gung wegen lieber etwas gröfser, wie die Verhältnisse in Fig. 8 und 9 zeigen.

Taf. 12. Fig. 10 und 11. 3) Die Gelenkhülsen (Taf. 12. Fig. 10 und 11). Man benutzt die Hülsen auch zuweilen, um ein Charnier zu bilden. Ueber die Konstruktion der Charniere wird unter den „Verbindungen" ausführlicher die Rede sein. Die Fig. 10 und 11 zeigen hier, wie man sowohl die Keilhülse als die Hülse mit Schraube für diesen Zweck benutzen kann und dafs die Hülse sowohl den flachen Theil (Fig. 10) (den Kopf) als den gabelförmigen Theil (Fig. 11) des Charniers darstellen kann.

Traversen oder Querarme.

§ 102. Wenn zwei stangenförmige Körper von Metall unter einem Winkel (gewöhnlich unter einem rechten Winkel) an einander befestigt werden sollen, so wendet man hierzu mit Vortheil Hülsen an. Ist der eine von beiden Körpern horizontal, so nennt man ihn gewöhnlich den Querbalken, Querarm, die Traverse (fr. *la traverse* — engl. *traverse*). Ein solcher Querarm wird in der Regel auf relative Festigkeit in Anspruch genommen, während die daran hängende Stange den Widerstand gegen Zerreifsen auszuüben hat.

Man macht diese Querbalken entweder cylindrisch oder hochkantig, und sollte sie so wenig als möglich durchlochen, obwohl man dies bei gewissen Konstruktionen nicht vermeiden kann.

Sind beide Stangen von demselben Material, so hat man, wenn man den Querarm als einen frei aufliegenden Balken von der Länge L ansieht, der in der Mitte durch den Druck P, welcher an der cylindrischen Stange vom Durchmesser d wirkt, belastet ist, nach S. 217 8):

$$P = \tfrac{1}{4}\pi d^2 \,.\, k = 4\,\frac{W\,.\,k}{L},$$

$$W = \frac{\pi}{16}\, d^2 \,.\, L \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1).$$

Setzt man L als ein Vielfaches von d, etwa

$$L = nd \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2),$$

so hat man:

$$W = \frac{\pi}{16}\, nd^3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3).$$

1) Ist der Querarm von kreisförmigem Querschnitt mit dem Durchmesser d', so folgt nach S. 206 13):

$$\tfrac{1}{32}\pi d'^3 = W = \frac{\pi}{16} n d^3,$$

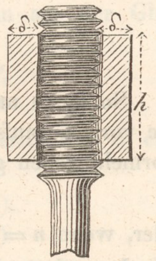
$$d' = 1{,}26\, d\sqrt[3]{n} = 1{,}26\, d\sqrt[3]{\frac{L}{d}}.$$

Es folgt hieraus:

für $L =$	d;	$2d$;	$3d$;	$4d$;	$5d$;	$6d$;	$8d$;
$d' =$	$1{,}26d$;	$1{,}59d$;	$1{,}82d$;	$2{,}00d$;	$2{,}15d$;	$2{,}29d$;	$2{,}52d$;

für $L =$	$10d$;	$12d$;	$15d$;	$20d$;	$25d$;	$30d$;
„ $d' =$	$2{,}71d$;	$2{,}88d$;	$3{,}11d$;	$3{,}42d$;	$3{,}68d$;	$3{,}91d$.

2) Ist der Querarm hochkantig, so bildet er gewöhnlich eine Hülse, um die Stange durchzustecken. Die Stange wird dann entweder in den Querarm eingeschraubt, oder durch Keile darin befestigt. Sieht man auch hier den Querarm als einen frei aufliegenden Balken von der Länge L an, und bezeichnet man



die Wanddicke der Hülse mit δ,
„ Höhe der Hülse mit h,

so hat man nach der obigen Gleichung 3) und nach S. 204 3):

$$2 \cdot \tfrac{1}{6}\delta h^2 = W = \frac{\pi}{16} n d^3.$$

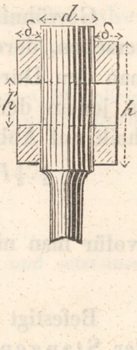
Nimmt man $\delta = \frac{1}{6}h$, so folgt:

$$h = 1{,}5\, d\sqrt[3]{n}.$$

Es folgt hieraus:

für $L =$	$8d$;	$10d$;	$12d$;	$15d$;	$20d$;	$25d$;	$30d$;
„ $h =$	$3d$;	$3{,}23d$;	$3{,}43d$;	$3{,}70d$;	$4{,}07$;	$4{,}38d$;	$4{,}66d$.

Ist der Querarm noch durch einen Schlitz für den Keil durchbrochen, so ist natürlich das Widerstands-Moment kleiner. Nennt man die Höhe der Keilöffnung h', so hat man nach der obigen Formel 3) und nach S. 208. No. 21:



$$2 \cdot \tfrac{1}{6}\delta \frac{(h^3 - h'^3)}{h} = W = \frac{\pi}{16} n d^3.$$

Die Dimensionen der Stange kann man wie bei der geraden Keilhülse S. 250 bestimmen, und hat dann $h' = 1\frac{5}{6} d$; nimmt man auch noch

$$\delta = \tfrac{1}{6}h,$$

so folgt:

$$h = 1{,}5\, d\sqrt[3]{(n + 1{,}74)}$$

für $L = 9d;\quad 10d;\quad 12d;\quad 15d;\quad 20d;\quad 25d;\quad 30d.$
„ $h = 3{,}32d;\quad 3{,}42d;\quad 3{,}60d;\quad 3{,}84d;\quad 4{,}19d;\quad 4{,}50d;\quad 4{,}75d.$

Man hat nun noch zu untersuchen, welche Dimensionen die Hülse des Querarms bekommen mufs, um den nöthigen Widerstand gegen das Ausreifsen des Keiles zu gewähren. Durch den Keil müfsten zwei Streifen ausgerissen werden, deren jeder zwei Anhaftungsflächen von dem Querschnitt $abcd = \frac{h-h'}{2}.\delta$ hat; man würde also setzen müssen (S. 249):

$$\tfrac{1}{4}P = \tfrac{1}{4}.\tfrac{1}{4}\pi d^2.k = \frac{h-h'}{2}.\delta.\tfrac{1}{2}k,$$

und für $h' = \frac{11}{6}d$; $\delta = \frac{1}{6}h$, würde folgen:

$$h = d\left\{\tfrac{11}{12} + \sqrt{\left(\tfrac{3}{2}\pi + \tfrac{121}{144}\right)}\right\}$$

$$h = 3{,}27d.$$

So lange nun diese Formel gröfsere Werthe für h giebt, als die vorige, mufs h nach diesem Werthe berechnet werden. Beide Formeln geben gleiche Werthe, wenn

$$h = 3{,}27d = 1{,}5d\sqrt[3]{(n+1{,}74)},$$

oder, wenn $n = 8{,}62$ ist.

Ist also die Länge des Querarms kleiner, als das $8\frac{1}{2}$fache des Stangen-Durchmessers, so ist immer $h = 3\frac{1}{4}d$ zu nehmen. Für gröfsere Werthe von L berechnet man h nach der Formel $1{,}5d\sqrt[3]{(n+1{,}74)}$.

Man sieht aus diesen Rechnungen, wie unvortheilhaft es ist, die Maschinentheile zu durchbrechen, um sie durch Keile aneinander zu befestigen.

Gewöhnlich sind die Traversen an beiden Enden mit Zapfen versehen, deren Länge etwa 1,3 ihres Durchmessers beträgt. Nennt man den Durchmesser der Zapfen d'' und berücksichtigt man, dafs an jedem der Druck $\frac{1}{2}P$ über die Länge $1{,}3d''$ gleichmäfsig vertheilt auf Abbrechen wirkt, so hat man:

$$\tfrac{1}{2}.\tfrac{1}{2}P.1{,}3d'' = \tfrac{1}{2}.\tfrac{1}{2}.\tfrac{1}{4}\pi d^2.k.1{,}3d'' = \tfrac{1}{32}\pi d''^3.k,$$

$$d'' = 1{,}61\,d,$$

wofür man nimmt:

$$d'' = 1\tfrac{5}{8}d.$$

Befestigt man die Stange durch Einschrauben, so hat auch der Stangenkopf d' den Durchmesser $1\frac{5}{8}d$ (S. 251); es ist also jeder **Zapfen-Durchmesser** gleich dem Durchmesser des Stangenkopfs zu nehmen*).

Die sämmtlichen berechneten Verhältnisse gelten nur, wenn der Stangen-Durchmesser d auf den Widerstand gegen **Zerreifsen** bestimmt worden ist. Wird die Stange auf **Zerknicken** in Anspruch genommen, so mufs man den Stangen-Durchmesser nach den Angaben des § 96 berechnen; es ist danach für den **kreisförmigen** Querschnitt der Stangendurchmesser auf **Zerknicken** $d_{,}$

für **Schmiedeeisen** $d_{,} = 0{,}1\sqrt[4]{(PL_{,}^2)}$,

„ **Gufseisen** . . $d_{,} = 0{,}114\sqrt[4]{(PL_{,}^2)}$,

worin $L_{,}$ die Länge der Stange in **Fufsen** bedeutet, $d_{,}$ aber in Zollen gefunden wird.

In Bezug auf **absolute Festigkeit** hat man aus der Gleichung $P = \frac{1}{4}\pi d^2 \,.\, k$:

für **Schmiedeeisen** $d = 0{,}0113\sqrt{P}$,

„ **Gufseisen** . . $d = 0{,}0135\sqrt{P}$.

Setzt man den Werth von P in die obigen Werthe von $d_{,}$ ein, so findet man:

für **Schmiedeeisen** $d_{,} = 0{,}95\sqrt{(L_{,}d)}$,

„ **Gufseisen** . . $d_{,} = 0{,}98\sqrt{(L_{,}d)}$.

Nimmt man die **Länge der Stange** auch in **Zollen** oder überhaupt in **derselben** Maafs-Einheit wie den Durchmesser, so ergiebt sich der Durchmesser der Stange, wenn sie auf **rückwirkende** Festigkeit in Anspruch genommen wird:

für **Schmiedeeisen** $d_{,} = 0{,}27\sqrt{(L_{,}d)} = 0{,}27\, d\sqrt{\frac{L_{,}}{d}}$,

„ **Gufseisen** . . $d_{,} = 0{,}28\sqrt{(L_{,}d)} = 0{,}28\, d\sqrt{\frac{L_{,}}{d}}$,

welche Werthe sowohl für **preufsisches**, als für **französisches**

---

*) In »F. Redtenbacher Resultate für den Maschinenbau«, Mannheim 1848 sind für die Traversen Verhältnisse gegeben, welche für **unsere** Buchstaben-Bedeutung sich folgendermaafsen ausdrücken:

$$\frac{h}{d''} = 1{,}344\sqrt[3]{\frac{\frac{1}{2}L}{d''}},$$

$$\delta = \tfrac{1}{6}h.$$

Nimmt man, wie auch Redtenbacher angiebt, $d'' = d'$, und setzt man nach der obigen Rechnung $d' = d'' = 1\frac{5}{8}d$, so würde folgen:

$$h = 1{,}465\sqrt[3]{n},$$

was hinreichend genau mit unserer Rechnung stimmt.

Maafs gelten. In runden Zahlen kann man setzen für beide Materialien:

$$d_{,} = 0,28\, d \sqrt{\frac{L_{,}}{d}}.$$

Hierin liegt die Regel:

Man findet den Durchmesser ($d_{,}$) einer eisernen Stange, welche auf Zerknicken in Anspruch genommen wird, wenn man den Durchmesser auf Zerreifsen bestimmt (d) und denselben mit 0,28mal der Quadratwurzel aus dem Verhältnifs zwischen der Länge und dem Durchmesser (auf Zerreifsen) multiplizirt.

Man wird also, wenn die Stange auf Zerknicken in Anspruch genommen wird, um die Traverse zu konstruiren, zunächst den Durchmesser auf Zerreifsen berechnen, und nach demselben die sämmtlichen Verhältnisse ermitteln; den Durchmesser, welchen die Stange definitiv bekommt, berechnet man sodann nach der vorigen Regel.

Analog verfährt man, wenn die Stange aus Schmiedeeisen, und die Traverse aus Gufseisen konstruirt werden sollen.

Taf. 12. Fig. 12. Taf. 12. Fig. 12 zeigt eine Traverse in der Vertikal- und in der Horizontal-Projektion für das Verhältnifs $L = 20\,d$.

Winkelbefestigung durch Hülsen.

§ 103. Es folgen nun einige Hülsen, welche zur Befestigung von Stangen an Traversen in Anwendung kommen:

a) Hülsen für cylindrische Traversen.

Taf. 12. Fig. 13. 1) Die einfache T-förmige Hülse (Taf. 12. Fig. 13). Die Hülse besteht aus zwei zusammenhängenden hohlen Cylindern, deren Axen die Form eines T bilden; der eine Cylinder dient als Hülse für die Stange, und wird nach den früheren Angaben (S. 249 u. f.) proportionirt, der andere Cylinder wird auf die Traverse aufgeschoben; man giebt ihm eine Länge von etwa $3\,d$. Bezeichnet man die Wandstärke mit δ, so müssen die beiden horizontalen Flächen, in welchen ein Abreifsen Statt finden könnte, zusammen wenigstens gleich dem Stangenquerschnitt sein; man hat sodann:

$$2 \,.\, 3d \,.\, \delta = \tfrac{1}{4}\pi d^2,$$
$$\delta = 0,131\, d.$$