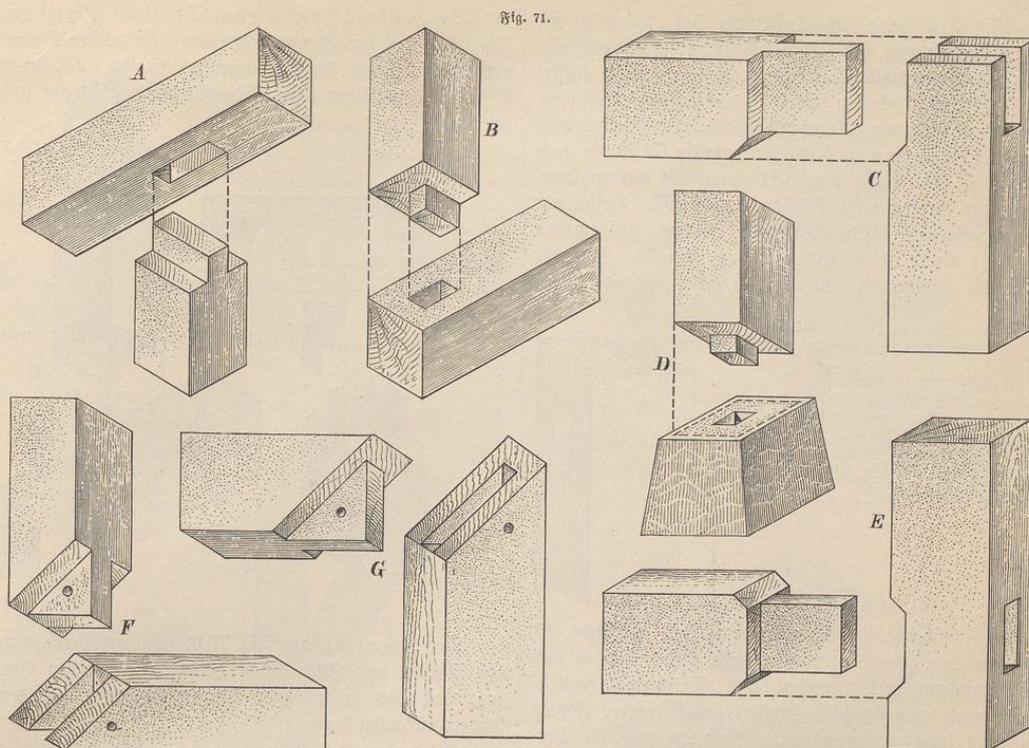
Diese Verbindungen kommen mit wenigen Ausnahmen nur in den Fällen vor, in welchen nur eines oder gar keines der zu verbindenden Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht. Es ist nicht nötig, daß die Hölzer in einer Ebene liegen, gewöhnlich ist jedoch die Anordnung so, daß die Oberflächen der verbundenen Hölzer auf einer Seite in eine Ebene fallen, d. h. bündig liegen.

Die Verzapfungen kommen von allen Verbindungen am häufigsten vor, obgleich sie oft zweckmäßiger durch Überblattungen ersetzt werden können. Sie haben den Nachteil, daß sie schwer zu kontrollieren sind, und man nicht sehen kann, ob Zapfen und Zapfenloch gut ineinander passen; stehen die eingezapften Hölzer geneigt oder lotrecht, und liegen die, in welche sie eingezapft sind, wagrecht unter ihnen, so kann sich die an den Hölzern hinabziehende Feuchtigkeit in den Zapfenlöchern sammeln und zum Faulen der Hölzer Veranlassung geben. In solchen Fällen sollten deshalb die Zapfenlöcher an ihren tiefsten Stellen durchbohrt werden, damit das Wasser ablaufen, oder die Luft wenigstens besser in die Zapfenlöcher treten kann.

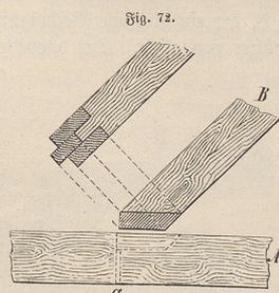
Fig. 71 A zeigt den einfachen geraden Zapfen; seine Länge beträgt  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$  der Stärke des mit dem Zapfenloche versehenen Holzes, und seine Breite gewöhnlich  $\frac{1}{3}$  der Stärke des eingezapften Holzes. Die Verbindung wird meistens verbohrt, wobei darauf zu sehen ist, daß sich das Loch möglichst nahe an der Wurzel des Zapfens befindet, damit genügend Holz vor dem Nagel steht, um ein Ausreißen zu verhindern.

Fig. 71 B zeigt den geächselten oder zurückgesetzten Zapfen, der angewendet wird, wenn die Hölzer ein Eck bilden; der fehlende Teil des Zapfens bildet in seiner Grundfläche gewöhnlich ein Quadrat.

Allseitig zurückgesetzte quadratisch gestaltete Zapfen finden Anwendung bei lotrecht auf Steinpostamenten stehenden Pfosten, Fig. 71 D, bei Treppenantrittspfosten auf Steinritten und dergl. Überall, wo die Verbindung der Witterung ausgesetzt ist, ist die Konstruktion nicht empfehlenswert, da das eindringende Wasser die baldige Zerstörung des Holzes bewirkt; in solchen Fällen verdient ein sorgfältig eingesetzter eiserner Dübel den Vorzug.



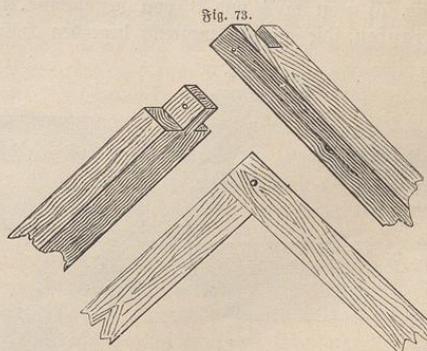
Der schräge Zapfen, Fig. 72, kommt sehr vielfach zur Anwendung und ist einer von denen, bei welchen das Zapfenloch etwa bei *a* durchbohrt sein sollte, damit das



an dem eingezapften Holze B herablaufende Wasser entweder ablaufen oder doch schnell austrocknen kann.

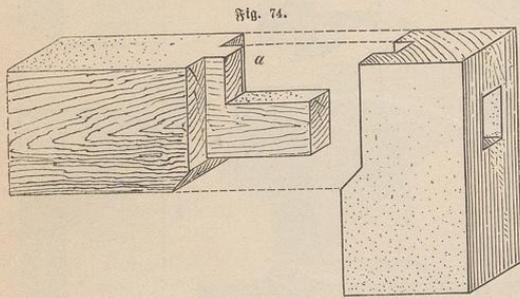
Der Scherzapfen, Fig. 73, ist ebenfalls eine Eckverbindung und hauptsächlich für die Verbindung der Dachsparren am First gebräuchlich. Die Verbindung wird stets verbohrt; der Zapfen erhält  $\frac{1}{8}$  der Holzstärke.

Bei der Zusammenfügung dünnerer Hölzer, d. h. bei Dielen und Bohlen, also insbesondere bei den Tischlerkonstruktionen, findet der Scherzapfen, wo er dann den



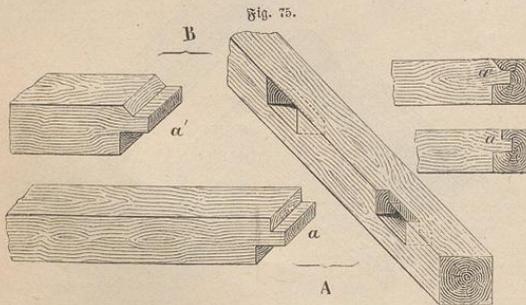
Namen Schlizzapfen führt (da das Zapfenloch die Form eines Schlitzes annimmt), ausgedehnte Anwendung; die Rahmen aller gestemmtten Arbeiten werden fast ausschließlich durch Schlizzapfen miteinander verbunden und die Verbindung gut geleimt.

Fig. 71 C zeigt den einfachen Schlißzapfen für eine Eckverbindung und Fig. 71 E für eine Mittelverbindung; die Zapfendicke ist in der Regel gleich einem Drittel der Holzstärke. Sollen die Hölzer in ihren Aufsichtsf lächen auf Gehrung zusammenschneiden, so verwendet man den Schlißzapfen auf Gehrung, Fig. 71 F, der auch nach Fig. 71 G völlig verdeckt ausgeführt werden kann, wenn der Zapfen nicht sichtbar werden soll. Besser als die vorgenannten Eckverbindungen ist das gestemmte Eck mit Nut- oder Federzapfen, Fig. 74. Hier beträgt die Zapfenbreite nur circa 6 bis 8 cm oder etwa



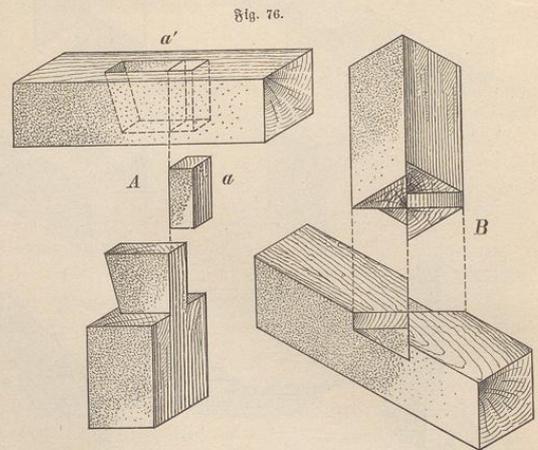
$\frac{2}{3}$  der Friesbreite, so daß noch etwas Holz am Ende des mit dem Schliß versehenen Friesstückes stehen bleiben und die Verbindung verkeilt werden kann. Die geringe Zapfenbreite wird auch deshalb gewählt, weil breitere Zapfen bei nicht ganz trockenem Holze schwinden und die Verbindung infolgedessen locker werden kann. Zur Erhöhung der Festigkeit bleibt jedoch der Zapfen auf etwa 2 cm Länge in der ganzen Friesbreite stehen, und dieser Teil a heißt Nut- oder Federzapfen.

Fig. 75 zeigt in A und B zwei verschiedene Arten Brustzapfen, die nur bei wagrecht liegenden Hölzern,



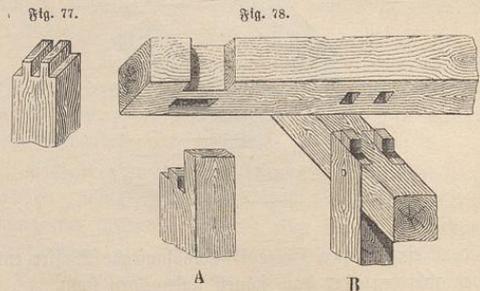
insbesondere bei Auswechselungen der Balkenlagen Anwendung finden, da das eingezapfte Holz mit seiner halben Stärke aufliegt und deshalb größere Lasten übertragen kann.

Der schwalbenschwanzförmige Zapfen, Fig. 76 A, soll das Herausziehen des eingezapften Holzes verhindern, indem der Keil a in die für ihn ausgesparte Öffnung a' getrieben wird. Die Verbindung ist gut und wirksam.



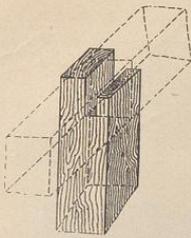
Der Kreuzzapfen, Fig. 76 B, wird zur Verbindung von Pfosten und Schwelle verwendet und hat den Vorzug, daß das eindringende Wasser sich nicht festsetzen, sondern ablaufen kann.

Bei sehr starken Bauhölzern, namentlich bei Wasserbauten, wendet man zuweilen den Doppelzapfen, Fig. 77, an, der aber vor dem einfachen (nur verhältnismäßig stärkeren Zapfen) kaum Vorteile haben dürfte. Sehr gut ist der einfache und der doppelte Blattzapfen, Fig. 78 A und B, der eine kräftige Verbohrung oder Verbohlung der Hölzer ermöglicht. Der doppelte Blattzapfen



kann mit Vorteil Anwendung finden, wenn zwei sich rechtwinkelig kreuzende, wagrecht liegende Hölzer durch einen Pfosten unterstützt werden sollen.

Fig. 79.



Der Seitenzapfen, Fig. 79, kommt zur Anwendung, wenn die zu verbindenden Hölzer auf keiner Seite bündig sind.

Fig. 80 zeigt den Grundzapfen. Das durch das Holz hindurchreichende Zapfenloch ist nach oben zu erweitert, und in den ebenfalls durchreichenden Zapfen werden ein paar schlanke Holzkeile getrieben, so daß die Verbindung eine feste ist und ein Abheben des wagrechten Holzes verhindert wird. Die Verbindung dürfte nur bei Grundbauten Anwendung finden.

Fig. 80.

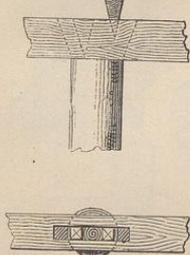
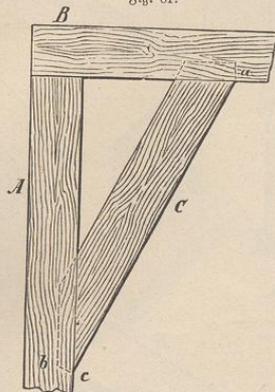


Fig. 81.



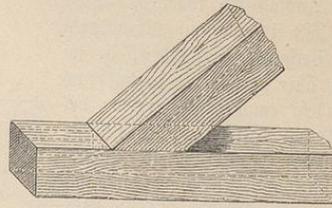
Soll mit zwei bereits fest verbundenen Hölzern A und B, Fig. 81, noch ein drittes C mit Zapfen verbunden werden, so erhält dieses an dem Ende a einen gewöhnlichen schrägen Zapfen und bei b einen sogenannten Jagdzapfen, der nach einem aus dem Punkte a beschriebenen Kreisbogen abgerundet, und in das Zapfenloch mit Gewalt eingetrieben („ingejagt“) und dann verbohrt wird.

#### c) Die Versatzungen. (Das Anstirnen).

Bei zwei durch den schrägen Zapfen verbundenen Hölzern zerlegt sich eine in der Achse des schrägen Holzes wirkende Pressung P in eine lotrecht abwärts und in eine wagrecht wirkende Kraft, und die letztere beansprucht das wagrecht liegende Holz auf Abscherung, Fig. 82; es ist in der Verbindung das Bestreben vorhanden, das vor der Stirn des Zapfens befindliche, in Fig. 82 punktiert angegebene Stück Holz heraus zu drängen. Da die Festigkeit gegen Abscherung proportional der beanspruchten Fläche ist, so sucht man diese durch Versatzungen zu vergrößern.

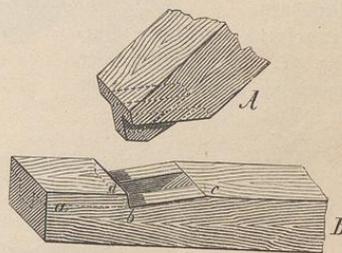
Fig. 83 zeigt eine einfache Versatzung; durch punktierte Linien ist die auf Abscherung beanspruchte Fläche angedeutet, die wesentlich größer ist als jene in Fig. 82,

Fig. 82.



so daß die Verbindung auch entsprechend größere Widerstandsfähigkeit besitzt. Der Zusammenschmitt der Hirnholzflächen erfolgt am besten nach der Halbierungslinie des

Fig. 83.



von beiden Hölzern gebildeten stumpfen Winkels, die Tiefe  $bd$  der Versatzung beträgt 3 bis 6 cm oder  $\frac{1}{6}$  bis  $\frac{1}{3}$  der Höhe des ausgeschittenen Holzes, und die Breite des Zapfens circa  $\frac{1}{3}$  der Holzbreite. Bei großen und stark belasteten Konstruktionen wird die Verbindung durch Bolzen und Bänder noch weiter gesichert.

Fig. 84 A zeigt eine etwas andere Gestalt der einfachen Versatzung, die zur Anwendung kommt, wenn nur noch wenig Holz vor der Versatzung steht, da hierbei die auf Abscherung beanspruchte Fläche seitlich des Zapfens die Länge  $ab$  erhält; die Anordnung ist jedoch nur bei nicht zu kleinem Winkel  $\alpha$  zu empfehlen. Diese Art der Versatzung findet sich vornehmlich bei den Verbindungen am Dachfuß, wenn die Sparren über die wagrechten Balken, mit denen sie fest verknüpft werden sollen, hinausreichen, Fig. 84 B; die Verbindung wird stets verbohrt.

Auch die einfache Versatzung, Fig. 84 C, verfolgt den Zweck, die vor der Versatzung stehende, auf Abscherung beanspruchte Fläche möglichst zu vergrößern.

Sollte durch das Zapfenloch eine zu starke Schwächung des Holzes herbeigeführt werden, wie dies z. B. bei Hängsäulen der Fall sein kann, so kann die Verzapfung auch nach der in Fig. 84 D dargestellten Weise zur Ausführung kommen. Diese Anordnung läßt sich auch auf alle anderen Arten der Verzapfung anwenden, ist im allgemeinen aber wenig gebräuchlich und auch nicht sehr empfehlenswert, da der Zapfen im Langholz steht und leicht bricht.

Bei starken Hölzern und kleinem Neigungswinkel  $\alpha$  wird wohl auch die doppelte Verzapfung, Fig. 85 und 86 A mit und ohne Zapfen verwendet, bei der aber, wenn sie recht wirksam sein soll, der Punkt  $a'$  tiefer als  $a$  liegen, und die Bearbeitung eine sehr genaue sein muß, was ohne weiteres einleuchtet. Fig. 86 B und 89 C geben noch andere Anordnungen der doppelten Verzapfung.

Die einerseits verdeckte Verzapfung, Fig. 87, mit oder ohne Verzäpfung, ergibt sich bei Verbindung ungleich starker Hölzer.

Fig. 85.

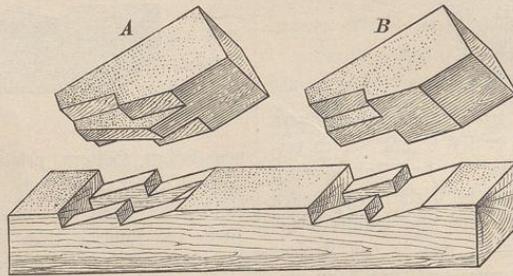
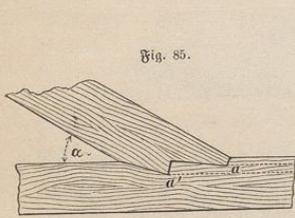


Fig. 87.

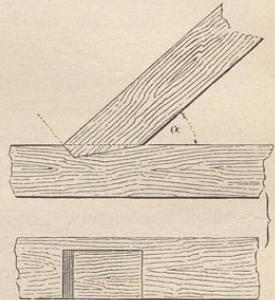
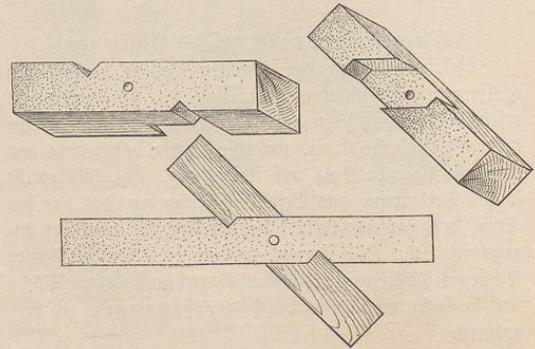


Fig. 88.



Bei allen Verzapfungen, bei denen die Verzäpfung fehlt, muß die Verbindung durch umgelegte Bänder oder Schraubenbolzen gegen seitliche Verschiebungen gesichert werden; derartige Sicherungen sind auch bei Anwendung von Zapfen dann nötig, wenn der Neigungswinkel  $\alpha$  klein ist und die Befürchtung besteht, daß sich das eingesetzte Holz aus der Verbindung lösen könnte.

Verzapfung mit Überblattung, Fig. 88, ist eine sehr gute aber etwas gekünstelte Verbindung, und kommt nur selten zur Anwendung.

Die Verbindung zwischen Thürriegel und Pfosten bei Fachwerkwänden erfolgt ebenfalls gewöhnlich durch Verzapfung mit Zapfen in der in Fig. 89 A dargestellten

Fig. 84.

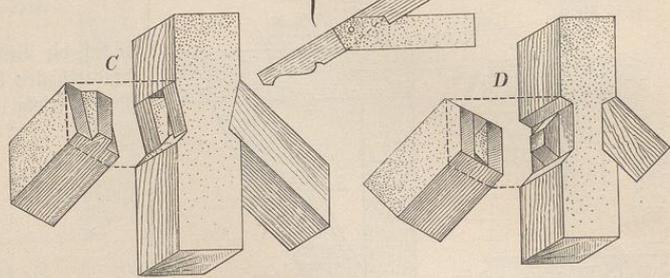
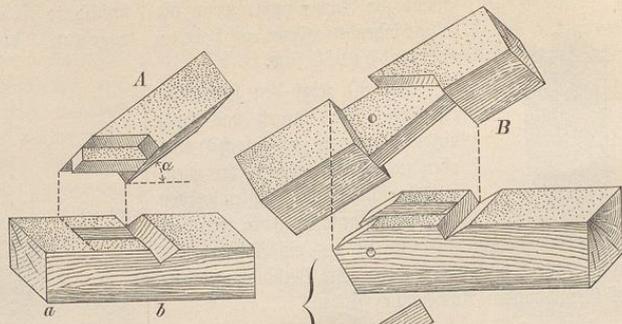
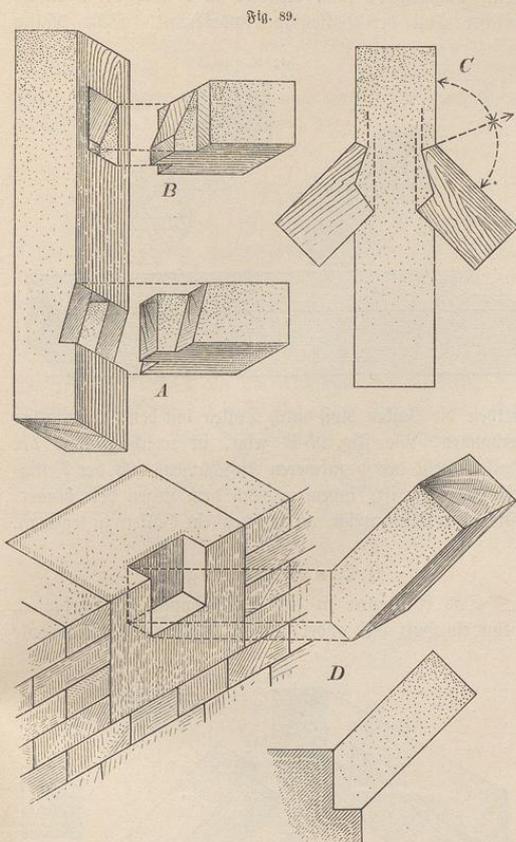


Fig. 86.

Art, oder auch durch beiderseits verdeckte Verfassung nach Fig. 89 B, welsch' letztere jedoch den Nachteil aller verdeckten Verbindungen teilt und wenig verwendet wird.

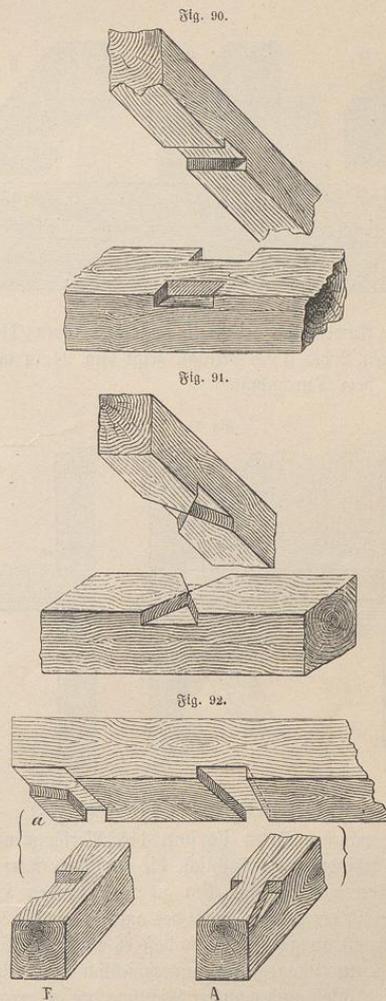


Die Mauerverfassung, Fig. 89 D, erfordert zur soliden Ausführung einen entsprechend ausgearbeiteten Werkstein; doch kann auch ein Winkelleisen, das sorgfältig angebracht ist, zur Aufnahme des Holzes dienen.

#### d) Die Verkämmungen.

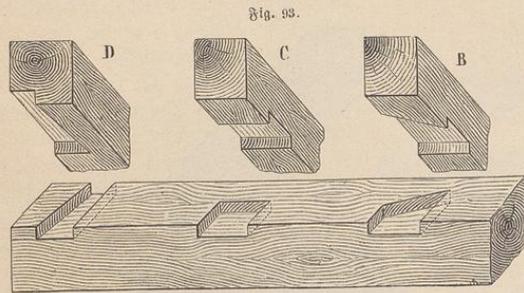
Die Verkämmungen bezwecken, zwei sich kreuzende Hölzer, deren Oberflächen nicht in einer Ebene liegen (nicht bündig sind), unverschiebbar miteinander zu verbinden. Dabei können beide Hölzer, oder nur eines oder gar keines, über den Kreuzungspunkt hinausreichen (+, T und Γ Verbindung). Bei den Verbindungen in + Form, wo beide Hölzer den Kreuzungspunkt überschneiden, ist die Form der Verkämmung ziemlich gleichgültig; die am

meisten gebräuchlichen sind in Fig. 90, gerade Verkämmung, und in Fig. 91, Kreuzverkämmung, dargestellt.

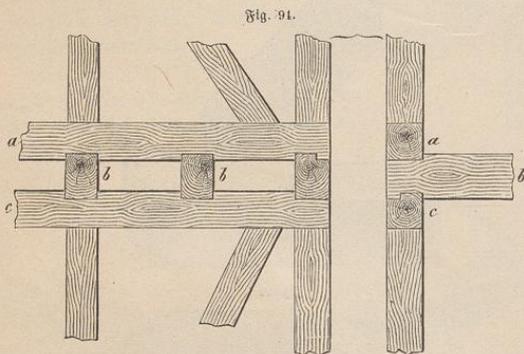


Endverkämmungen, bei denen nur eines der Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht, sind in Fig. 92 bei A, und in Fig. 93 bei B und C dargestellt. Die mit B und C bezeichneten sind gebräuchlicher, stehen aber der schwalbenschwanzförmigen Verkämmung A nach, weil bei dieser der Kamm im Zusammenhange mit dem übrigen Holze bleibt, wodurch er einem Zuge wirksamer widersteht, als die hakenförmigen Rämme B und C, die leicht abspringen.

Fig. 92 und 93 zeigen bei E und D Eckverfämmungen, von denen die letztere vorzuziehen ist, da bei E der kleine isolierte Kamm a leicht abspringt.



Die Anwendung der Verfämmungen, deren Tiefe im allgemeinen 2 bis 3 cm beträgt, zeigt Fig. 94 in der Ansicht und dem Durchschnitt.

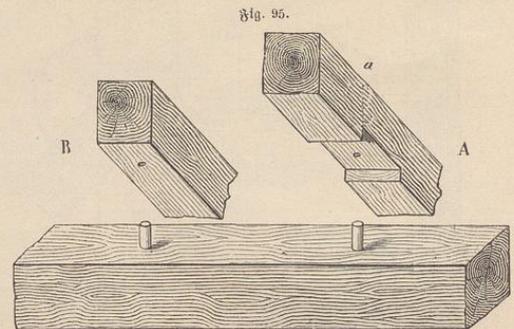


#### e) Das Aufdollen. (Verdollen.)

In manchen Orten ist statt des Verfämmens eine andere Verbindung gebräuchlich, die man das Auf- oder Verdollen nennt. Von den zu verbindenden Hölzern wird eines in der ganzen Breite des anderen um die Kammtiefe (24 mm) ausgeschnitten, so daß es nach der Richtung seiner eigenen Längsachse unverschieblich ist. Um die Unverschieblichkeit auch nach der Richtung des anderen Holzstückes zu sichern, bekommt dieses nach Fig. 95 A einen 24 bis 30 mm starken hölzernen Nagel, gewöhnlich von Eichenholz, den eigentlichen Dollen, welcher in ein in das ausgeschnittene Holz gebohrtes Loch eingreift. Die Verbindung ist, wenn sie einmal bewerkstelligt ist, gut und dem Zwecke entsprechend, und kann noch auf den Vorteil Anspruch machen, daß ein geringes Heben oder Werfen der Hölzer dieselbe nicht so leicht gefährdet, wie bei den Verfämmungen, da diese, um die Hölzer nicht zu schwächen,

nur wenig Tiefe haben. Einer größeren Gewalt kann der Dollen aber nicht widerstehen.

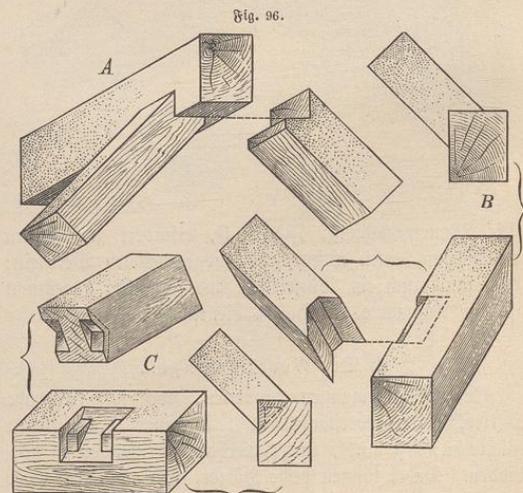
In Fig. 95 A geht das Holz über den Kreuzungspunkt hinaus; es kann dasselbe aber auch bei a enden, welcher Fall bei Balkenlagen vorkommt. Sehr häufig



werden die Balken bloß durch Dollen mit den Mauerlatten verbunden, wie Fig. 95 B zeigt, in welchem Fall der Dollen mehr des bequemeren Aufschlagens als der Festigkeit wegen da ist, indem er nach dem Legen der Mauerlatten den Ort anzeigt, an welchen ein Balken zu legen ist.

#### f) Die Verklauungen.

Das Aufklauen ist eine Verbindung, die vorkommt, wenn ein Holz das andere in der Richtung der Diagonale



des Querschnittes trifft, Fig. 96 A und B. Den gabelförmigen Ausschnitt nennt man „Klaue“, auch „Geißfuß“. Vielfach werden die spitzigen Kanten der Klaue gebrochen

und es werden auch beide Teile der Klaue wohl noch durch einen stehenbleibenden Steg miteinander verbunden, Fig. 96 C.

In allen Fällen, in denen die Achsen der beiden Hölzer nicht lotrecht aufeinanderstehen, wie z. B. bei Schiftern und Kehlsparren, müssen die Klauen schräg eingeschnitten werden, s. Kap. VIII; um das anfallende Holz gegen Verschieben zu sichern, muß eine solche Verbindung genagelt werden.

#### g) Das Verzinken.

Diese Verbindung ist eine Eckverbindung, die bei Brettern und Dielen, und deshalb vornehmlich in der Bau- schreinerei Anwendung findet und gewöhnlich noch verleimt wird; doch giebt eine sorgfältig hergestellte Verzinkung auch ohne Leim schon eine sehr feste Verbindung. Die schwalbenschwanzförmigen Zähne, Fig. 97 und 98, (Zinken) sind immer an das Holzstück zu arbeiten, das keinem Seitendruck ausgesetzt ist; denn Fig. 97 zeigt, daß das Holzstück A nach der Richtung des Pfeiles a nicht aus der Verzinkung gerissen werden kann, wogegen ein Ausweichen nach der Richtung des Pfeiles b nicht verhindert wird, Fig. 97 und 98<sup>a</sup>. Diese Verzinkung findet auch bei Blockbauten Anwendung, Fig. 98<sup>b</sup> (s. auch Fig. 213).

Fig. 97.

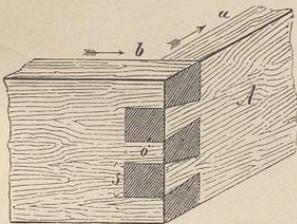
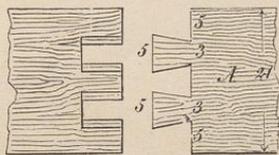


Fig. 98.



Die Verbindung wird zur Herstellung kastenartiger Konstruktionen verwendet, wobei die verzinkten Bretter oben oder unten durch einen Deckel oder Boden gefaßt und fest verbunden werden; führt man in diesen Fällen

Breymann, Baukonstruktionslehre. II. Sechste Auflage.

die Verzinkung nach Fig. 99<sup>1)</sup> aus, wobei die Zähne der beiden Bretter nicht keilförmig, sondern von parallelen Linien begrenzt, aber in ihrer Richtung gegen die Brett- kante schräggestellt sind, so wird ein Herausziehen für beide Bretter ausgeschlossen.

Fig. 98 a.

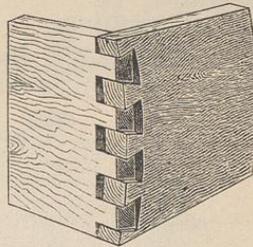


Fig. 98 b.

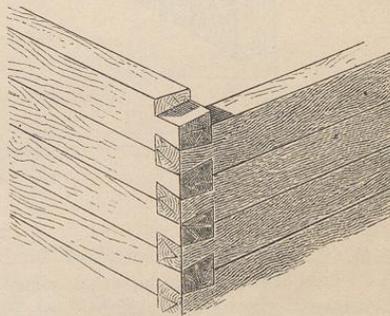


Fig. 99.

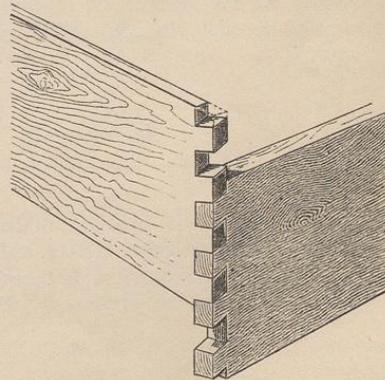


Fig. 100 zeigt die sogenannte verschäzte Verzinkung, die vor der gewöhnlichen keinen besonderen

1) Centralblatt der Bauverwaltung 1884, S. 317.

Vorzug hat. Bei der verdeckten Verzinkung, Fig. 101 A, wird das Hirnholz der Zinken einseitig verdeckt, wogegen bei der Verzinkung auf Gehrung auf keiner der Ansichtsflächen die Zinken sichtbar werden, Fig. 101 B.

Fig. 100.

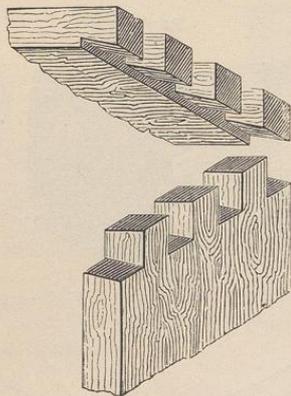


Fig. 101.

