

2. Abschnitt.

Constructions-Elemente in Holz.

Von Dr. F. HEINZERLING.

I. Kapitel.

Holzverbände.

Der Holzverband bezweckt diejenige Vereinigung von Balken, Bohlen und Brettern, welche die Herstellung der verschiedenen Holz-Constructions eines Hochbau-Objectes erfordert. Hölzerne Balken kommen mit Querschnitts-Dimensionen von 20 bis höchstens 40 cm und Längen von 10 bis höchstens 15 m, Bohlen in Stärken von 5 bis 10 cm, Breiten von 25 bis 40 cm und Längen von 3 bis 5, höchstens 7,5 m, Bretter in Stärken von 1,5 bis 4,5 cm, Breiten von 15 bis 25 cm und Längen von 3 bis 4,5, höchstens 6 m zur Anwendung.

111.
Zweck.

Wo diese Abmessungen zu Hochbau-Constructions von größerer Ausdehnung nicht ausreichen, bezweckt der Holzverband zur Herstellung der erforderlichen Längen-, Breiten- und Stärken-Dimensionen zunächst:

- a) eine Verlängerung der Verbandstücke in wagrechter, lothrechter oder geneigter Richtung;
- b) eine Verbreiterung der Verbandstücke nach einer dieser Richtungen, oder
- c) eine Verstärkung der Verbandstücke durch Verbindung derselben in der Richtung ihrer Dicke.

Wo ferner die Hochbau-Constructions die Zusammensetzung von Verbandstücken unter rechtem, spitzem oder stumpfem Winkel, also eine Winkelverbindung erfordern, bezweckt der Holzverband entweder:

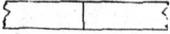
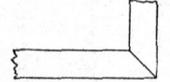
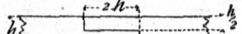
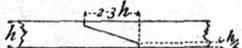
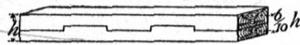
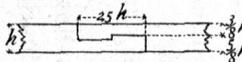
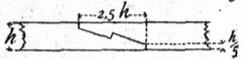
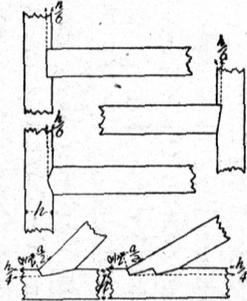
- d) einen Winkelverband in einer Ebene, oder
- e) einen Winkelverband in zwei oder in mehreren parallelen Ebenen.

Nach dem vorliegenden besonderen Bedürfnisse bezweckt der Holzverband eine Verbindung nach einer Richtung, nach zwei oder nach drei zu einander normalen Richtungen, wovon jede der ersten beiden Verbindungen eine relativ feste und nur die letztere eine absolut feste Verbindung ist.

Jede Vereinigung zweier hölzernen Verbandstücke wird durch die dem jeweiligen Zwecke entsprechende Form ihrer Berührungsfächen oder Fugen, und zwar — je nachdem nur eine Verbindung oder eine Befestigung derselben nöthig ist — ohne oder mit Anwendung besonderer hölzernen oder eisernen Befestigungsmittel bewirkt. Sowohl die Form der Fuge, als auch die Form und Lage des Befestigungsmittels hängen von der Festigkeit und der eigenthümlichen Fafer-Structur des Holzes ab.

112.
Verbindungs-
weise.

Grundformen der Fuge.

	Kurze Fugen (Balken).			Lange Fugen (Bretter und Bohlen).		
Stofs (Stoßen).	Gerader Stofs	I		Stumpfe Fuge (Säumen)	Ia	
	Schräger Stofs	II		Schräge Fuge (Meffern)	IIa	
	Stofs auf Gehrung	III		Fuge auf Gehrung	IIIa	
Blatt (Verblättern).	Gerades Blatt	IV		Falz (Verfaltung)	IVa	
	Schräges Blatt	V		Verfchränkung	VIa	
	Gerades Hakenblatt	VI				
	Schräges Hakenblatt	VII				
Verfätzung (Verfätzen).	Gerade Verfätzung	VIII				
	Schräge Verfätzung	IX				
	Gebrochene Verfätzung	X				
	Einfache Verfätzung	XI				
	Doppelte Verfätzung	XII				
	Klaue (Aufklauen).	Einfache Klaue		XIII		Keilspundung
Klaue mit Zapfen im Neft		XIV				

Zapfen (Verzapfen).	Blattzapfen	XV		Verzapfung	XV a	
	Schlitz- oder Scherzapfen	XVI		Nuth und Feder	XV b	
	Nuthzapfen	XVII		Quadratfpundung	XVII a	
	Keilzapfen	XVIII		Nuthen auf den Grat	XVIII a	
	Bruftzapfen	XIX				
	Weißschwanzzapfen (mit Keil)	XX				
	Kreuzzapfen	XXI		Anfchäften	XXI a	
Kamm (Verkämmen).	Einfacher Kamm	XXII		Nuth und Feder	XXII a	
	Doppelter Kamm	XXIII		Desgl.	XXIII a	
	Schwalbenschwanzkamm	XXIV		Verzinkung	XXIV a	
	Weißschwanzkamm	XXV		Verdeckte Verzinkung	XXIV b	
	Kreuzkamm	XXVI				

Während die Zug- und Druckfestigkeit des Holzes nicht wesentlich verschieden ist, da letztere zwischen ca. $\frac{3}{4}$ bis $\frac{7}{8}$ der ersteren schwankt, so ist die Schubfestigkeit desselben sehr verschieden, je nachdem die Schubkraft parallel oder normal zu der 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 dessen Schubfestigkeit normal zu seiner Faserrichtung zur Wirkung kommt und dass, wo dessen Schubfestigkeit parallel zu seiner Faserrichtung in Anspruch genommen werden muss, Form und Maß der Fuge der relativ geringeren Leistungsfähigkeit des Holzes vollkommen entsprechen.

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

Die Form der Fuge muss stets ein An- oder Ineinanderfügen der Verbandstücke gestatten; sie stellt also, da die letzteren auf dem umgekehrten Wege aus einander genommen werden können, an und für sich eine Verbindung, nicht aber eine Befestigung her. Sie reicht für sich nur in den Fällen aus, wo eine Verschiebung 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 oder Fugen, der Falz, die Verschränkung, die Verzahnung, die Spundung, die Verzapfung, die Verzinkung, Nuth und Feder und das Anschäften, welche mit den erstgenannten Verbindungen verwandt, und zwar theils Verlängerungen, theils Wiederholungen derselben sind. Eine Uebersicht über diese Grundformen der Fuge, worin die verwandten Formen gegenüber gestellt sind, giebt die umstehende Tafel.

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 Holze oder aus Eisen, und zwar, je nach der Art ihrer Beanspruchung, aus Schmiedeeisen, aus Gusseisen oder aus beiden zugleich bestehen.

1) Befestigungsmittel aus Holz.

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

α) Die Dollen (siehe Fig. 270 u. 300) dienen zur Befestigung von Balken bei deren 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 Theer oder Leim in ihre Sitze fest eingetrieben werden, sind äußerlich nicht sichtbar.

114.
Dollen.

β) Die Dübel (siehe Fig. 318 bis 320⁶⁵) sollen eine Verschiebung auf einander 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, deren 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 vortheilhaft die Form schlanker Keile.

115.
Dübel.

γ) Die Nägel (siehe Fig. 274, 285, 287, 293, 295 u. 296) dienen zur Befestigung von über einander 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 conische Erweiterung der Nagellöcher nach außen und durch Eintreiben kleiner Keile in die Hirnenden der Nägel lassen sich deren Enden nach Art verfenkter Nietköpfe verdicken, wodurch die Befestigung der Verbandstücke nach der Längsaxe der Nägel wesentlich erhöht wird.

116.
Nägel.

δ) Die Keile (siehe Fig. 275, 276 u. 292) kommen als einfache und doppelte zur Verwendung. Die ersteren dienen theils zum Aneinanderpressen von Verbandstücken, theils zum Auseinandertreiben von Zapfen und Nägeln innerhalb ihrer Sitze, die letzteren zum Auseinanderpressen paralleler Fugen behufs dichteren Anschlusses der Verbandstücke, wie z. B. bei der Verdübelung von Balken (siehe Fig. 320).

117.
Keile.

ε) Die Klammern dienen zur Befestigung neben einander 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.

118.
Klammern.

2) Befestigungsmittel aus Eisen.

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

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.

119.
Schrauben.

α) Die Schraubenbolzen (siehe Fig. 281, 283 u. 316 bis 320) erhalten Längen und Dicken, welche bezw. der Stärke der Verbandstücke und dem erforderlichen Grade der Zusammenpressung entsprechen müssen, die in den einzelnen Fällen verschieden sind. Ueber die zu wählenden Dimensionen der Bolzen, Köpfe, Muttern und Unterlagsplättchen ist im folgenden Abschnitt (Kap. 1, unter b) das Erforderliche zu finden.

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

γ) Die Nägel (siehe Fig. 306 u. 313) dienen ebenfalls zum Aneinanderpressen der Verbandstücke, erhalten je nach deren besonderem Zwecke schlank, keilförmig

120.
Nägel.

⁶⁵) Siehe die Fußnote 60 auf S. 86.

zulaufende Schäfte mit dreieckigem, rechteckigem oder quadratischem Querschnitt oder cylindrische Schäfte und höhere pyramidenförmige, halbkugelförmige, flache oder conische 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 (Leistnägel), 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 zur Befestigung von Bohlen oder Brettern dienen, Längen von 5 bis 15 cm und die Drahtstifte Längen von 1 bis 20 cm und 0,25 bis 6 mm Schaftdurchmesser erhalten.

121.
Klammern.

ϑ) Die Klammern (siehe Fig. 266 u. 272) dienen theils zum Zusammenhalten zweier gestossenen Balkenstücke und bilden dann U-förmig gebogene, fog. Hakenklammern mit 20 bis 40 cm langem Zwischenstück und kürzeren, entweder spitzen Enden (Fig. 266), welche mit dem Hammer eingetrieben, oder stumpfen Enden, welche paarweise sich gegenüber eingelassen und durch Schrauben angezogen werden, theils zum Festhalten anderer Befestigungsstücke mit 5 bis 10 cm langem Zwischenstück und mindestens eben so langen spitzen Enden (Fig. 272).

122.
Schienen.

ι) Die Schienen (siehe Fig. 268, 273 u. 277) dienen ebenfalls zum Zusammenhalten gestossener Balken und bestehen aus Flacheisen, welche paarweise sich gegenüber auf die Balken gelegt oder in dieselben eingelassen und entweder fest genagelt oder durch Schraubenbolzen angezogen werden.

Die Stärke jener Hakenklammern und dieser Schienen, so wie die erforderliche Zahl und Stärke der Schraubenbolzen und Nägel hängt 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.

123.
Ringe.

κ) Die Ringe (siehe Fig. 270 u. 278) sind kreisförmig gebogene Flacheisen, welche entweder eine Verschiebung gestossener, lothrechter 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 Scharnier verbundenen Hälften bestehen, welche in die Stämme eingelassen und durch in einander greifende Oefen und Stifte zusammengehalten werden.

124.
Anker.

λ) Die Anker, welche zur Verbindung der Balken mit dem Mauerwerk dienen, die fog. Gebälk- oder Balken-Anker, bestehen aus Flacheisen, welche an dem im Mauerwerke steckenden oder ausserhalb der Mauer befindlichen Ende mit der zur Aufnahme eines eisernen Splintes erforderlichen Oefe versehen, am anderen, dem Balken anliegenden Ende etwas übergebogen und durch Nägel nebst Klammer mit 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. 356, 363, 365 u. 367), welche zur Verbindung lothrechter und wagrechter Balken dienen, werden an die ersteren (Hängefäulen) eben so wie die Schienen, und zwar mittels der erforderlichen Zahl von Schraubenbolzen, angegeschlossen, während sie unten entweder direct 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 starken Muttern angezogen wird. Nur wenn die Hängefäulen durch eine meist runde Hänge-

flange (siehe Fig. 359) ersetzt werden, läßt man dieselbe durch die wagrechten Balken reichen, verzieht sie unten mit einer Spindel und unterstützt die letzteren durch einen kurzen schmiedeeisernen Sattel, welchen man mittels einer Mutter anzieht.

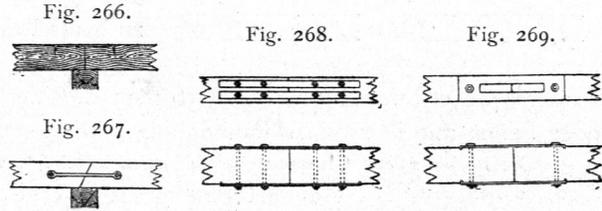
b) Holzverbände.

1) Verlängerung der Verbandstücke (Balken).

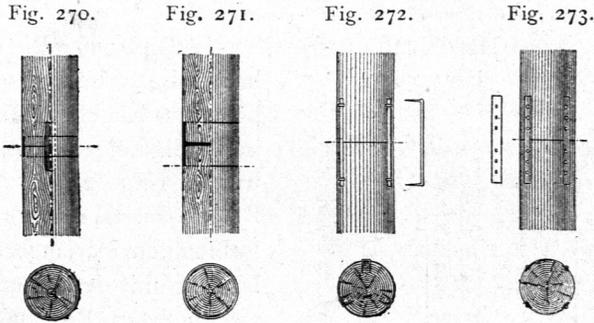
α) Der gerade Stofs (I⁶⁶) dient zur wagrechten und lothrechten Verlängerung; er fordert im ersteren Falle eine Unterstützung an der gestoßenen Stelle und widersteht nur einem Druck nach der Längsaxe der gestoßenen Balken oder Pfähle. Eine seitliche Verschiebung und ein Auseinanderziehen derselben wird durch Anwendung von

126.
Gerader
und schräger
Stofs.

eisernen Klammern (Fig. 266), Schienen und von Platten mittels Schraubenbolzen (Fig. 268 u. 269) verhindert. Bei der lothrechten Verlängerung oder beim Aufpfropfen von Pfofen und Pfählen wird der gerade Stofs in Verbindung mit eingelassenem schmiedeeisernem Ringe und



hölzernen oder eisernen Dollen (Fig. 270), mit gußeisernem Zwischenstück (Fig. 271), mit mehreren schmiedeeisernen Klammern (Fig. 272) oder mit mehreren schmiedeeisernen Schienen, welche über den Stofs genagelt und, zur Vermeidung von Verbiegungen durch Druck



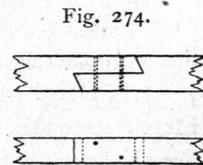
und Stofs, mit nach der Längsaxe ovalen Nagellöchern versehen werden (Fig. 273), angewendet. Diese Verbindungen eignen sich besonders zum Aufpfropfen von Ramm-pfählen für Pfahlroft-Gründungen, weil sie die Pfähle beim Einrammen am meisten gegen das Spalten oder Splittern schützen.

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 seitliche Verschiebung und Auseinanderziehen nach der Längsaxe der Balken gesichert (Fig. 267).

γ) Das gerade Blatt (IV) dient zur Verlängerung wagrechter Verbandstücke, welche sich bei einer Stärke von derselben Balkenhöhe wechselfeitig um das Doppelte der Balkenhöhe übergreifen und durch hölzerne, etwas versetzte Nägel befestigt werden. Hierbei hebt sich das gerade Blatt mit schrägen Hirschnitten (Fig. 274) weniger leicht aus, als dasjenige mit geraden Schnitten. Beide bedürfen einer Unterstützung unter der Verbandstelle und werden nur zur Verbindung höherer Balken verwendet.

127.
Gerades
und schräges
Blatt.

δ) Das schräge Blatt (V) wird, wie das gerade, nur bei etwas niedrigen Balken angewendet, erhält jedoch das Dreifache

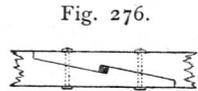
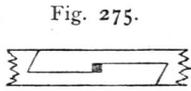


⁶⁶⁾ Die eingeklammerten römischen Zahlen verweisen auf die ihnen entsprechenden Nummern der Tabelle „Grundformen der Fuge“ auf S. 92 u. 93.

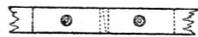
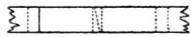
der Balkenhöhe zum Uebergreif, während die normalen Einschnitte nur $\frac{1}{6}$ derselben betragen. Auch hier erfolgt eine Befestigung durch versetzte Holznägel.

128.
Gerades
und schräges
Hakenblatt.

ε) Das gerade Hakenblatt (VI) mit geraden oder schrägen Hirnschnitten bezweckt eine Verlängerung wagrechter Verbandstücke, welche zugleich einem Auseinanderziehen widerstehen sollen und, wenn noch eine seitliche Verschiebung derselben verhindert werden soll, durch hölzerne Nägel befestigt werden. Auch das gerade



Hakenblatt mit schrägen Hirnschnitten, welches statt der Holznägel einen Doppelkeil (Fig. 275) erhält, verhindert gleichzeitig Aushebung und seitliche Verschiebung.



ζ) Das schräge Hakenblatt (VII) wird zu demselben Zwecke, wie das gerade, und zwar ohne oder mit Doppelkeil, angewendet. Be-

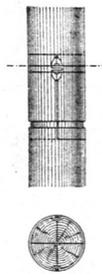
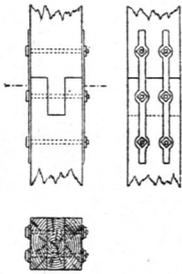
sonders im ersteren Falle befestigt man die Verbandstücke mit je zwei Holznägeln oder besser mit je zwei Schraubenbolzen (Fig. 276).

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

129.
Nuth-
und
Kreuzzapfen.

Fig. 277.

Fig. 278.



η) Der Nuthzapfen (XVII) dient zur lothrechten, feltener zur wagrechten Verlängerung beschlagener Pfosten oder Balken, welche durch hölzerne Nägel, besser durch schmiedeeiserne Schienen in Verbindung mit Schraubenbolzen an einander befestigt werden (Fig. 277).

θ) Der Kreuzzapfen (XXI) wird ausschließlich zur lothrechten Verlängerung von Pfählen, und zwar in Verbindung mit den unter den Befestigungsmitteln erwähnten zweitheiligen Ringen (Fig. 278) verwendet und eignet sich besser zum Aufpfropfen von Pfählen mit ruhender Belastung, als von Ramppfählen, da er deren Spalten und Splittern befördert.

2) Verbreiterung der Verbandstücke (Bretter und Bohlen).

130.
Gerade
und schräge
Fuge.

α) Die gerade oder stumpfe Fuge (Ia), welche mit dem Handfughobel durch das »Fugen« oder »Säumen« hergestellt wird und dem geraden Stofse entspricht, gestattet zwar ein dichtes 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.

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

131.
Falz.

γ) Der Falz (IVa) entspricht dem geraden Blatt, bildet also eine gebrochene Fuge, deren Breite und Tiefe gewöhnlich der halben Bohlenstärke gleich kommt. Das Falzen (die Ueberfalzung, die halbe Spundung) bezweckt ein Schließen der Fuge durch Uebergreifen der Verbandstücke und wird bei wagrechter und geneigter Lage, so wie bei lothrechter Stellung von Brettern angewendet.

δ) Die Spundung entspricht der Verzäpfung und bezweckt das Ineinandergreifen der Verbandstücke mittels einer Vertiefung (Nuth) und einer Erhöhung (Feder), welche genau in einander greifen müssen. Je nachdem diese Feder 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. 309 bis 312 u. Fig. 314).

132.
Spundung.

ε) Nuth und Feder (XVb) dient zur Verbindung von Bohlen oder Brettern, welche an den Seiten sämmtlich durchgehende Nuthen erhalten, in welche eine ebenfalls durchgehende, aus härterem Holze oder aus starkem Zinkblech bestehende Feder eingefchaltet wird.

133.
Nuth und
Feder.

3) Verstärkung der Verbandstücke (Balken).

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

134.
Verfchiebung.

Werden zwei Balken wagrecht der Länge nach über einander gelegt und fymmetrisch 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 Verfchiebung ihr Maximum erreicht. Werden nun jene Balken an ihren Berührungsflächen so verbunden, daß eine solche Verfchiebung nicht eintreten kann, so wird zugleich ihre Durchbiegung verhindert, also ihre Tragfähigkeit vermehrt. Dieser Zweck wird theils durch die Form der Berührungsfläche (Verzahnung), theils durch Dübel erreicht, welche man zwischen die beiden Balken schiebt und in dieselben etwas eingreifen läßt (Verdübelung). Um einen dichten Anschluß der Balken an einander zu bewirken, werden sie in allen diesen Fällen durch Schraubenbolzen gegen einander gepreßt, welche zugleich ihrer Verfchiebung entgegenwirken, überhaupt die Anfangs getrennten Balken so verbinden sollen, daß sie als ein einziger Balken wirken.

α) Die Verzahnung (IXa). Die Zähne erhalten eine Länge von 0,8 bis 1,0 und eine Höhe von 0,1 der ganzen Balkenstärke (siehe Fig. 316 u. 317) und werden zum Zwecke eines genauen Ineinandergreifens sorgfältig abgehobelt. Wo in Folge 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 ein Ineinanderepressen 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 Hirnflächen der Zähne zu legen, diese letzteren aber mit möglichster Genauigkeit zu bearbeiten. Da indess ein allseitiges dichtes Ineinandergreifen der Zähne schwer zu erreichen ist und die Verzahnung überdies eine Schwächung der Balken um 0,1 ihres Gesammtquerschnittes erfordert, so ersetzt man die Verzahnung fast stets durch

135.
Verzahnung.

β) die Verdübelung (siehe Fig. 318 bis 320). Die Dübel, welche die Stelle der Zähne vertreten und sammt 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

136.
Verdübelung.

sie längs der vollen Breite der Balken wirken zu lassen, über die Seitenflächen der Balken etwas hervorragen läßt. Man verlegt sie theils parallel, theils geneigt zu den Berührungsf lächen der Balken, indefs, um ein Ineinanderpressen an den lothrechten Berührungsf lächen 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 gefamnten Balkenhöhe. Länge und Vertheilung der Dübel wechseln mit der Zahl und Abmessung der verdübelten Balken, so wie mit der Beschaffenheit der angewendeten Holzarten und ergeben sich aus folgender Berechnung.

Die Dübel haben unter Einwirkung der horizontalen Schubkraft fowohl einer Zerdrückung, als einer Abfcherung zu widerstehen; auch darf ein Abfcheren des zwischen zwei Dübeln befindlichen Balkenstückes nicht eintreten. Bezeichnet Q die in einem beliebigen Querschnitte wirkende Transversalkraft, \mathcal{J} das Trägheitsmoment des ganzen Querschnittes und $S_{z_1}^{a_1}$ das statische Moment des zwischen der äußersten und der im Abfande z_1 von der neutralen Axe gelegenen Faferfschicht befindlichen Flächentheiles, so ist die horizontale, auf die Längeneinheit wirkende Schubkraft ⁶⁷⁾

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

welche demnach fowohl von der äußersten nach der neutralen Faferfschicht hin, als auch von der Trägermitte nach den Trägerenden hin zunimmt, daher in der neutralen Faferfschicht und in den beiden über den Stützen befindlichen Verticalebenen je ein relatives und da, wo jene Schicht und diese Verticalebene zusammentreffen, ihr absolutes Maximum erreicht.

Für Träger aus mehreren verdübelten Balken von der Breite b und Gefammthöhe h , welche durch Schraubenbolzen mit dem Durchmesser d zusammengehalten sind, ergibt sich mit Bezug auf die Bezeichnungen in Fig. 279 das Trägheitsmoment ⁶⁸⁾

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

und das auf die neutrale Faferfschicht bezogene statische Moment

$$S_0^{\frac{h}{2}} = \frac{b-d}{8} [h^2 - h_1^2 + h_2^2 - h_3^2 + h_4^2 - \dots]; \dots \dots 3.$$

mithin, wenn die beiden Werthe eingeführt werden, die in der neutralen Faferfschicht 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 einer Verchwächung 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 Faferfschicht angeordnet sind. Bei Trägern mit drei verdübelten Balken wird für jede der beiden um $\frac{h}{6}$ von der neutralen Faferfschicht abtfehenden Dübelschichten die Schubkraft

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

Wird allgemein die horizontale Schubkraft

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

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 Balken und $\frac{\delta}{n}$

den Eingriff eines Dübels in einen Balken bezeichnet, wenn kein Zerdrücken des Balkens, bezw. Dübels stattfinden soll, unter Hinweis auf Fig. 280

Fig. 279.

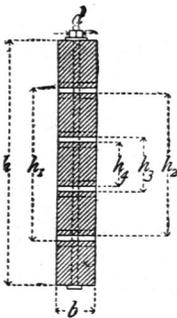
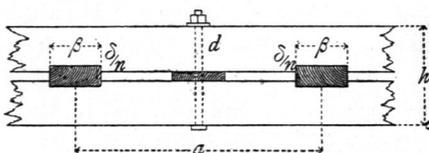


Fig. 280.



⁶⁷⁾ Nach Gleichung 74., S. 286 in Theil I, Bd. 1, dieses »Handbuches«.

⁶⁸⁾ Nach Gleichung 43., S. 266 ebendaf.

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

worin p die kleinste zulässige Preflung pro Flächeneinheit bedeutet. Wird hierin der allgemeine Werth von H aus Gleichung 7. eingeführt und angenommen, dafs der Querschnitt $\frac{\pi d^2}{4}$ jedes Schraubenbolzens die volle Zugfestigkeit s der Flächeneinheit auszuhalten hat, so ist, wenn μ den Reibungs-Coefficienten von Holz auf Holz bezeichnet, die grösste zulässige Entfernung der Dübel

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

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

Soll ein Abfcheren des Dübels nicht stattfinden, 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 bedeutet, 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 6-fachen ihres Eingriffes in einen Balken.

Damit ein Abfcheren des zwischen zwei Dübeln befindlichen Balkenstückes nicht stattfindet, ist, wenn mit v dessen Schubfestigkeit und mit β die Länge jedes Dübels bezeichnet wird,

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

daher darf nach Einführung der Werthe H und R , wenn ein Abfcheren der Dübel nicht eintreten soll, die Entfernung derselben höchstens

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

betragen.

Soll endlich gleiche Sicherheit gegen Zerdrücken und Abfcheren der Balken stattfinden, 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 8-fache ihres Eingriffes in einen Balken.

γ) Die Verfränkung (VIa) dient besonders zur Verstärkung lothrechter Verbandstücke, wie Eckpfosten und Hängesäulen, und erfordert ein genaues 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 Aneinanderfchliessen der Verbandstücke nothwendigen Schraubenbolzen je nach der Beanspruchung der Balken durch die Mitte jedes oder jedes dritten Eingriffes gezogen werden.

137.
Verfränkung.

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

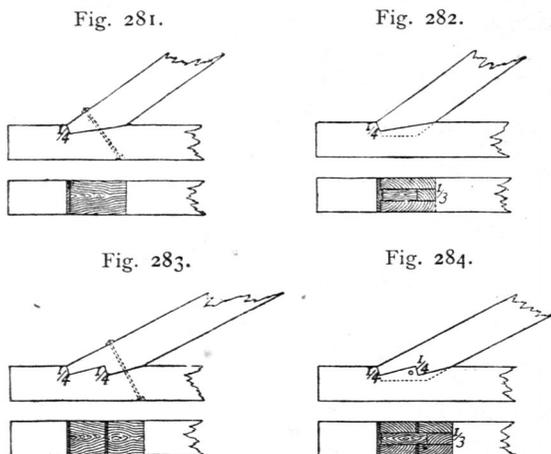
α) Der Stofs auf Gehrung (III) dient zur Verbindung von je zwei Brettern meist unter einem rechten Winkel, indem man deren Enden unter einem Winkel von 45 Grad abschneidet und stumpf zusammenfüfst. Als Befestigungsmittel dienen

138.
Gehrung.

Leim oder Nägel, Dübel und Klammern. Zur Winkelverbindung von Brettern nach ihrer Länge dient die schiefe Fuge.

139.
Verzapfung.

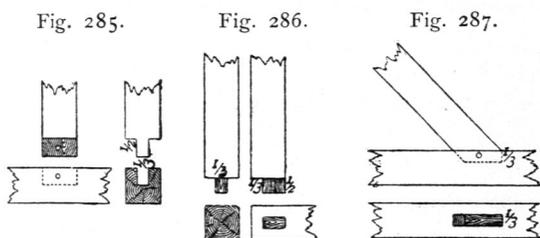
β) Die Verzapfung dient zum Zusammenfügen von Verbandstücken theils unter einem rechten, theils unter einem spitzen Winkel α . Im ersteren Falle unterscheidet man die gerade (VIII), schiefe (IX) und gebrochene (X) Verzapfung ohne oder mit Zapfen, welche zu ihrer Befestigung eiserner Klammern oder Bänder bedürfen, im letzteren Falle die einfache (XI) und doppelte (XII) Verzapfung, je nachdem sie bei minder oder mehr spitzen Winkeln angewendet wird, welche meist durch einen Zapfen und schrägen Schraubenbolzen ihre eigentliche Befestigung erhält (Fig. 281 bis 284). Die Bolzenköpfe erhalten hierbei entweder eine dem Winkel α entsprechende Neigung gegen die Bolzenaxe, oder sie werden so eingelassen, daß sie parallel zu den Muttern stehen.



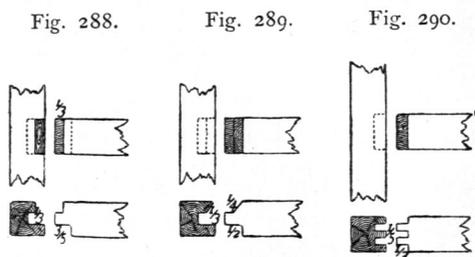
140.
Verzapfung.

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 schiefe, wenn der von den Verbandstücken gebildete Winkel ein rechter oder spitzer ist.

Der gerade Zapfen, so wie 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 giebt man dem Zapfen eine etwas größere Länge (Fig. 285). Bei T-förmigen Balkenverbindungen erhält der gerade Zapfen die volle Breite des eingreifenden Balkens, während er bei L-förmigen Verbindungen, wie sie bei Eckpfosten vorkommen, »geächelt« wird, d. h. nur $\frac{2}{3}$ seiner vollen Breite erhält (Fig. 286).



eine paralleltrapezförmige Gestalt erhalten (Fig. 287), giebt ihnen übrigens ähnliche Abmessungen, wie dem geraden Zapfen, je nachdem genagelt wird oder nicht.



Hierher gehört auch der zur nachträglichen Einfügung von Winkelverbänden dienende Jagdzapfen (Fig. 334). Stark belasteten Balken, an welchen der gewöhnliche gerade Zapfen leicht abbrechen würde, giebt man einen Brustzapfen (Fig. 288 u. 289). Wenn die Verbandstücke sehr stark sind, so erhalten sie Doppelzapfen mit einer Dicke von je $\frac{1}{3}$ der Pfosten- oder Balkenstärke (Fig. 290).

Die einfachen und doppelten Blattzapfen oder Blockzapfen (Fig. 291 a u. b) erhalten solche Pfoften, die breiter sind, als die Balken, welche sie aufnehmen sollen. Mufs aufer seitlicher Verschiebung ein 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 Fundirungen angewandte Keil- oder Grundzapfen (Fig. 292), der ein 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, dafs er das Zapfenloch vollkommen ausfüllt.

Der zu Eckverbindungen dienende Schlitz- oder Scherzapfen (Fig. 293) 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 winkler, T- oder kreuzförmig zusammentreffender Balken und ist hiernach entweder einfach

141.
Verblattung.

Fig. 291.

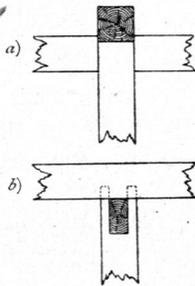


Fig. 292.

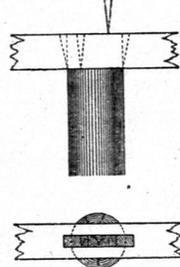


Fig. 293.

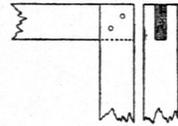


Fig. 294.

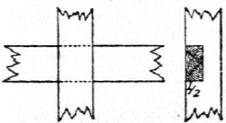


Fig. 295.

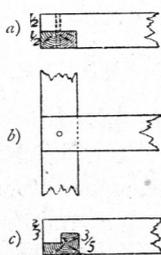


Fig. 296.

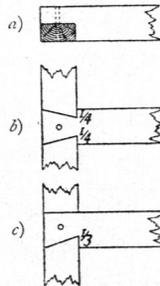
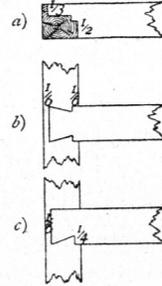


Fig. 297.



(Fig. 295 a u. b) oder doppelt (Fig. 294), wozu in der Regel noch eine Befestigung durch je einen hölzernen Nagel kommt.

Soll zugleich ein Auseinanderziehen der Balken verhindert werden, so verwendet man das Hakenblatt (Fig. 295 b u. c), das Weifschwanzblatt (Fig. 296 a u. b), oder das Schwalbenschwanzblatt (Fig. 296 a u. b), welche beiden letzteren entweder durchreichen oder nicht, d. h. mit »Brüstung« (Fig. 297 a, b, c) versehen werden. Um dieselben am Eingriff nicht zu sehr zu verschwächen, erhalten sie nicht selten eine »Verfatzung« (Fig. 297 u. 298).

Um Eckverblattungen weniger leicht verschieblich zu machen, verwendet man nicht selten das Blatt mit schrägem Schnitt (Fig. 299 a u. b). Bei Aussteifung von Balken durch Winkelbänder wendet man schwalbenschwanzförmige Blätter von

Fig. 298.

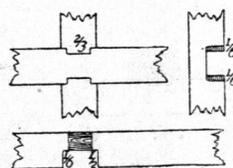
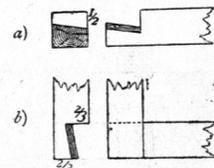


Fig. 299.



der halben Balkendicke in Verbindung mit schrägem Stofs an, wobei man die erfteren noch durch hölzerne Nägel befestigt (Fig. 335).

142.
Verzinkung.

ε) Die Verzinkung (XXIV_a u. XXIV_b) dient zur meist rechtwinkligen Eckverbindung von Bohlen, bezw. Brettern und wird hergestellt, indem die Bretter an ihren Hirnenden mit Zähnen fo versehen werden, das sie zum Eingriff gebracht werden können und dann, meist mit Hilfe von Leim, eine feste Verbindung gebildet wird. Die Zähne sind theils parallelepipedisch, in welchem Falle sie eine Verschiebung nach zwei zu einander senkrechten Richtungen gestatten, oder besser schwalbenschwanzförmig, weil dann eine 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 das das Hirnholz der Zähne ausen nicht sichtbar wird, eine verdeckte Verzinkung.

143.
Aufklauung.

ζ) Die Klaue (Geißfuß) oder die Aufklauung (XIII u. XIV) dient zur Verbindung je zweier in einer geneigten Ebene befindlichen, meist unter rechten Winkeln zusammentreffenden 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 Fußspfetten findet.

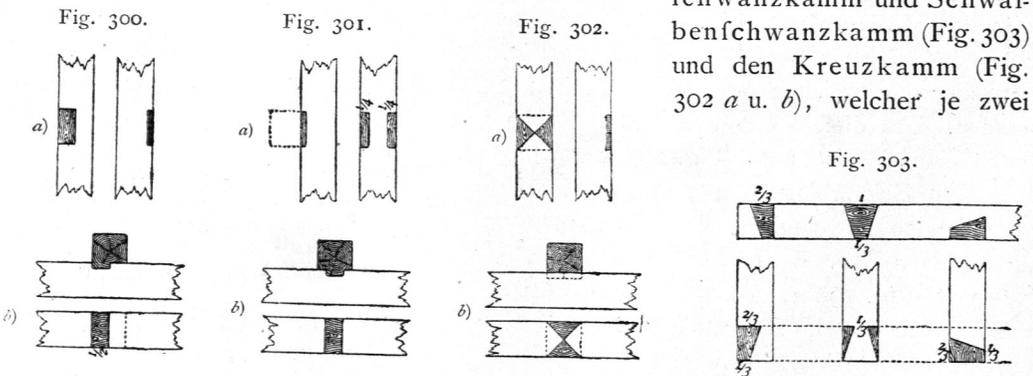
144.
Schiften.

η) Das Schiften oder Anschmiegen dient zur Verbindung je zweier in einer meist geneigten Ebene befindlichen, 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 »Schiftsparrens« an den Gratsparren des Walmdaches. Die Befestigung der Verbandstücke wird durch eiserne Nägel bewirkt.

5) Winkelverband in zwei oder mehr parallelen Ebenen.

145.
Verkämmung.

α) Der Kamm oder die Verkämmung (XXII bis XXVI) dient zur Verbindung kreuzförmig über einander liegender Balken, von welchen der obere eine etwa 2 cm starke Erhöhung (den Kamm), der untere eine derselben genau entsprechende Vertiefung (die Kammsaffe) erhält. Je nachdem die Grundform beider rechteckig, weisfchwanzförmig, schwalbenschwanzförmig oder kreuzförmig ist, unterscheidet man den einfachen oder doppelten Kamm (Fig. 300 a u. b, 301 a u. b), wenn bei geringeren oder größeren Breiten je ein oder je zwei Kammsaffen vorhanden sind, den Weisfchwanzkamm und Schwalbenschwanzkamm (Fig. 303) und den Kreuzkamm (Fig. 302 a u. b), welcher je zwei



dreieckige Erhöhungen und Vertiefungen erfordert. Wo Balkenlagen in drei über einander befindlichen Ebenen vorkommen, wie dies bei den Balkenlagen von Holz- und Fachwerkbauten vorkommt, wiederholen sich die zuvor genannten Verbindungen, wobei an den Ecken vorzugsweise der weifschwanzförmige, zwischen denselben der schwalbenschwanzförmige Kamm Anwendung findet. Da verkämmte Verbandstücke in der Regel durch Belaftung genügend auf einander gepreßt werden, so ist eine weitere Befestigung derselben durch Dollen wenig im Gebrauch.

β) Das Nuthen 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 ein Abheben der Bretterlage nicht stattfinden kann, erhalten dieselben eine schwalbenschwanzförmig erweiterte Nuth, in welche eine entsprechend geformte Feder oder Leiste eingreift, die rechtwinkelig zu den Langseiten der Bretter eingeschoben wird.

146.
Nuthen
auf den
Grat.

2. Kapitel.

Freistützen und Pfähle.

Die im Hochbauwesen erforderlichen Freistützen kommen meist im beschlagenen Zustande, als Pfoften, 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 Pfoften meist ganz frei stehen und je nach dem Verhältniß ihrer kleinsten Querschnittsdimension zu ihrer Länge $\frac{h}{l}$ einem Druck oder einer seitlichen Ausbiegung ausgesetzt sind, stecken die Rostpfähle theilweise und die Grundpfähle ganz im Baugrund.

a) Freistützen.

Bezeichnet man mit E den Elasticitäts-Modul, mit K die zulässige Beanspruchung auf einfachen Druck, mit C einen von der Endbefestigung der Stütze abhängigen Coefficienten, so ist, wenn c einen von der Querschnittsform abhängigen Zahlen-Coefficienten und $\frac{1}{s}$ den Sicherheits-Coefficienten bezeichnet, welcher durchschnittlich zu $\frac{1}{10}$ angenommen werden kann, die Freistütze auf Druck oder seitliche Ausbiegung zu berechnen, je nachdem ⁶⁹⁾

$$\frac{h}{l} \geq \sqrt{\frac{K}{E}} \sqrt{\frac{s}{Cc}} \dots \dots \dots 16.$$

Bezeichnet P die Belaftung der Stütze, so erhält man im ersteren Falle den Querschnitt dieser Stütze ⁷⁰⁾

$$F = \frac{P}{K}, \dots \dots \dots 17.$$

im letzteren Falle das Trägheitsmoment ihres Querschnittes ⁷¹⁾

$$\mathcal{J} = \frac{s P^2}{C E} P \dots \dots \dots 18.$$

147.
Form und
Stärke.

⁶⁹⁾ Nach Gleichung 131. (S. 303) ebendaf.
⁷⁰⁾ Nach Gleichung 2. (S. 246), bezw. 135 (S. 305) ebendaf.
⁷¹⁾ Nach Gleichung 133. u. 134. (S. 304) ebendaf.