

halb für die Bau-Constructions geeignete Vorkehrungen gegen das Losdrehen der Muttern.

Wirken die Schrauben einfach auf Zug, so ist d' nach den Gleichungen 117. u. 118. zu bestimmen, welche, wenn mehrere Schrauben die Last P übertragen, auch die Anzahl n derselben ergeben.

225.
Schrauben-
verbindungen.

Auf Abschering ergibt sich der Bolzendurchmesser d'' für die Kraft P nach Gleichung 119. bis 121.; sind mehrere Bolzen des Durchmessers d'' zu verwenden, so ergibt sich die erforderliche Anzahl n aus:

$$n = \frac{4 P}{\pi t d''^2} \text{ für einschnittige Bolzen, } d'' \leq 2 \delta; \dots \dots \dots 122.$$

$$n = \frac{2 P}{\pi t d''^2} \text{ für zweischnittige Bolzen, } d'' \leq \delta; \dots \dots \dots 123.$$

$$n = \frac{P}{s'' \delta d''} \text{ für einschnittige Bolzen, } d'' > 2 \delta, \text{ und } \left. \dots \dots \dots 124. \right\}$$

$$n = \frac{P}{s'' \delta d''} \text{ für zweischnittige Bolzen, } d'' > \delta.$$

Wird der Bolzen des Durchmessers d'' zugleich auf den Zug S und die Abschering T , d. h. schräg beansprucht, und bezeichnet d_z den dem Zuge S allein genügenden Rundeisen-Durchmesser, so mache man

$$d_{,,} = d_z \sqrt{\frac{1}{8} \left(3 + 5 \sqrt{1 + \left[\frac{2 T}{S} \right]^2} \right)}; \dots \dots \dots 115.$$

für $T = S$ wird $d_{,,} = 1,33 d_z$.

Die Gewichte der Schraubenbolzen werden mit Hilfe der Rundeisen-Tabelle fest gestellt, indem man zur reinen Bolzenlänge zwischen Kopf und Mutter

- 7 Bolzendurchmesser für sechseckige Muttern und Köpfe,
- 8 " " " viereckige " " "

hinzuzählt.

c) Bolzenverbindungen.

Für Bauzwecke ist der Anschluss von Rundeisenstangen mittels angeflachten oder angeschweißten Auges und cylindrischen Verbindungsbolzens an andere Theile, meist Bleche, von besonderer Wichtigkeit. Das Auge wird kreisförmig (Fig. 432) oder länglich (Fig. 433) geformt. Bezeichnet δ die geringere der Stärken der beiden Theile (Auge des Befestigungsbolzens und Anschlussblech), so ist auch hier für einschnittigen Anschluss

226.
Bedingungen.

$$\delta d_{,,} s'' \geq \frac{d_{,,}^2 \pi}{4} t$$

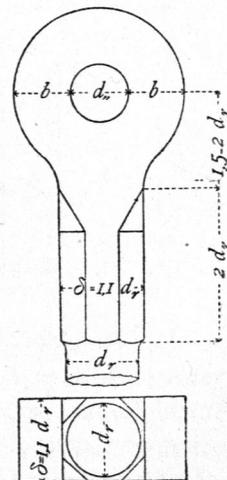
die Bedingung, dass Abschering, nicht Lochlaibungs-Druck in Frage kommt; eben so für zweischnittigen Anschluss

$$\delta d_{,,} s'' = 2 \frac{d_{,,}^2 \pi}{4} t.$$

Hierin ist $\frac{s''}{t} = 1,9$ zu setzen, da in den Schraubenbolzen

meist nicht besseres Material steckt, als in den Rundeisen und Blechen, und es lauten demnach die obigen Bedingungen: Abschering kommt in Frage bei einschnittigen Bolzen, wenn $d_{,,} \leq 2,4 \delta$, bei zweischnittigen Bolzen, wenn $d_{,,} \leq 1,2 \delta$. Ist $d_{,,}$ größer, so ist in beiden Fällen auf Lochlaibungs-Druck zu rechnen.

Fig. 432.



227.
Kreisförmiges
Bolzenauge.

Das kreisförmige Bolzenauge (Fig. 432) wird in der Regel dadurch hergestellt, daß man den voll mit s' beanspruchten Rundeisen-Durchmesser d_r in ein Achteck der Maulweite $\delta = 1,1 d_r$, dieses in ein Quadrat der Seite $\delta = 1,1 d_r$ und dieses in das kreisförmige Auge der Randstärke b und des Augendurchmessers $d_{,,}$ übergehen läßt.

Bezeichnet, wie früher, s' die zulässige Zugspannung, t die zulässige Scherspannung im Rundeisen, Verbindungsbolzen und Anschlußbleche, so kann man hier

$\frac{s'}{t} = \frac{5}{4}$ setzen; wie früher ist auch im vorliegenden Falle der Lochlaibungs-Druck $s'' = 1,5 s'$ anzunehmen. Der Augendurchmesser muß nun sein:

$$d_{,,} = 1,12 d_r \quad \text{für einschnittige Bolzen, wenn sich } d_{,,} \leq 2,4 \delta, \dots \quad 126.$$

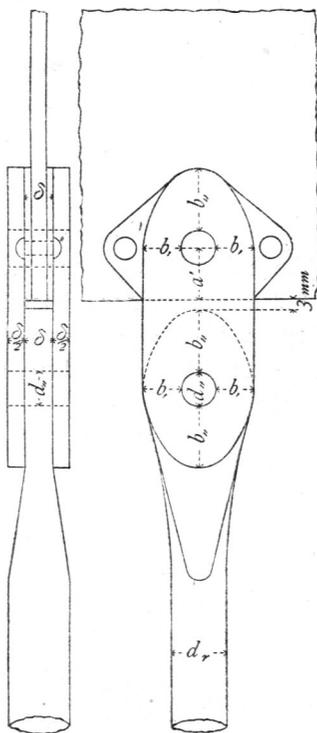
$$d_{,,} = 0,79 d_r \quad \text{für zweifchnittige Bolzen, wenn sich } d_{,,} \leq 1,2 \delta, \dots \quad 127.$$

$$d_{,,} = 0,52 d_r \frac{d_r}{\delta} \quad \text{für einschnittige Bolzen, wenn sich } d_{,,} > 2,4 \delta \text{ und } \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \quad 128.$$

ergiebt.

Im Bolzenauge selbst ist $\delta = 1,1 d_r$; daher lautet für das Auge die Gleichung 128.: $d_{,,} = 0,48 d_r$. Bei der Benutzung dieser Formel ist für δ sowohl die Augenstärke, wie andererseits die Stärke des Theiles in Rücksicht zu ziehen, an welchen der Anschluß erfolgt.

Fig. 433.



Die Randbreite b des Auges ist gleich $0,72 d_r$ zu machen. Sollte irgend wo an die Rundeisenstange ein Schraubengewinde ange schnitten sein, so ist als d_r der innere Gewindedurchmesser d' einzuführen, für den hier jedoch nicht, wie in Gleichung 117., die zulässige Zugspannung auf 600 kg pro 1 qcm ermäßigt zu werden braucht.

In vielen Fällen ergibt sich für das kreisförmige Auge nach Fig. 432 eine Stärke δ , welche erheblich größer ist, als die desjenigen Theiles, an welchen der Anschluß erfolgt; der Durchmesser $d_{,,}$ ist dann nach der geringeren Stärke δ_1 dieses Theiles zu bemessen und wirkt auf die Bildung des Auges äußerst ungünstig ein. Man kann dann die Stärke δ im Anschlußbleche dadurch erreichen, daß man dasselbe durch einseitiges oder zweifseitiges Auflegen von Blechen um $\delta - \delta_1 = \delta_2$ verstärkt, muß aber diese Verstärkungen mit dem Anschlußbleche vor Auflegen des Auges oder seiner Lafchen mit einer Anzahl von Niete n verbinden, welche nach Gleichung 83. bis 85. (S. 142) aus der Kraftgröße $\frac{P \delta_2}{\delta}$ zu ermitteln ist; diese Niete sind, so weit sie sich ganz oder zum Theile in der Auflagerfläche des Auges oder der Lafchen befinden, beiderseits zu versenken.

228.
Gabelförmiges
Doppelauge.

Der Anschluß solcher Theile soll stets zweifseitig, nur bei ganz untergeordneten gering belasteten Gliedern einschnittig erfolgen. Unmittelbar läßt sich der doppelte Anschluß nur erreichen, wenn man ein gabelförmiges Doppelauge mit einem Schlitze gleich der Dicke des Anschlußbleches an die Stange schweißst. Das Schmieden und Schweißen dieser Gabelaugen ist aber schwierig und theuer; es ist deshalb für Bau-

arbeiten dieser Anschlufs entweder zu kostspielig oder unfolide. Nur bei gegoffenen Druckgliedern ist die Verwendung dieser complicirten Form zulässig; bei schmiedeeisernen Theilen soll der Anschlufs durch doppelte Lafchung erfolgen, wobei man die Lafchen mit der Stärke $\frac{\delta}{2}$ und nach der Form eines doppelten Auges (Fig. 433 u. 434) mit 3 mm Spielraum zwischen dem Stangenaug und dem Anschlufsbleche ausbildet.

Häufig find auch derartige Anschlüsse, in denen sich von der einen Seite die Augen zweier schwächeren, von der anderen das Auge einer stärkeren Zugfange ohne Mittelglieder auf den Bolzen hängen.

Werden mehrere Glieder durch einen Bolzen verbunden, so ist auch hier nach Maßgabe des in Art. 203 (S. 140) zu Fig. 411 u. 412 Gefagten darauf zu achten, das die Biegungsspannungen im Bolzen durch zweckmäßige Anordnung der Theile zu einander thunlichst klein gehalten werden.

Das elliptische Bolzenauge (Fig. 433) wird fast immer verwendet, wenn es sich um den Anschlufs von Flacheisen handelt, jedoch auch häufig in den Anschlüssen von Rundeisen. In beiden Fällen wird das Auge meist durch Stauchen und Aus Schmieden erzielt. Da man aber beim Aus Schmieden bezüglich der Augendicke δ von der Dicke des Flach- oder Rundeisens unabhängig ist, so wird man sie der Dicke des Anschlufstheiles anzupaffen streben, sie aber jedenfalls so bemessen, das der Gelenkbolzen von der Last P auf Lochlaibungs-Druck und Abscherung in gleichem Maße gefährdet wird. Man macht daher

$$d_{,,} = 2 \sqrt{\frac{P}{\pi t}} \text{ für einschnittige Abscherung, 129.}$$

$$d_{,,} = \sqrt{\frac{2P}{\pi t}} \text{ für zweischnittige Abscherung 130.}$$

und hiernach dann gemäß

$$\delta d_{,,} s'' = \frac{d_{,,}^2 \pi}{4} t \text{ für einschnittige,}$$

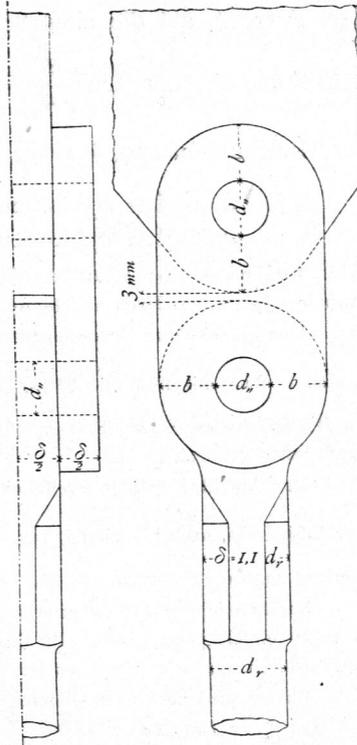
$$\delta d_{,,} s'' = 2 \frac{d_{,,}^2 \pi}{4} t \text{ für zweischnittige Bolzen, bei } s'' = 1,9 t,$$

$$\delta = 0,42 d_{,,} \text{ für einschnittige Bolzen, 131.}$$

$$\delta = 0,83 d_{,,} \text{ für zweischnittige Bolzen 132.}$$

Sollte der Anschlufstheil erheblich schwächer sein als δ , etwa δ_1 stark, so muß man ihn zunächst wieder durch gefondert aufgenietete, thunlichst beiderseitige Zulagebleche der Gesamtfärke $\delta_{,,} = \delta - \delta_1$ verdicken. Nimmt man diese Verdickung des zu schwachen Anschlufsbleches nicht vor, so muß der Bolzendurchmesser auf Lochlaibungs-Druck im Anschlufsbleche bemessen werden, und man erhält alsdann meist übermäßig weite Augen.

Fig. 434.



229.
Elliptisches
Bolzenauge.

Das Auge selbst wird nun meist so geformt, daß die Breite des Randes neben dem Auge b_1 auf die einfache Zugspannung s' berechnet der Last $\frac{3}{4} P$, die hinter dem Auge $b_{,,}$ der Last $\frac{5}{4} P$ entspricht. Es ergibt sich dann unter Benutzung der Gleichungen 129. bis 132., bei $s' = \frac{5}{4} t$,

$$b_1 = 1,12 d_{,,} \text{ für ein- und zweifchnittige Bolzen, 133.}$$

$$b_{,,} = 1,87 d_{,,} \text{ für ein- und zweifchnittige Bolzen 134.}$$

Beispiel. Eine Kraft von 5000 kg soll durch ein Rundeisen, welches am einen Ende ein Schraubengewinde trägt, am anderen an ein Anflufsblech von 1 cm Stärke abgegeben werden.

Der innere Gewindedurchmesser der Stange ist nach Gleichung 117., wenn dort wegen fehlender Torsion s' statt mit 600 mit 750 kg eingeführt wird, $d' = 0,2 + 2 \sqrt{\frac{5000}{\pi \cdot 750}} = 3,12 \text{ cm}$, wozu nach der *Witworth'schen* Scala (S. 153) als nächst größeres das Rundeisen Nr. 13 mit $d_r = 3,9 \text{ cm}$ Brutto-Durchmesser gehört.

Der Anflufs erfolgt zweifchnittig durch doppelte Lafchung; es muß daher der Durchmesser des Anflufsbolzens nach Gleichung 130. $d_{,,} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5000}{3,14 \cdot 600}} = 2,3 \text{ cm}$ fein, wenn $t = 600 \text{ kg}$ Abfcherungsspannung zugelassen werden.

Nach Gleichung 132. folgt weiter $\delta = 0,83 d_{,,} = 0,83 \cdot 2,3 = 1,9 \text{ cm}$; es muß also das Anflufsblech um 0,9 cm einseitig oder besser um 0,45 cm beiderseitig verfräkt werden. Es soll $\delta = 2 \text{ cm}$ gemacht, das Anflufsblech auf jeder Seite um 0,5 cm verfräkt werden.

Weiter wird noch nach Gleichung 133. $b_1 = 1,12 d_{,,} = 1,12 \cdot 2,3 = 2,6 \text{ cm}$ und nach Gleichung 134. $b_{,,} = 1,87 d_{,,} = 1,87 \cdot 2,3 = 4,3 \text{ cm}$.

Jede der beiderseitig aufzulegenden Lafchen wird nun 1 cm stark, und die Ausfchmiedung des Rundeisens in das glatte Auge muß so angeordnet werden, daß mindestens überall die volle Querschnittsfläche eines Kreifes vom Durchmesser $d' = 3,12 \text{ cm}$ vorhanden ist.

Die Kraft, welche aus jeder Verfräkung an das Anflufsblech abgegeben werden muß, beträgt $\frac{5000 \cdot 0,5}{2} = 1250 \text{ kg}$. Die für jede Verfräkung einfnittigen Uebertragungsniete erhalten nach Gleichung 82.

(S. 142) $d = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ cm}$ Durchmesser, und ihre Anzahl ist nach Gleichung 83. $n = \frac{1250 \cdot 4}{1^2 \cdot 3,14 \cdot 750}$, wenn die Scherfpannung im Niete zu 750 kg pro 1 qcm gesetzt wird, also $n = 2$. Die für die zweite Verfräkung gleichfalls einfnittigen, anderen Längenhälften dieser Bolzen bewirken dort den Anflufs, so daß 2 Niete zum Anschlusse beider Verfräkungen genügen. Im verfräkten Anflufsbleche braucht der Bolzen nur um das aus Gleichung 103. (S. 145) folgende Maß $a' = 2,3 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{s''}{t'} \right)$ abzufehen; für $\frac{s''}{t'} = 1,9$ ergibt sich $a' = 2,3 \left(\frac{1}{2} + \frac{1,9}{2} \right) = \text{rund } 3,5 \text{ cm}$. Die berechnete Anordnung ist in Fig. 433 dargestellt.

Die Befestigungsbolzen dieser Verbindungen ordnet man häufig ganz ohne Mutter, nur mit einem schwachen durchgesteckten Splinte, welcher bloß das Herausfallen des Bolzens zu verhindern hat, an.

d) Keile und Splinte, Keil- und Splintverbindungen.

Der Unterschied zwischen Keilen und Splinten besteht darin, daß Splinte keine Abfcherungsspannung in Folge des Einfsteckens oder Eintreibens erleiden, sondern nur nachträgliche Löfung der Verbindung verhindern, während Keile durch ihre Form beim Einfsetzen in den verbundenen Theilen Spannungen erzeugen. Die regelmäßige Querschnittsform beider ist das Rechteck mit der größeren Seite in der Kraftrichtung; Splinte, welche überhaupt keine Spannungen erleiden, nur zufälliges