

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 Berührungsflächen der Balken, indess, um ein Ineinanderpressen an den lothrechten 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 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{I} 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 Axe gelegenen Faferfschicht befindlichen Flächentheiles, so ist die horizontale, auf die Längeneinheit wirkende Schubkraft ⁶⁷⁾

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

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⁾

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

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.

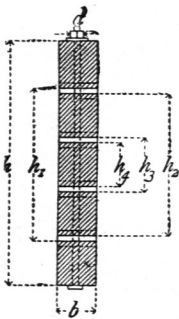
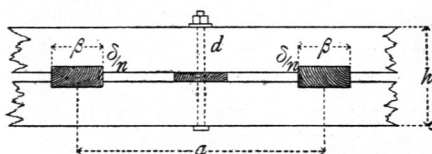


Fig. 280.



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 statfinde, 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 Verfrhkrnkung (VIa) dient besonders zur Verstärkung lothrechter Verbandstücke, wie Eckpfoften und Hängefäulen, 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.
Verfrhkrnkung.

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 zusammenföst. Als Befestigungsmittel dienen

138.
Gehrung.