

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 verfürkt werden. Es soll $\delta = 2 \text{ cm}$ gemacht, das Anflufsblech auf jeder Seite um 0,5 cm verfürkt 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 Verfürkung an das Anflufsblech abgegeben werden muß, beträgt $\frac{5000 \cdot 0,5}{2} = 1250 \text{ kg}$. Die für jede Verfürkung einfchnittigen 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 Scherspannung im Niete zu 750 kg pro 1 qcm gesetzt wird, also $n = 2$. Die für die zweite Verfürkung gleichfalls einfchnittigen, anderen Längenhälften dieser Bolzen bewirken dort den Anflufs, so daß 2 Niete zum Anschlusse beider Verfürkungen genügen. Im verfürkten 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.

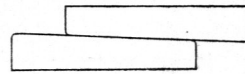
d) Keile und Splinte, Keil- und Splintverbindungen.

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

Lösen einzelner Theile verhindern sollen, werden meist als kreisrunde Stifte ausgebildet. Die rechteckigen Splinte unterscheiden sich von den Keilen durch die Längenanficht, welche bei ersteren rechteckig, bei letzteren des Keilanzuges wegen trapezförmig ist; der Anzug beträgt gewöhnlich $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{20}$ der Länge; nur wenn man eine selbstthätige Lösung durch besondere Vorkehrungen verhindert, macht man ihn größer, etwa $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6}$ der Länge.

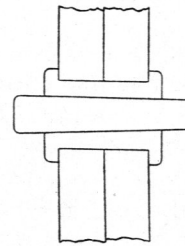
Da ein einfacher Keil feiner Form wegen im rechteckigen Loche immer nur mit einer Kante anliegen kann und hier Zertörungen hervorruft, und da man diesen Mangel aber auch durch entsprechend trapezförmig hergestellte Keillöcher nicht ganz beseitigen kann, so verwendet man für schwere Constructionen gern Doppelkeile, welche stets parallele Kanten geben (Fig. 435), oder dreifache Keile, deren beide Aufsentheile die zu verbindenden Theile mit Nasen umfassen (Fig. 436). Es muß dabei die Summe der Nasenbreiten kleiner sein, als der kleinste Abstand zwischen den Aufsentheilen, da sonst die Aufsentheile nicht eingebracht werden können.

Fig. 435.



Bei mehrfachen Keilen nennt man die Theile, welche die zu verbindenden Stücke mit Nasen umfassen, Nasenkeile, den eigentlichen Treibkeil Setzkeil. Die Kanten des einen Keiltückes, welche sich auf der schrägen Fläche des anderen zu bewegen haben, rundet man etwas ab, damit kein Einfressen vorkommt.

Fig. 436.



Der rechteckige Querschnitt der Keile und Splinte wird wohl beiderseits nach einem Halbkreise abgerundet, damit die verbundenen Theile eben so beansprucht werden, wie durch Niet- oder Schrauben- oder Befestigungs-Bolzen.

Um die Keile nachträglich nachziehen zu können, macht man die Keillöcher in den zu verbindenden Theilen etwas zu lang, so daß sie auf der unbelasteten Seite nicht ganz am Keile anliegen.

Um selbstthätiges Lösen der Keile zu verhindern, steckt man bei einfachen Keilen einen Splint durch ein Bohrloch am dünnen Ende oder durch die verbundenen Theile und den Keil gemeinsam, in welchem Falle man behufs Erleichterung späteren Nachziehens auch eine kleine Druckschraube verwenden kann. Doppelkeile und dreifache können sich nicht lösen, wenn die Theile nachträglich fest mit einander verbunden werden.

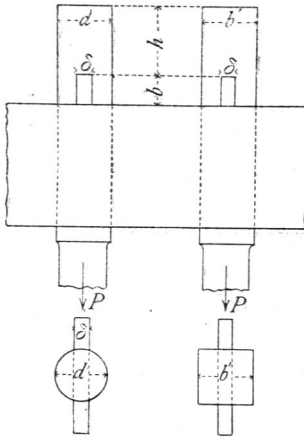
Rechteckige Keile, bzw. Splinte vorausgesetzt, muß unter dem Zuge P die Stange neben dem Keile eben so leicht abreißen, wie die beiden Keil-Endflächen, und eine der in den Keilflanken liegenden Ebenen im hinteren Stangenkopfe ab-, bzw. ausgeschoren werden; schliesslich darf der Lochlaibungs-Druck s'' hinter dem Keile das zulässige Maß nicht überschreiten. Die vorletzte Annahme macht man, weil die Keile selten so genau passen, daß sie mit ihrer ganzen Fläche gleichmäÙig im Loche anliegen; meist muß eine Kante die Last vorwiegend tragen.

Es sei, wie früher, t die zulässige Scherspannung im Keile und in der Stange, s' die zulässige Zugspannung in letzterer. Für das Rundeisen (Fig. 437) ergeben sich folgende 4 Gleichungen:

$$\left(\frac{d^2 \pi}{4} - d \delta\right) s' = P, \quad 2 b \delta t = P, \quad d h t = P \quad \text{und} \quad d \delta s'' = P;$$

231.
Berechnung
der Keile
und Splinte.

Fig. 437. Fig. 438. daraus folgt:



$$\left. \begin{aligned} \delta &= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{P \pi}{s''} \frac{1}{1 + \frac{s''}{s'}}}, \\ d &= 2 \sqrt{\frac{P}{\pi s''} \left(1 + \frac{s''}{s'}\right)}, \\ b &= \sqrt{\frac{P}{\pi t} \frac{s''}{t} \left(1 + \frac{s''}{s'}\right)}, \\ h &= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{P \pi}{t} \frac{s''}{t} \frac{1}{1 + \frac{s''}{s'}}} \end{aligned} \right\} \dots 135.$$

Soll z. B. eine eiserne Stange mittels eisernen Keiles 3500 kg tragen, so ist $\frac{s''}{t} = 1,9$ und $\frac{s''}{s'} = 1,5$ zu setzen, und macht man $s' = 800$ kg, so ist $t = 640$ und $s'' = 1200$ kg. Gleichung 135. liefert alsdann folgende Werthe:

$\delta = 0,95$ cm, $d = 3,03$ cm, $b = 2,88$ cm und $h = 1,81$ cm, welche für die Ausführung abgerundet werden.

Für das Quadrateisen (Fig. 438) lauten die Gleichungen:

$$b' (b' - \delta) s' = P, \quad 2 b \delta t = P, \quad b' h t = P \quad \text{und} \quad b' \delta s'' = P,$$

und daraus folgt:

$$\left. \begin{aligned} \delta &= \sqrt{\frac{P}{s' + s''} \frac{s'}{s''}}, & b' &= \sqrt{P \frac{s' + s''}{s' s''}}, \\ b &= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{P}{s'} \frac{s' + s''}{t} \frac{s''}{t}}, & h &= \sqrt{\frac{P}{s' + s''} \frac{s'}{t} \frac{s''}{t}} \end{aligned} \right\} \dots 136.$$

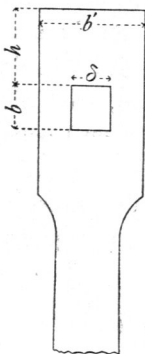
Für obiges Beispiel giebt Gleichung 136. die Werthe:

$$\delta = 1,08 \text{ cm}, \quad b' = 2,7 \text{ cm}, \quad b = 2,56 \text{ cm} \quad \text{und} \quad h = 2,08 \text{ cm}.$$

Meistens wird man die Enden der Eifen vor Herstellung des Loches behufs Ausführung obiger Mafse etwas anstauchen, so dafs die Abmessungen d und b' nicht in der ganzen Stange durchgeführt zu werden brauchen, sondern auf die der Fläche $\frac{P}{s'}$ entsprechenden Mafse vermindert werden können (Fig. 437 u. 438).

Für das Flacheisen (Fig. 439) des Querschnittes $\frac{P}{s'}$ und der Dicke δ' ergeben

Fig. 439.



sich die Mafse im Keilanschlusse aus den 4 Gleichungen:

$$(b' - \delta) \delta' s' = P, \quad 2 b \delta t = P, \quad h \delta' t = P \quad \text{und} \quad \delta \delta' s'' = P,$$

woraus folgt:

$$\delta = \frac{P}{s'' \delta'}, \quad b' = \frac{P}{\delta'} \frac{s' + s''}{s' s''}, \quad b = \frac{\delta'}{2} \frac{s''}{t}, \quad h = \frac{P}{t \delta'} \dots 137.$$

Soll z. B. eine Flacheisenstange von $\delta' = 1,5$ cm Dicke eine Last von 5000 kg bei den obigen Spannungsverhältnissen tragen, so wird nach Gleichung 137. $\delta = 2,74$ cm, $b' = 7$ cm, $b = 1,43$ cm und $h = 5,2$ cm. Die Stangenbreite selbst ist $\frac{5000}{800 \cdot 1,5} = 4,2$ cm.

Es wird nun nach diesen Gleichungen für gleiche Sicherheit in allen Theilen für Flacheisen fast regelmäfsig, für Rund- und Quadrateisen häufig die Keilbreite b so gering, dafs man sie für die Aus-

führung über das berechnete Maß hinaus vergrößern muß; es sind dann alle anderen Maße beizubehalten; der ganze Anschluß ist aber um das Maß, das dem theoretischen b zugefetzt wurde, zu verlängern.

Die Vergrößerung von b wird immer nöthig bei Doppelkeilen und dreifachen Keilen, weil sonst die einzelnen Theile unausführbar geringe Breitenabmessungen erhielten. Man macht

$$b = 3 \delta \text{ bis } 4 \delta \text{ für Doppelkeile und}$$

$$b = 4 \delta \text{ bis } 5 \delta \text{ für dreifache Keile.}$$

Selbstverständlich muß der Keil an beiden Seiten des angefchlossenen Theiles so viel Auflagerlänge haben, daß auch hier der zulässige Flächendruck auf den stützenden Theilen nicht überschritten wird.

Sehr häufig werden Keilanschlüsse, namentlich mit abgerundeten Keilen, auch nach den zu Fig. 432 bis 434 gegebenen Regeln ausgeführt, indem man die Augen um so viel verlängert, wie die Keillänge b den zu den Figuren gehörenden Bolzendurchmesser d'' übertrifft.

2. Kapitel.

Verlängerung von Eifentheilen.

Die Verlängerung von Eifentheilen kommt hier nur für Schmiedeeisen-Constructionen in Frage.

232.
Allgemeine
Regeln.

Die Verlängerung einfacher Querschnitte in Schmiedeeisen ist zum Theile bereits bei den Verbindungen durch Niete (Fig. 407 bis 410), Schrauben (Fig. 433 u. 434) und Keile (Fig. 437 bis 439) behandelt worden, da alle dort für Anschlüsse an anderweitige Theile gegebenen Formen auch für den Zusammenfluß gleichartiger Theile verwendet werden können.

Die bei Verlängerungen zu beobachtenden allgemeinen Regeln sind folgende:

1) Die Mittelkraft aller Spannungen muß in sämtlichen Theilen der Verbindung in die Schwerpunktsaxe der verbindenden und verbundenen Theile fallen.

2) Derjenige Querschnitt der verlängerten, bzw. verbindenden Theile, welcher durch die bei fast allen Verbindungen nöthige Lochung am meisten geschwächt ist, muß auch den vom ganzen Gliede verlangten Sicherheitsgrad besitzen. Es muß daher entweder das ganze Glied um die Verschwächung in der Verbindung mit Rücksicht auf das bei den Nietungen (in Art. 200, S. 138 u. 216, S. 148) Gefagte verstärkt werden, oder man muß dem Theile ein besonders geformtes Verbindungsglied anschweißen oder anstauchen, wie in Fig. 433, 434, 437 u. 438.

3) Die verbindenden Theile: Niete, Schrauben, Keile etc., sollen in sich auf Abfcherung, Biegung und Lochlaibungs-Druck denselben Sicherheitsgrad besitzen, wie die verbundenen Theile an der schwächsten Stelle. Bezeichnet s'_a die zulässige Normalspannung in den verbundenen Theilen und etwaigen Laschen, s'_b in den verbindenden, s'' den zulässigen Lochlaibungs-Druck, t die zulässige Scherspannung in den verbindenden, t' in den verbundenen Theilen und Laschen, so kann man nach den gemachten Erfahrungen folgende Verhältnisse dieser Spannungsgrößen einführen, wenn die verbindenden Theile als aus besonders gutem Materiale hergestellt angenommen werden: