



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente

Marx, Erwin

Stuttgart, 1901

1. Kap. Holzverbände

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78727](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78727)

2. Abschnitt.

Konstruktionselemente in Holz.

Von Dr. F. HEINZERLING.

1. Kapitel.

Holzverbände.

111.
Zweck.

Der Holzverband bezweckt diejenige Verbindung von Balken, Bohlen und Brettern, welche die Herstellung der verschiedenen Holzkonstruktionen eines Bauwerkes aus dem Gebiete des Hochbaues erfordert. Das von Nadelhölzern oder Laubhölzern gewonnene Bauholz wird im Hochbau als Rundholz, Kantholz und Schnittholz verarbeitet. Das stärkste Rundholz hat 35 bis 45^{cm} Zopfstärke bei 10 bis 16^m Länge. Das meist durch Zerfägen, selten durch Beschlagen gewonnene Kantholz kommt, je nachdem der Stamm nur ein Kantholz liefert oder in 2, 4 oder 6 Kanthölzer zerlegt wird, als Ganzholz, Halbholz, Kreuzholz und Sechstelholz vor und erhält Querschnittsabmessungen von 10 bis höchstens 40^{cm} und Längen von 10 bis höchstens 15^m. Das Schnittholz kommt teils als Bohlen in Stärken von 5 bis 10^{cm}, mit Breiten von 25 bis 40^{cm} und mit Längen von 3,00 bis 5,00, höchstens 7,50^m, teils als Bretter in Stärken von 1,5 bis 4,5^{cm}, mit Breiten von 15 bis 25^{cm} und mit Längen von 3,00 bis 4,50, höchstens 6,00^m, teils als Schrothölzer und als Latten zur Anwendung.

Wo diese Abmessungen zu Hochbaukonstruktionen von größerer Ausdehnung nicht ausreichen, bezweckt der Holzverband zur Herstellung der erforderlichen Längen-, Breiten- und Stärkenmaße zunächst:

a) die Verlängerung der Verbandstücke in wagrechter, lotrechter oder geneigter Richtung,

b) die Verbreiterung der Verbandstücke nach einer dieser Richtungen, oder

c) die Verstärkung der Verbandstücke durch Verbindung derselben in der Richtung ihrer Dicke.

Wo ferner die Hochbaukonstruktionen das Zusammensetzen von Verbandstücken unter rechtem, spitzem oder stumpfem Winkel, also eine Winkelverbindung erfordern, bezweckt der Holzverband entweder:

d) den Winkelverband in einer Ebene, oder

e) den Winkelverband in zwei oder in mehreren parallelen Ebenen.

Nach jedem vorliegenden besonderen Bedürfnisse bezweckt der Holzverband eine Verbindung nach einer Richtung, nach zwei oder nach drei zu einander

senkrechten Richtungen, wovon jede der ersten beiden Verbindungen eine verhältnismäßig feste und nur die letztere eine vollkommen feste Verbindung ist.

Jede Vereinigung zweier hölzerner Verbandstücke wird durch die dem jeweiligen Zwecke entsprechende Form ihrer Berührungsflächen oder Fugen, und zwar — je nachdem nur eine Verbindung oder eine Befestigung derselben nötig ist — ohne oder mit Anwendung besonderer hölzerner oder eiserner Befestigungsmittel bewirkt. Sowohl die Form der Fuge, als auch die Form und Lage des Befestigungsmittels hängen von der Festigkeit und der eigentümlichen Faserstruktur des Holzes ab. Während Zug- und Druckfestigkeit des Holzes nicht wesentlich verschieden sind, da letztere zwischen etwa $\frac{3}{4}$ bis $\frac{7}{8}$ der ersteren schwankt, so ist die Schubfestigkeit desselben sehr verschieden, je nachdem die Schubkraft parallel oder senkrecht zur Richtung der Fasern wirkt, da die erstere nur zu etwa $\frac{2}{7}$ der letzteren angenommen werden kann. Alle Holzverbände sind daher so anzuordnen, daß, wo möglich, nur die Druck- oder Zugfestigkeit des Holzes und seine Schubfestigkeit senkrecht zu seiner Faserrichtung zur Wirkung kommen und daß, wo seine Schubfestigkeit parallel zu seiner Faserrichtung in Anspruch genommen werden muß, Form und Maß der Fuge der verhältnismäßig geringeren Leistungsfähigkeit des Holzes vollkommen entsprechen.

Zur Erhöhung ihrer Dauer sind die Holzverbände möglichst so anzuordnen, daß das Eindringen von Feuchtigkeit in die Fuge, also das Entstehen von Fäulnis in derselben, thunlichst verhütet wird, oder man hat, wo das Eindringen von Nässe nicht zu verhindern ist, dieselben wenigstens so anzuordnen, daß die Nässe leicht abziehen kann und die Luft Zutritt hat, um das Austrocknen zu befördern.

Die Form der Fuge muß stets das An- oder Ineinanderfügen der Verbandstücke gestatten; sie stellt also, da die letzteren auf dem umgekehrten Wege auseinander genommen werden können, an und für sich eine Verbindung, nicht aber eine Befestigung her. Sie reicht für sich nur in den Fällen aus, wo das Verschieben nach einer oder nach zwei zu einander senkrechten Richtungen zu vermeiden ist, und gestattet in diesen Fällen, eine Verbindung herzustellen, welche die Befestigung der Verbandstücke ersetzt. Zur Verbindung von Balken und Pfählen, als Verbandstücken mit kurzen Fugen, dienen: der Stofs, das Blatt, die Verfassung, der Zapfen, die Klaue und der Kamm; zur Verbindung von Balken, Pfählen, Bohlen und Brettern, als Verbandstücken mit langen Fugen, dienen: das Säumen der Fugen, der Falz, die Verschränkung, die Verzahnung, die Spundung, die Verzapfung, die Verzinkung, Nut und Feder und das Anschäften, welche mit den erstgenannten Verbindungen verwandt, und zwar teils Verlängerungen, teils Wiederholungen derselben sind. Eine Uebersicht über diese Grundformen der Fuge, worin die verwandten Formen gegenüber gestellt sind, gibt die umstehende Tafel.

112.
Verbindungs-
weise.

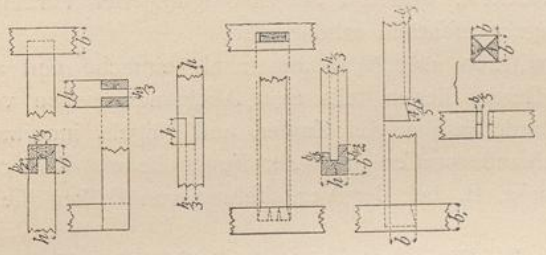
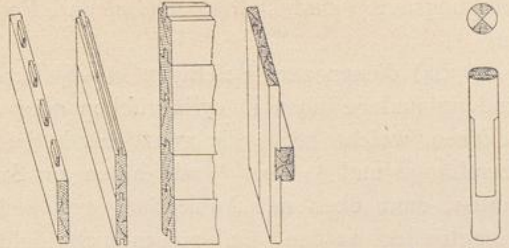
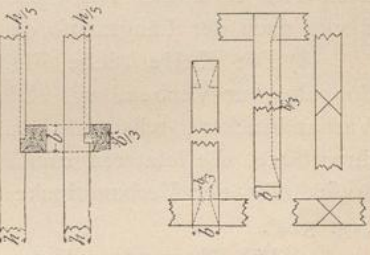
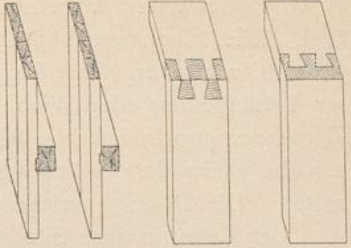
113.
Grundformen
der Fuge.

a) Befestigungsmittel.

Da die Form der Fuge für sich allein nicht ausreicht, um eine Befestigung der Verbandstücke herzustellen, so wendet man hierzu besondere Verbandstücke an, welche nach Maßgabe der an sie gestellten Anforderungen entweder aus hartem Holz oder aus Eisen, und zwar, je nach der Art ihrer Beanspruchung, aus Schmiedeeisen, aus Gusseisen oder aus beiden zugleich bestehen.

Grundformen der Fuge.

Kurze Fugen (Balken).		Lange Fugen (Bretter und Bohlen).	
Stofs (Stosen).	Gerader Stofs I	Stumpfe Fuge (Säumen) Ia	
	Schräger Stofs II		
Stofs auf Gehrung III	Fuge auf Gehrung IIIa		
Blatt (Verblatten).	Gerades Blatt IV	Falz (Verfalsung) IVa	
	Schräges Blatt V	Verfchränkung VIa	
	Gerades Hakenblatt VI	Verzahnung IXa	
	Schräges Hakenblatt VII		
Verlätzung (Verlätzen).	Gerade Verlätzung VIII	Verzahnung IXa	
	Schräge Verlätzung IX		
	Gebrochene Verlätzung X		
	Einfache Verlätzung XI		
	Doppelte Verlätzung XII		
	Klaue (Anklauen).		
Klaue mit Zapfen im Nest XIV			

Zapfen (Verzapfen).	<p>Blattzapfen</p> <p>Schlitz- oder Scherzapfen</p> <p>Nutzapfen</p> <p>Keilzapfen</p> <p>Brutzapfen</p> <p>Weisfchwanzzapfen (mit Keil)</p> <p>Kreuzzapfen</p>		<p>XV</p> <p>XVI</p> <p>XVII</p> <p>XVIII</p> <p>XIX</p> <p>XX</p> <p>XXI</p>	<p>Verzapfung</p> <p>Nut und Feder</p> <p>Quadratspundung</p> <p>Nuten auf den Grat</p> <p>Anschäffen</p>	
Kamm (Verkämme).	<p>Einfacher Kamm</p> <p>Doppelter Kamm</p> <p>Schwalbenfchwanzkamm</p> <p>Weisfchwanzkamm</p> <p>Kreuzkamm</p>		<p>XXII</p> <p>XXIII</p> <p>XXIV</p> <p>XXV</p> <p>XXVI</p>	<p>Nut und Feder</p> <p>Desgl.</p> <p>Verzinkung</p> <p>Verdeckte Verzinkung</p>	

1) Befestigungsmittel aus Holz.

114.
Dollen.

Die wichtigsten hölzernen Befestigungsmittel sind Dollen, Dübel und Federn, Nägel, Keile, Klammern und Lafchen.

α) Die Dollen (siehe Fig. 274 u. 304) dienen zum Befestigen von Balken bei ihrer Verlängerung oder Winkelverbindung und bestehen in cylindrischen oder vier- und mehrseitig prismatischen Holzstückchen, welche bezw. die ganze bis halbe und die halbe Dicke der Verbandstücke zur Länge und $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{5}$ derselben zur Stärke erhalten. Die Dollen, welche erst unten, dann oben mit Anwendung von heißem Teer oder Leim in ihre Sitze fest eingetrieben werden, sind aufsen nicht sichtbar.

115.
Dübel.

β) Die Dübel (siehe Fig. 322 bis 324⁷²⁾ sollen das Verschieben aufeinander gelegter Verbandstücke nach einer Richtung verhindern und bestehen in prismatischen Holzstücken mit meist quadratischem oder rechteckigem, bisweilen doppelt schwalbenschwanzförmigem Querschnitt. Sie erhalten die halbe bis ganze Breite ihrer Verbandstücke zur Länge, je nachdem sie verdeckt oder äußerlich sichtbar sein sollen, ihre halbe bis viertel Höhe zur Breite und $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{6}$ dieser Höhe zur Dicke. Um die äußerlich sichtbaren Dübel beim Schwinden der Verbandstücke nachtreiben zu können, erhalten sie vorteilhaft die Form schlanker Keile.

116.
Nägel.

γ) Die Nägel (siehe Fig. 278, 289, 291, 297, 299 u. 300) dienen zum Befestigen von übereinander verlegten Verbandstücken und bestehen in vier- bis achtseitigen prismatischen Holzstückchen, welche bei einer Stärke von 1 bis 3 cm die Höhe beider Verbandstücke zur Länge erhalten und in vorher gebohrte Nagellöcher eingetrieben werden. Durch konische Erweiterung der Nagellöcher nach aufsen und durch Eintreiben kleiner Keile in die Hirnenden der Nägel lassen sich ihre Enden nach Art versenkter Nietköpfe verdicken, wodurch die Befestigung der Verbandstücke nach der Längsachse der Nägel wesentlich erhöht wird.

117.
Keile.

δ) Die Keile (siehe Fig. 279, 280 u. 296) kommen als einfache und als doppelte zur Verwendung. Die ersteren dienen teils zum Aneinanderpressen von Verbandstücken, teils zum Auseinandertreiben von Zapfen und Nägeln innerhalb ihrer Sitze, die letzteren zum Auseinanderpressen paralleler Fugen behufs dichterem Anschlusses der Verbandstücke, wie z. B. bei der Verdübelung von Balken (siehe Fig. 324).

118.
Klammern.

ε) Die Klammern dienen zum Befestigen nebeneinander befindlicher Verbandstücke und besitzen die Form eines doppelten Schwalbenschwanzes, welcher verdeckt oder äußerlich sichtbar eingelegt wird, die Hälfte seiner Länge zur Breite und $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ seiner Breite zur Dicke erhält.

2) Befestigungsmittel aus Eisen.

Die wichtigsten eisernen Befestigungsmittel sind Schrauben, Nägel, Klammern, Schienen, Ringe, Anker und Hängeeisen.

119.
Schrauben.

ζ) Die Schrauben dienen zum dichten Aneinanderpressen der Verbandstücke. Bei Balken und starken Bohlen wendet man Kopfschrauben (Schraubenbolzen), bei schwachen Bohlen und Brettern fog. Holzschrauben an.


α) Die Schraubenbolzen (siehe Fig. 285, 287 u. 320 bis 330) erhalten Längen und Dicken, welche bezw. der Stärke der Verbandstücke und dem erforderlichen Grade der Zusammenpressung entsprechen müssen und in den einzelnen Fällen verschieden sind. Ueber die zu wählenden Abmessungen der Bolzen, Köpfe, Muttern

⁷²⁾ Siehe die Fußnote 66 auf Seite 88.

und Unterlagsplättchen ist im folgenden Abschnitt (Kap. 1, unter b) das Erforderliche zu finden.

b) Die Holzschrauben erhalten, je nachdem sie versenkt werden sollen oder nicht, bezw. einen umgekehrt konischen oder fast halbkugelförmigen Kopf, welcher jederzeit mit einem Einschnitte zum Einfsetzen des Schraubenziehers versehen ist, und eine schlank konische Spindel mit Schraubengängen, welche im Querschnitt ein rechtwinkeliges, meist gleichschenkeliges Dreieck zeigen.

η) Die Nägel (siehe Fig. 271, 277, 310 u. 317) dienen ebenfalls zum Aneinanderpressen der Verbandstücke, erhalten je nach ihrem besonderen Zwecke schlanke, keilförmig zulaufende Schäfte mit dreieckigem, rechteckigem oder quadratischem Querschnitt oder cylindrische Schäfte und höhere pyramidenförmige, halbkugelförmige, flache oder konische Köpfe von quadratischer, ovaler oder runder Grundform. Hiernach unterscheidet man die Nägel im engeren Sinne, die Spieker, die Querköpfe, und die gewöhnlich aus ungeglühtem Eisendraht maschinell hergestellten Drahtstifte. Die größeren Nägel (Leifnägeln), welche zur Befestigung der größeren Verbandstücke dienen und auf besondere Bestellung bis zu 50 cm Länge und darüber geschmiedet werden, sind in Längen von 15 bis 30 cm im Handel, während die kleineren Nägel, Spieker und Querköpfe, je nachdem sie zum Befestigen von Bohlen oder Brettern dienen, Längen von 5 bis 15 cm und die Drahtstifte Längen von 1 bis 20 cm bei 0,25 bis 6,00 mm Schaftdurchmesser erhalten.

θ) Die Klammern (siehe Fig. 270 u. 276) dienen teils zum Zusammenhalten zweier gestossener Balkenstücke und bilden dann förmig gebogene, sog. Hakenklammern mit 20 bis 40 cm langem Zwischenstück und kürzeren, entweder spitzen Enden (Fig. 270), welche mit dem Hammer eingetrieben, oder stumpfen Enden, welche paarweise sich gegenüber eingelassen und durch Schrauben angezogen werden, teils zum Festhalten anderer Befestigungsstücke mit 5 bis 10 cm langem Zwischenstück und mindestens ebenso langen spitzen Enden (Fig. 276).

ι) Die Schienen (siehe Fig. 272, 277 u. 281) dienen ebenfalls zum Zusammenhalten gestossener Balken und bestehen aus Flacheisen, welche paarweise einander gegenüber auf die Balken gelegt oder in dieselben eingelassen und entweder festgenagelt oder durch Schraubenbolzen angezogen werden.

Die Stärke jener Hakenklammern und dieser Schienen, sowie die erforderliche Zahl und Stärke der Schraubenbolzen und Nägel hängen von dem Zuge ab, welchen ein Balken auf den anderen übertragen soll und welchem die ersteren mit ihrer Zugfestigkeit, die letzteren mit ihrer Schubfestigkeit zu widerstehen haben.

κ) Die Ringe (siehe Fig. 274 u. 282) sind kreisförmig gebogene Flacheisen, welche entweder die Verschiebung gestossener, lotrechter Pfähle verhindern sollen und dann in dieselben eingelassen werden und aus einem Stück bestehen, oder die durch Ueberblattung oder Verzapfung verbundenen Pfähle zusammenhalten sollen und dann aus je zwei durch ein Gelenk verbundenen Hälften bestehen, welche in die Stämme eingelassen und durch ineinander greifende Oesen und Stifte zusammengehalten werden.

λ) Die Anker, welche zur Verbindung der Balken mit dem Mauerwerk dienen, die sog. Gebälk- oder Balkenanker, bestehen aus Flacheisen, welche an dem im Mauerwerk steckenden oder auferhalb der Mauer befindlichen Ende mit der zur Aufnahme eines eisernen Splintes erforderlichen Oese versehen, am anderen, dem Balken anliegenden Ende etwas übergebogen und durch Nägel nebst Klammer mit

120.
Nägel.

121.
Klammern.

122.
Schienen.

123.
Ringe.

124.
Anker.

dem Balken fest verbunden sind. (Ueber Einzelheiten in der Gestaltung solcher Anker siehe den nächsten Abschnitt, Kap. 5.)

125.
Hängeeisen.

μ.) Die Hängeeisen (siehe Fig. 360, 367, 369 u. 372), welche zur Verbindung lotrechter und wagrechter Balken dienen, werden an die ersteren (Hängefäulen) ebenso wie die Schienen, und zwar mittels der erforderlichen Zahl von Schraubenbolzen, angeschlossen, während sie unten entweder unmittelbar verbunden sind, also aus einem Stücke bestehen, oder in Schraubenspindeln endigen, durch welche je ein die wagrechten Balken unterstützendes eisernes Querplättchen gesteckt und mittels je zweier starker Muttern angezogen wird. Nur wenn die Hängefäulen durch eine meist runde Hängefange (siehe Fig. 363) ersetzt werden, läßt man dieselbe durch die Unterzüge reichen, verfißt sie unten mit einer Spindel und unterstützt die letzteren durch einen kurzen schmiedeeisernen Sattel, welchen man mittels einer Mutter anzieht.

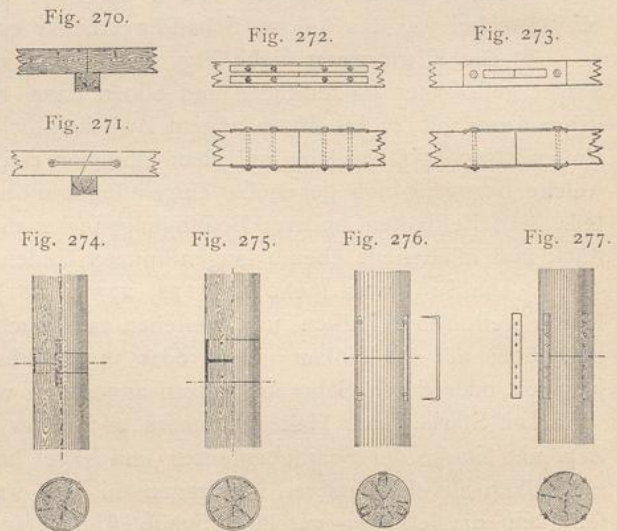
b) Holzverbände.

1) Verlängerung der Verbandstücke (Balken).

126.
Gerader
und schräger
Stofs.

α) Der gerade Stofs (I⁷³) dient zur wagrechten und lotrechten Verlängerung; er fordert im ersteren Falle eine Unterstüttung an der gestofsenen Stelle und widersteht nur einem Druck nach der Längsachse der gestofsenen Balken oder Pfähle. Das

seitliche Verschieben und das Auseinanderziehen derselben werden durch Anwendung von eisernen Klammern (Fig. 270), Schienen und von Platten mittels Schraubenbolzen (Fig. 272 u. 273) verhindert. Bei der lotrechten Verlängerung oder beim Aufpfropfen von Pfosten und Pfählen wird der gerade Stofs in Verbindung mit eingelassenem schmiedeeisernem Ringe und hölzernen oder eisernen Dollen (Fig. 274), mit gußeisernem Zwischenstück (Fig. 275), mit mehreren schmiedeeisernen Klammern (Fig. 276) oder mit mehreren schmiedeeisernen



Schienen, welche über den Stofs genagelt und, zur Vermeidung von Verbiegungen durch Druck und Stofs, mit nach der Längsachse ovalen Nagellöchern versehen werden (Fig. 277), angewendet. Diese Verbindungen eignen sich besonders zum Aufpfropfen von Rammpfählen für Pfahlrostgründungen, weil sie die Pfähle beim Einrammen am meisten gegen das Spalten oder Splittern schützen.

β) Der schräge Stofs (II) dient zur wagrechten Verlängerung, erhält eine Neigung von 2:1, leistet übrigens nicht mehr, als der gerade Stofs, und wird meist durch die bei diesem angeführten eisernen Befestigungsmittel gegen seitliches Verschieben und Auseinanderziehen nach der Längsachse der Balken gesichert (Fig. 271).

⁷³) Die eingeklammerten römischen Zahlen verweisen auf die ihnen entsprechenden Nummern der Tabelle »Grundformen der Fuge« auf S. 96 u. 97.

γ) Das gerade Blatt (IV) dient zur Verlängerung wagrechter Verbandstücke, welche sich bei einer Stärke von derselben Balkenhöhe wechselseitig um das Doppelte der Balkenhöhe übergreifen und durch hölzerne, etwas versetzte Nägel befestigt werden. Hierbei hebt sich das gerade Blatt mit schrägen Hirnschnitten (Fig. 278) weniger leicht aus, als dasjenige mit geraden Schnitten. Beide bedürfen einer Unterfützung unter der Verbandstelle und werden nur zur Verbindung höherer Balken verwendet.

Fig. 278.



δ) Das schräge Blatt (V) wird, wie das gerade, nur bei niedrigeren Balken angewendet, erhält jedoch das Dreifache der Balkenhöhe zum Uebergreif, während die lotrechten Einschnitte nur $\frac{1}{6}$ derselben betragen. Auch hier erfolgt eine Befestigung durch versetzte Holznägel.

ε) Das gerade Hakenblatt (VI) mit geraden oder schrägen Hirnschnitten bezweckt die Verlängerung wagrechter Verbandstücke, welche zugleich dem Auseinanderziehen widerstehen sollen und, wenn noch das seitliche Verschieben derselben verhindert werden soll, durch hölzerne Nägel befestigt werden. Auch das gerade Hakenblatt mit schrägen Hirnschnitten, welches statt der Holznägel einen Doppelkeil (Fig. 279)

Fig. 279.

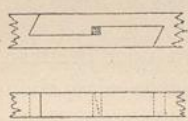
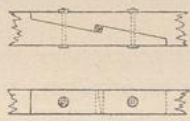


Fig. 280.



erhält, verhindert gleichzeitig Aushebung und seitliche Verschiebung.

ζ) Das schräge Hakenblatt (VII) wird zu demselben Zwecke, wie das gerade, und zwar ohne und mit Doppelkeil, angewendet. Besonders im ersteren Falle befestigt man die Verbandstücke mit je zwei Holznägeln oder besser mit je zwei Schraubenbolzen (Fig. 280).

Die beiden zuletzt genannten Verbindungen lassen sich vom Zimmermann leicht mittels Winkeleisen, Säge und Beil herstellen, während Längenverbindungen, wie das sog. verdeckte Hakenblatt und der verborgene Hakenkamm mit schrägen Schnitten, die Anwendung des Stemmeisens erfordern und gleichwohl nicht mehr oder nicht weniger als jene leisten.

Fig. 281.

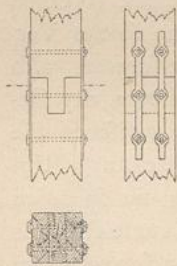


Fig. 282.



η) Der Nutzapfen (XVII) dient zur lotrechten, fultener zur wagrechten Verlängerung beschlagener Pfosten oder Balken, welche durch hölzerne Nägel, besser durch schmiedeeiserne Schienen in Verbindung mit Schraubenbolzen aneinander befestigt werden (Fig. 281).

θ) Der Kreuzzapfen (XXI) wird ausschließlich zur lotrechten Verlängerung von Pfählen, und zwar in Verbindung mit den unter den Befestigungsmitteln erwähnten zweiteiligen Ringen (Fig. 282) verwendet und eignet sich besser zum Aufpfropfen von Pfählen mit ruhender Belaftung, als von Rammpfählen, da er das Spalten und Splittern derselben befördert.

2) Verbreiterung der Verbandstücke (Bretter und Bohlen).

α) Die gerade oder stumpfe Fuge (Ia), die mit dem Handfughobel durch das »Fugen« oder »Säumen« hergestellt wird und dem geraden Stofs entspricht, gefattat zwar das dichte Aneinanderlegen der Bohlen und Bretter auf geeigneter Unterlage, erfordert aber zu ihrer Befestigung innerhalb der Fuge, abgesehen von der bei Brettern üblichen Verleimung oder schrägen Nagelung, die Anwendung hölzerner Dollen oder Dübel.

127.
Gerades
und schräges
Blatt.

128.
Gerades
und schräges
Hakenblatt.

129.
Nut- und
Kreuzzapfen.

130.
Gerade
und schräge
Fuge.

β) Die schräge oder spitze Fuge (IIa) entspricht dem schrägen Stofs, wird mittels des Hobels durch das »Messern« hergestellt, jedoch nicht spitzer als unter einem Winkel von 45 Grad, und gestattet zwar eine lotrechte Nagelung, aber nicht die Verbindung mit Dollen oder Dübeln.

131.
Falz.

γ) Der Falz (IV a) entspricht dem geraden Blatt, bildet also eine gebrochene Fuge, deren Breite und Tiefe gewöhnlich der halben Bohlenstärke gleich kommen. Das Falzen (die Ueberfalzung, die halbe Spundung) bezweckt das Schliessen der Fuge durch Uebergreifen der Verbandstücke und wird bei wagrechter und geneigter Lage, sowie bei lotrechter Stellung von Brettern angewendet.

132.
Spundung.

δ) Die Spundung entspricht der Verzäpfung und bezweckt das Ineinandergreifen der Verbandstücke mittels einer Vertiefung (Nut) und einer Erhöhung (Spund), welche genau ineinander greifen müssen. Je nachdem dieser Spund drei- oder rechteckig ist, unterscheidet man die Keilspundung (Xa) und die Quadratspundung (XVIIa), wovon die erstere in verschiedenen Formen vorkommt, die letztere zur Verbindung von Brettern und Bohlen (Spundwände) Anwendung findet (siehe Fig. 313 bis 316 u. Fig. 318).

133.
Nut und
Feder.

ε) Nut und Feder (XVb) dienen zur Verbindung von Bohlen oder Brettern, welche an den Seiten sämlich durchgehende Nuten erhalten, in welche eine ebenfalls durchgehende, aus härterem Holze oder aus starkem Zinkblech bestehende Feder eingeschaltet wird.

3) Verstärkung der Verbandstücke (Balken).

134.
Verschieben-
heit.

Die Verstärkung von Balken gestaltet sich verschieden, je nachdem sie in wagrechter und geneigter Lage oder in lotrechter Stellung belastet werden sollen.

Werden zwei Balken der Länge nach wagrecht übereinander gelegt und symmetrisch so belastet, daß sie sich durchbiegen, so verschieben sich ihre Berührungsflächen in der Balkenmitte nicht und von da nach beiden Seiten um so mehr, je näher sie den Balkenenden rücken, wo diese Verschiebung ihr Höchstmaß erreicht. Werden nun jene Balken an ihren Berührungsflächen so verbunden, daß eine solche Verschiebung nicht eintreten kann, so wird zugleich ihre Durchbiegung erschwert, also ihre Tragfähigkeit vermehrt. Dieser Zweck wird teils durch die Form der Berührungsfläche (Verzahnung), teils durch Dübel erreicht, welche man zwischen die beiden Balken schiebt und in dieselben etwas eingreifen läßt (Verdübelung). Um den dichten Anschluß der Balken aneinander zu bewirken, werden sie in allen diesen Fällen durch Schraubenbolzen gegeneinander geprefst, welche zugleich ihrer Verschiebung entgegenwirken, überhaupt die anfangs getrennten Balken so verbinden sollen, daß sie als ein einziger Balken wirken.

135.
Verzahnung.

α) Die Verzahnung (IX a). Die Zähne erhalten eine Länge von 0,8 bis 1,0 und eine Höhe von 0,1 der ganzen Balkenstärke (siehe Fig. 320 u. 321) und werden zum Zwecke des genauen Ineinandergreifens sorgfältig abgehobelt. Wo infolge ungenauer Arbeit zwischen den einzelnen Zähnen Lücken bleiben, pflegt man dieselben durch seitliches Eintreiben schlanker Keile von hartem Holze auszufüllen, ein Mittel, welches man gleichzeitig zu dem Zwecke anwendet, um das Ineinanderpressen der Zähne an ihren Hirnflächen zu verhindern. Da bei und nach dem Eintreiben der Keile Langholz auf Hirnholz drückt und die Keile ihrer Breite nach allmählich schwinden und dann wegen des Widerstandes der Schraubenbolzen kaum mit dem gewünschten Erfolge nachgetrieben werden können, so empfiehlt es sich, statt der hölzernen Keile

hinreichend breite Plättchen aus Zink-, Kupfer- oder Eisenblech zwischen die Hirnholzflächen der Zähne zu legen, diese letzteren aber mit möglichster Genauigkeit zu bearbeiten. Da indes das allseitige dichte Ineinandergreifen der Zähne schwer zu erreichen ist und die Verzahnung überdies eine Schwächung der Balken um 0,2 ihres Gesamtquerschnittes mit sich bringt, so ersetzt man die Verzahnung häufig durch

β) die Verdübelung (siehe Fig. 322 bis 324). Die Dübel, welche die Stelle der Zähne vertreten und samt ihren Sitzen sich leichter, wie die letzteren, genau bearbeiten lassen, sind prismatische, besser schwach keilförmige Stücke aus hartem Holze, welche man in das Innere der Balken, also verdeckt, einlegt oder besser, um sie längs der vollen Breite der Balken wirken zu lassen, über die Seitenflächen der Balken etwas hervorragen läßt. Man verlegt sie teils parallel, teils geneigt zu den Berührungsflächen der Balken, indes, um das Ineinanderepressen an den lotrechten Berührungsflächen der Dübel und Balken möglichst zu verhindern, so, daß ihr Hirnholz auf dasjenige der Balken trifft. Die Dicke der Dübel wechselt in der Praxis zwischen $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{6}$ der gesamten Balkenhöhe. Länge und Verteilung der Dübel wechseln mit der Zahl und Abmessung der verdübelten Balken, sowie mit der Beschaffenheit der angewendeten Holzarten und ergeben sich aus der folgenden Berechnung.

136.
Verdübelung.

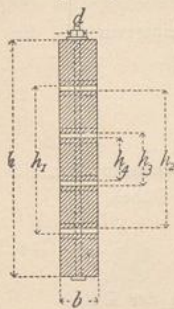
Die Dübel haben unter Einwirkung der wagrechten Schubkraft sowohl dem Zerdrücken, als dem Abscheren zu widerstehen; auch darf das Abscheren des zwischen zwei Dübeln befindlichen Balkenstückes nicht eintreten. Bezeichnen Q die in einem beliebigen Querschnitte wirkende Querkraft, \mathcal{J} das Trägheitsmoment des ganzen Querschnittes und $S_{z_1}^{a_1}$ das statische Moment des zwischen der äußersten und der im Abstände z_1 von der neutralen Achse gelegenen Faserschicht befindlichen Flächenteiles, so ist die wagrechte, auf die Längeneinheit wirkende Schubkraft ⁷⁴⁾

$$H = \frac{Q}{\mathcal{J}} S_{z_1}^{a_1}, \dots \dots \dots 1.$$

welche demnach sowohl von der äußersten nach der neutralen Faserschicht hin, als auch von der Trägermitte nach den Trägerenden hin zunimmt, daher in der neutralen Faserschicht und in den beiden über den Stützen befindlichen lotrechten Ebenen je ein relatives und da, wo jene neutrale Schicht und diese lotrechten Ebenen zusammentreffen, ihr absolutes Höchstmaß erreicht.

Für Träger aus mehreren verdübelten Balken von der Breite b und Gesamthöhe h , welche durch Schraubenbolzen vom Durchmesser d zusammengehalten sind, ergeben sich mit Bezug auf die Bezeichnungen in Fig. 283 das Trägheitsmoment ⁷⁵⁾

Fig. 283.



$$\mathcal{J} = \frac{b-d}{12} [h^3 - h_1^3 + h_2^3 - h_3^3 + h_4^3 - \dots], \dots \dots 2.$$

und das auf die neutrale Faserschicht bezogene statische Moment

$$S_{\frac{h}{2}} = \frac{b-d}{8} [h^2 - h_1^2 + h_2^2 + h_3^2 + h_4^2 - \dots]; \dots \dots 3.$$

mithin, wenn die beiden Werte eingeführt werden, die in der neutralen Faserschicht wirkende Schubkraft

$$H = \frac{3}{2} Q \left[\frac{h^2 - h_1^2 + h_2^2 - h_3^2 + h_4^2 - \dots}{h^3 - h_1^3 + h_2^3 - h_3^3 + h_4^3 - \dots} \right], \dots \dots 4.$$

oder, wenn von der Verschwächung durch die zwischen den einzelnen Balken befindlichen Zwischenräume abgesehen werden kann, annäherungsweise

$$H = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{h} \dots \dots \dots 5.$$

Diese Gleichung gilt für Träger mit zwei verdübelten Balken, bei welchen die Dübel längs der neutralen Faserschicht angeordnet sind. Bei Trägern mit drei verdübelten Balken wird für jede der beiden um $\frac{h}{6}$ von der neutralen Faserschicht abtgehenden Dübelschichten der Schubkraft

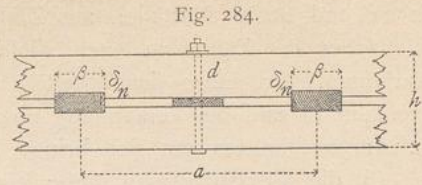
⁷⁴⁾ Nach Gleichung 74, S. 286 (2. Aufl.: Gleichung 56, S. 76; 3. Aufl.: Gleichung 89, S. 102) in Teil I, Bd. 1, zweite Hälfte dieses Handbuchs.
⁷⁵⁾ Nach Gleichung 43, S. 266 (2. Aufl.: Gleichung 19, S. 33; 3. Aufl.: Gleichung 19, S. 35) ebendaf.

$$H = \frac{4}{3} \cdot \frac{Q}{h} \dots \dots \dots 6.$$

Wird allgemein die wagrechte Schubkraft

$$H = a \frac{Q}{h} \dots \dots \dots 7.$$

gesetzt, so ist für den Fall des Gleichgewichtes, wenn m Schrauben mit der Reibung R auf den Abstand a je zweier



Dübel kommen, b die Breite der Balkens und $\frac{\delta}{n}$ den Eingriff eines Dübels in einen Balken bezeichnen, wenn das Zerdrücken des Balkens, bzw. Dübels nicht stattfinden soll, unter Hinweis auf Fig. 284

$$Ha - Rm = p \frac{b \delta}{n}, \dots \dots \dots 8.$$

worin p die kleinste zulässige Preßung für die Flächeneinheit bedeutet. Wird hierin der allgemeine Wert von H aus Gleichung 7 eingeführt und angenommen, daß der Querschnitt $\frac{\pi d^2}{4}$ jedes Schraubenbolzens die volle Zugfestigkeit s der Flächeneinheit auszuhalten hat, so ist, wenn μ den Reibungskoeffizienten von Holz auf Holz bezeichnet, die größte zulässige Entfernung der Dübel

$$a = \frac{h}{a Q} \left(p \frac{b \delta}{n} + \mu m s \frac{\pi d^2}{4} \right), \dots \dots \dots 9.$$

worin $\mu = 0,5$, $m = \frac{1}{2}$ und $d = \frac{b}{10}$ angenommen werden kann.

Wenn das Abfcheren des Dübels nicht stattfinden soll, so ist, wenn die durch den Bolzen erzeugte Reibung durch hölzerne Einlagen aufgehoben wird, wenn ferner v die Schubfestigkeit des Dübelholzes und β die Breite des Dübels bedeuten, für den Fall des Gleichgewichtes

$$Ha - Rm = v b \beta \dots \dots \dots 10.$$

Soll gleiche Sicherheit gegen Zerdrücken und Abfcheren der Dübel bestehen, so erhält man durch Verbindung der Gleichungen 8 und 10 allgemein die Breite des Dübels

$$\beta = \frac{p}{v} \cdot \frac{\delta}{n}, \dots \dots \dots 11.$$

und, wenn $\frac{p}{v} = \frac{480}{80}$ gesetzt wird, für diesen besonderen Fall

$$\beta = 6 \frac{\delta}{n},$$

also gleich dem 6fachen ihres Eingriffes in einen Balken.

Damit das Abfcheren des zwischen zwei Dübeln befindlichen Balkenstückes nicht stattfinde, ist, wenn mit v seine Schubfestigkeit und mit β die Länge jedes Dübels bezeichnet wird,

$$Ha - Rm = v b (a - \beta); \dots \dots \dots 12.$$

daher darf nach Einführen der Werte H und R , wenn das Abfcheren der Dübel nicht eintreten soll, die Entfernung derselben höchstens

$$a = \frac{h}{a Q - v b h} \left(\frac{m \pi \mu s}{4} d^2 - v b \beta \right) \dots \dots \dots 13.$$

betragen.

Soll endlich gleiche Sicherheit gegen Zerdrücken und Abfcheren der Balken vorhanden sein, so erhält man durch Verbindung der Gleichungen 8 und 12 allgemein die Entfernung der Dübel

$$a = \beta + \frac{p}{v} \cdot \frac{\delta}{n}; \dots \dots \dots 14.$$

mithin, wenn wieder $\frac{p}{v} = \frac{480}{60}$ gesetzt wird, für diesen besonderen Fall die Entfernung der Dübel

$$a = \beta + 8 \frac{\delta}{n}, \dots \dots \dots 15.$$

also gleich ihrer Breite, vermehrt um das 8fache ihres Eingriffes in einen Balken.

137. Verchränkung:

γ) Die Verchränkung (VIa) dient besonders zur Verstärkung lotrechter Verbandstücke, wie Eckpfoften und Hängesäulen, und erfordert das genaue Ineinandergreifen der Balken, wobei die rechteckigen Eingriffe die ein- bis zweifache

Länge und eine Dicke von je $\frac{1}{10}$ der ganzen Balkenstärke erhalten, während die zum festen Aneinanderchließen der Verbandstücke notwendigen Schraubenbolzen je nach der Beanspruchung der Balken durch die Mitte jedes oder jedes dritten Eingriffes gezogen werden.

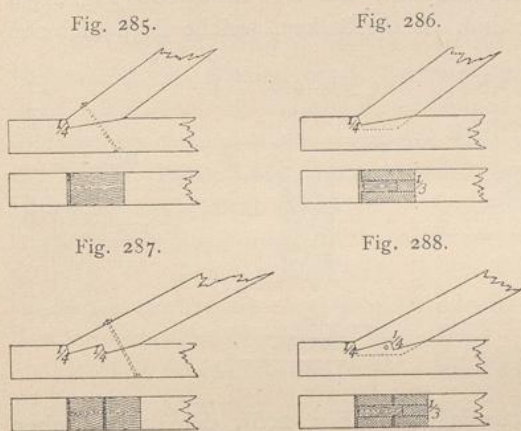
4) Winkelverband von Balken, Brettern und Bohlen in einer Ebene.

α) Der Stofs auf Gehrung (III) dient zur Verbindung von je zwei Brettern meist unter einem rechten Winkel, indem man ihre Enden unter einem Winkel von 45 Grad abschneidet und stumpf zusammenstößt. Als Befestigungsmittel dienen Leim oder Nägel, Dübel und Klammern. Zur Winkelverbindung von Brettern nach ihrer Länge dient die schräge Fuge.

138.
Gehrung.

β) Die Verfassung dient zum Zusammenfügen von Verbandstücken teils unter einem rechten, teils unter einem spitzen Winkel α . Im ersteren Falle unterscheidet

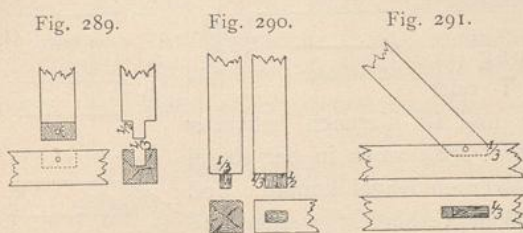
139.
Verfassung.



man die gerade (VIII), schräge (IX) und gebrochene (X) Verfassung ohne oder mit Zapfen, welche zu ihrer Befestigung eiserner Klammern oder Bänder bedürfen, im letzteren Falle die einfache (XI) und doppelte (XII) Verfassung, je nachdem sie bei minder oder mehr spitzen Winkeln angewendet wird. In beiden Fällen erhält die Verbindung entweder durch einen Zapfen mit Holznagel zur Vermeidung des Abhebens (Zapfenverfassung) oder durch einen schrägen Schraubenbolzen (Bolzenverfassung) ihre eigentliche Befestigung (Fig. 285 bis 288). Die Bolzenköpfe, welche man unten anbringt, erhalten hierbei entweder eine dem Winkel α entsprechende Neigung gegen die Bolzenachse, oder sie werden besser in den unteren Balken so eingelassen, daß sie parallel zu den oben angebrachten Muttern stehen.

γ) Der Zapfen oder die Verzapfung (XV bis XX) wird zu Winkelverbindungen sowohl in wagrechten, als auch in geneigten Ebenen angewendet und ist gerade oder schräge, wenn der von den Verbandstücken gebildete Winkel ein rechter oder spitzer ist.

140.
Verzapfung.



Der gerade Zapfen, sowie das zugehörige Zapfenloch erhalten eine Länge von der Hälfte der Breite und eine Dicke von $\frac{1}{3}$ der Höhe des Balkens, in welchen er eingreifen soll. Bei Befestigung dieser Verbindung durch Holznägel gibt man dem Zapfen eine etwas größere Länge (Fig. 289). Bei T-förmigen Balkenverbindungen erhält der gerade Zapfen die volle Breite des eingreifenden Balkens, während er bei L-förmigen Verbindungen, wie sie bei Eckpfeifen vorkommen, »geächfelt« wird, d. h. nur $\frac{2}{3}$ seiner vollen Breite erhält (Fig. 290).

Beim schrägen Zapfen samt dem zugehörigen Zapfenloch nimmt man den spitzen Winkel ϕ , das beide eine paralleletrapezförmige Gestalt erhalten (Fig. 291), gibt ihnen übrigens ähnliche Abmessungen, wie dem geraden Zapfen, je nachdem genagelt wird oder nicht. Hierher gehört auch der zum nachträglichen Einfügen von Winkelverbänden dienende Jagdzapfen (Fig. 338). Stark belasteten Balken, an welchen der gewöhnliche gerade Zapfen leicht abbrechen würde, gibt man einen Brustzapfen (Fig. 292 u. 293). Wenn die Verbandstücke sehr stark sind, so erhalten sie Doppelzapfen mit einer Dicke von je $\frac{1}{3}$ der Pfoften- oder Balkenlänge (Fig. 294).

Die einfachen und doppelten Blattzapfen oder Blockzapfen (Fig. 295 a u. b) erhalten solche Pfoften, die breiter sind, als die Balken, welche sie aufnehmen sollen. Mufs außer seitlicher Verschiebung das Auseinanderziehen der Verbandstücke verhindert werden, so verwendet man, je nachdem der Zapfen durch das zweite Verbandstück hindurchgehen darf oder nicht, die Schwalbenschwanzzapfen oder Weifschwanzzapfen mit Keil (XX). Dieselbe Aufgabe hat auch der bei

Grundungen angewandte Keil- oder Grundzapfen (Fig. 296), der das Abheben der Rostschwellen von den Grundpfählen verhindern soll und in einem gewöhnlichen geraden Zapfen besteht, welcher nach Einführung in das nach oben schwalbenschwanzförmig erweiterte Zapfenloch durch Eintreiben eines einfachen oder doppelten Keiles nach oben schwalbenschwanzförmig so verbreitert wird, das er das Zapfenloch vollkommen ausfüllt. Der zu Eckverbindungen dienende Schlitz- oder Scherzapfen (Fig. 297) erhält $\frac{1}{3}$ der Stärke beider Verbandstücke zur Dicke und wird gewöhnlich durch je zwei nach der Diagonale angeordnete hölzerne Nägel befestigt.

δ) Das Blatt oder die Verblattung (IV bis VII) dient zur Verbindung winkel-, T- oder kreuzförmig zusammentreffender Balken und ist hiernach entweder einfach (Fig. 299 a u. b) oder doppelt (Fig. 298), wozu in der Regel noch eine Befestigung durch je einen hölzernen Nagel kommt. Soll zugleich das Auseinanderziehen der Balken verhindert werden, so verwendet man das Hakenblatt (Fig. 299 b u. c), das Weifschwanzblatt (Fig. 300 a u. c) oder das Schwalbenschwanzblatt (Fig. 300 a u. b), welche beiden letzteren entweder durchreichen oder nicht, d. h. mit »Brüstung« (Fig. 301 a, b, c) versehen werden. Um dieselben am Eingriff nicht zu sehr zu schwächen, erhalten sie nicht selten eine »Verfatzung« (Fig. 301 u. 302).

Fig. 292.



Fig. 293.

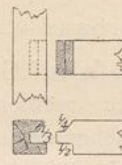


Fig. 294.

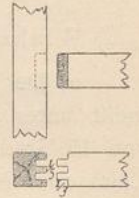


Fig. 295.

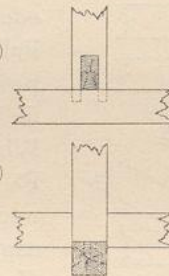


Fig. 296.

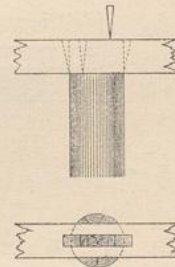


Fig. 297.

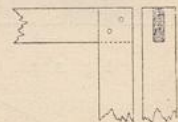


Fig. 298.

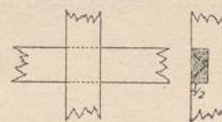
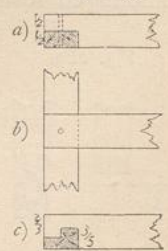
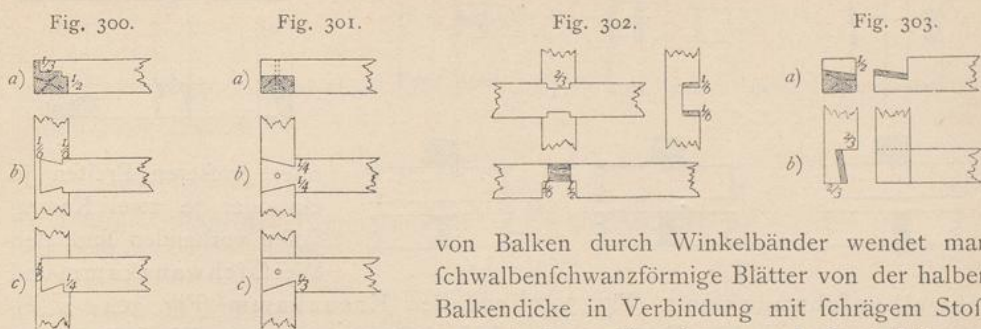


Fig. 299.



141.
Verblattung.

Um Eckverblattungen weniger leicht verschieblich zu machen, verwendet man nicht selten das Blatt mit schrägem Schnitt (Fig. 303 *a* u. *b*). Beim Aussteifen



von Balken durch Winkelbänder wendet man schwalbenschwanzförmige Blätter von der halben Balkendicke in Verbindung mit schrägem Stofs an, wobei man die ersteren noch durch hölzerne Nägel befestigt (Fig. 339).

e) Die Verzinkung (XXIV *a* u. XXIV *b*) dient meist zur rechtwinkligen Eckverbindung von Bohlen, bzw. Brettern und wird hergestellt, indem die Bretter an ihren Hirnenden mit Zähnen so versehen werden, daß sie zum Eingriff gebracht werden können und dann, meist mit Hilfe von Leim, eine feste Verbindung gebildet wird. Die Zähne sind meist parallelepipedisch, in welchem Falle sie die Verschiebung nach zwei zu einander senkrechten Richtungen gestatten, oder besser schwalbenschwanzförmig, weil dann die Verschiebung nur nach einer Seite hin möglich ist. Reichen die Zähne beider Verbandstücke durch, so ist es eine offene (einfache), reichen sie nicht ganz durch, so daß das Hirnholz der Zähne außen nicht sichtbar wird, eine verdeckte Verzinkung.

142.
Verzinkung.

ζ) Die Klaue (Geißfuß) oder die Aufklauung (XIII u. XIV) dient zur Verbindung je zweier in einer geneigten Ebene befindlicher, meist unter rechten Winkeln zusammentreffender Verbandstücke, von welchen das geneigte einen der Form des anderen entsprechenden Einschnitt erhält. Ist nun dieser Einschnitt rechtwinklig, so entsteht die einfache Klaue; ist derselbe hakenförmig und mit einem Zapfen verbunden, so entsteht die sog. Klaue mit Zapfen im Nest, welche bereits im Mittelalter bekannt war und in Süddeutschland und Oesterreich noch allgemein Verwendung, besonders beim Aufklauen der Sparren auf die Fußspalten, findet.

143.
Aufklauung.

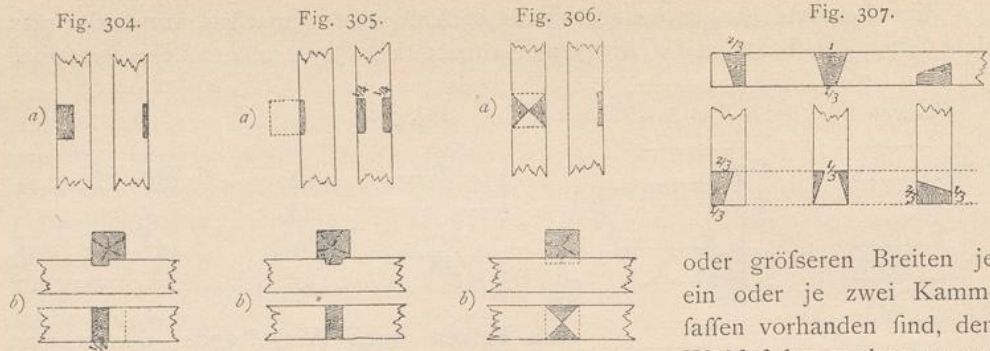
η) Das Schiften oder Anschmiegen dient zur Verbindung je zweier in einer meist geneigten Ebene befindlicher, unter mehr oder minder spitzen Winkeln zusammentreffenden Verbandstücke und besteht in der genauen Ermittlung und Herstellung der Anschlußfläche des Seitenbalkens an den Hauptbalken, z. B. eines »Schiffsparrens« an den Gratparren des Walmdaches. Die Befestigung der Verbandstücke wird durch eiserne Nägel bewirkt.

144.
Schiften.

5) Winkelverband in zwei oder mehr parallelen Ebenen.

α) Der Kamm oder die Verkämmung (XXII bis XXVI) dient zur Verbindung kreuzförmig übereinander liegender Balken, von welchen der obere eine etwa 2 cm starke Erhöhung (den Kamm), der untere eine derselben genau entsprechende Vertiefung (die Kammfasse) erhält. Je nachdem die Grundform beider rechteckig, weisenschwanzförmig, schwalbenschwanzförmig oder kreuzförmig ist, unterscheidet man den einfachen oder doppelten Kamm (Fig. 304 *a* u. *b*, 305 *a* u. *b*), wenn bei geringeren

145.
Verkämmung



oder größeren Breiten je ein oder je zwei Kammfassen vorhanden sind, den Weifschwanzkamm und Schwalbenschwanzkamm (Fig. 307) und den Kreuzkamm (Fig. 304 a u. b), welcher je zwei dreieckige Erhöhungen und Vertiefungen erfordert. Wo Balkenlagen in drei übereinander befindlichen Ebenen vorkommen, wie dies bei den Balkenlagen von Holz- und Fachwerkbauten der Fall ist, wiederholen sich die zuvor genannten Verbindungen, wobei an den Ecken vorzugsweise der weifschwanzförmige, zwischen denselben der schwalbenschwanzförmige Kamm Anwendung findet. Da verkämte Verbandstücke in der Regel durch Belastung genügend aufeinander gepreßt werden, so ist die weitere Befestigung derselben durch Dollen wenig im Gebrauch.

146.
Nuten
auf den
Grat.

β) Das Nuten auf den Grat (XVIIIa) dient zur Verbindung meist rechtwinkelig sich kreuzender Bretter, wobei gewöhnlich eine Bretterlage durch einzelne stärkere Bretter (Leisten) zu einer Tafel vereinigt wird. Damit das Abheben der Bretterlage nicht stattfinden kann, erhalten dieselben eine schwalbenschwanzförmig erweiterte Nut, in welche eine entsprechend geformte Feder oder Leiste eingreift, die rechtwinkelig zu den Langseiten der Bretter eingeschoben wird.

2. Kapitel.

Freistützen und Pfähle.

Die im Hochbauwesen erforderlichen Freistützen kommen meist im beschlagenen Zustande, als Pfofen, zur Verwendung und haben hauptsächlich ruhende Lasten zu tragen, während die zum Grundbau dienenden durchgehenden oder zusammengesetzten Pfähle meist unbeschlagen bleiben, zwar in gleicher Weise belastet werden, aber außerdem den Stößen beim Einrammen zu widerstehen haben. Während die Pfofen meist ganz frei stehen und je nach dem Verhältnis ihrer kleinsten Querschnittsabmessung zu ihrer Länge $\frac{h}{l}$ einem Druck oder einer seitlichen Ausbiegung ausgesetzt sind, stecken die Roftpfähle teilweise und die Grundpfähle ganz im Baugrund.

a) Freistützen.

147.
Form und
Stärke.

Bezeichnet man mit E den Elastizitätsmodul, mit K die zulässige Beanspruchung auf einfachen Druck, mit C einen von der Endbefestigung der Stütze abhängigen Koeffizienten, so ist, wenn c einen von der Querschnittsform abhängigen Zahlenkoeffizienten und $\frac{1}{s}$ den Sicherheitskoeffizienten bezeichnen, welcher durchschnittlich