auf Absplittern in Anspruch genommen wird, vollständige Sicherheit gewährt, wenn sie mit der Hälfte des Druckes belastet ist, dem sie auf Zerreifsen genügenden Widerstand leisten würde.

Bezeichnet P den Druck, welcher auf Zerreifsen der Stange wirkt, und d den Durchmesser der Stange, so ergiebt sich

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

folglich die Anhaftungsfläche des Hakens $\frac{1}{2}\pi d^2$. Nehmen wir den Querschnitt des Stangenschlosses nach der Zusammenfügung quadratisch, mit der Seite a, so ist, wenn l die Länge des Hakens bezeichnet, die Anhaftungsfläche $al = \frac{1}{2}\pi d^2$ zu setzen. Macht man den Vorsprung des Hakens gleich der Stärke der Bolzen $= \frac{1}{6}a$, so hat man für die Stärke des Hakens im Einschnitt $\frac{5}{12}a$, und es mufs sein: $\frac{5}{12}a \,.\, a - \frac{1}{6}a \,.\, \frac{5}{12}a = \frac{1}{4}\pi d^2$, woraus folgt $a = 1{,}5d$, daher $l = d$.

4) Taf. 12. Fig. 4 ist ein Stangenschlofs, welches in ganz ähnlicher Weise, wie das vorige berechnet werden kann. Die Resultate dieser Rechnung sind in der Figur bemerkt. Es ist dabei zu erinnern, dafs die beiden Schienen zusammen den Querschnitt der Stange haben müssen, wenn sie aus demselben Material sind, und dafs der Druck, welcher auf Absplittern wirkt, sich bei jeder Stange auf zwei Flächen vertheilt. Taf. 12. Fig. 4.

5) Taf. 12. Fig. 5 stellt ein Stangenschlofs mit einer Verschränkung der Fuge dar, welche dem Hakenblatt mit Keil nachgebildet ist. Die Verhältnisse sind in der Figur angegeben. Taf. 12. Fig. 5.

6) Taf. 12. Fig. 6 zeigt die Befestigung einer eisernen Stange an einer hölzernen. Die Eisenstange ist an dem Befestigungsende gabelförmig gespalten, durch Bolzen befestigt, und mit Ringen, die warm aufgetrieben werden, damit sie beim Erkalten fest anziehen, gebunden. Taf. 12. Fig. 6.

Gerade Befestigung durch Hülsen.

§ 101. Die Anwendung der Hülsen zur Befestigung metallener Stangen aneinander findet im Allgemeinen bei besseren und sauberen Ausführungen Statt, während die Stangenschlösser für rohere Arbeit, und da geeignet sind, wo es nicht auf grofse Genauigkeit ankommt. Die Hülsen bestehen gewöhnlich in genau ausgedrehten hohlen Cylindern, welche entweder mit der einen Stange in einem Stück dargestellt sind, und das Ende derselben bilden, oder auch als besondere Hilfsstücke erscheinen. In die cylindrische Höhlung wird die andere Stange genau eingepafst, und entweder durch Keile, oder durch Schrauben darin befestigt. Die Hülsen dienen sowohl zur geraden Befestigung, als auch zur Winkelbefestigung, und kommen in den mannigfaltigsten Formen vor, von denen hier einige als Beispiele ausgewählt sind.

Taf. 12. Fig. 7. 1) Die gerade Hülse mit Keil (Taf. 12. Fig. 7). Bezeichnet

d den Durchmesser der Stangen,

d' den Durchmesser des Stangenkopfes,

D den äufseren Durchmesser der Hülse,

und macht man die Breite des Keils $= \frac{1}{4} d$, so hat man die Belastungsfähigkeit der Stange $\frac{1}{4}\pi d^2 . k = P$, und wenn man den Schlitz für den Keil im Grundrifs für ein Rechteck ansieht, so hat man die Tragfähigkeit des Stangenkopfes:

$$(\tfrac{1}{4}\pi d'^2 - \tfrac{1}{4} d d')\, k = \tfrac{1}{4}\pi d^2 . k, \text{ und daraus}$$

$$d' = 1{,}17\, d, \text{ oder } 1\tfrac{1}{6} d.$$

Es ist ferner die Tragfähigkeit der Hülse, wenn sie mit der Stange aus demselben Material ist:

$$[\tfrac{1}{4}\pi D^2 - \tfrac{1}{4} d D - (\tfrac{1}{4}\pi d'^2 - \tfrac{1}{4} d' d)]\, k = \tfrac{1}{4}\pi d^2 k.$$

Setzt man $d' = \frac{7}{6} d$, so folgt aus dieser Gleichung:

$$D = 1{,}66 = 1\tfrac{2}{3} d,$$

wofür man lieber $D = 2d$ nimmt.

Der Keil ist als ein Balken anzusehen, welcher an beiden Enden frei aufliegt, und durch den Druck P, welcher über seine Länge gleichmäfsig vertheilt ist, auf Zerbrechen in Anspruch genommen wird. Die Entfernung der Stützpunkte ist gleich $d' = \frac{7}{6} d$, die Breite des Balkens $\frac{1}{4} d$, und die Höhe werde mit h bezeichnet. Mit Rücksicht auf § 93. S. 216 und auf die im vorigen Paragraphen unter No. 2 gemachte Bemerkung ist sodann:

$$\tfrac{1}{2} . \tfrac{1}{4} P . \tfrac{7}{6} d = k . W.$$

Setzt man die oben ermittelten Werthe ein, so hat man:

$$\tfrac{1}{8} . \tfrac{1}{4}\pi d^2 . k . \tfrac{7}{6} d = k . \tfrac{1}{6} . \tfrac{1}{4} d . h^2,$$

$$h = 1{,}6583\, d,$$

wofür genommen werden kann $h = 1\frac{2}{3} d$.

Damit der Keil gehörig anziehen könne, mufs man den Keil-Oeffnungen eine etwas gröfsere Höhe geben als dem Keil selbst; man kann aus diesem Grunde die Keil-Oeffnungen sowohl in dem Stangenkopf, als in der Hülse $1\frac{5}{6} d$ hoch machen, wobei sie aber in der Weise versetzt werden müssen, wie die Figur andeutet.

Endlich ist noch die Parallelfestigkeit der Hülse in Betracht zu ziehen, indem der Druck P das Bestreben hat, zu beiden Seiten einen Streifen, dessen Breite gleich der Breite des Keiles ist, parallel mit der Axe der Hülse hinaus zu schieben. Da zwei solcher

Streifen hinaus gedrängt werden müssen, jeder Streifen aber zwei Anhaftungsflächen hat, so hat jede dieser Flächen einen Druck $= \frac{1}{4}P$ auszuhalten, und rechnet man, wie im vorigen Paragraphen bei No. 3 die Widerstandsfähigkeit gegen das Absplittern $= \frac{1}{2}k$, so hat man für eine Breite des Streifens gleich der Wandstärke der Hülse $= \frac{1}{2}(2d - \frac{7}{6}d) = \frac{5}{12}d$ und für eine Länge desselben $= l$:

$$\frac{5}{12}d . l . \frac{1}{2}k = \frac{1}{4}P = \frac{1}{4} . \frac{1}{4}\pi d^2 k,$$
$$l = 0{,}94\,d,$$

wofür man lieber $l = d$ nimmt.

Dies ist die Länge, welche der Theil der Hülse von dem Keilloch abwärts bekommt. Der obere Theil der Stange wird in gleicher Weise in Anspruch genommen; es würde hier ein Streifen von der Breite des Keiles hinausgedrängt werden; nennt man die Länge dieses Streifens l', so ist der Flächeninhalt jeder der beiden Anhaftungsflächen $\frac{7}{6}d . l'$, und man hat:

$$\frac{7}{6}d . l' . \frac{1}{2}k = \frac{1}{2}P = \frac{1}{2} . \frac{1}{4}\pi d^2 . k$$
$$l' = 0{,}67\,d,$$

wofür $\frac{2}{3}d$ genommen werden kann.

2) Die Hülse mit Schraube (Taf. 12. Fig. 8 und 9). Man versieht das Ende der einen Stange mit einem Schraubengewinde, das Ende der andern mit einer Hülse, in welcher das Muttergewinde eingeschnitten ist. Wenn man die Stangen genau in einer bestimmten Stellung befestigen will, oder wenn zu befürchten steht, dafs durch wiederholte Stöfse die Schraube sich löse, so bringt man noch eine Gegenmutter an (Fig. 9). Man kann auch durch eine wulstartige Verstärkung die Hülse gegen das Aufspalten sichern. Bezeichnet d den Durchmesser der Stange, so hat man d nach der Formel $\frac{1}{4}\pi d^2 . k = P$ zu bestimmen, oder aus der Tabelle XII. S. 195 zu entnehmen. Der Durchmesser des Stangenkopfes ist nun gleich dem Spindel-Durchmesser einer Schraube zu nehmen, deren Kern-Durchmesser $= d$ ist. Nach S. 96 ist im ungünstigsten Falle der Kern-Durchmesser $= 0{,}616$ des Spindel-Durchmessers, folglich der Durchmesser des Stangenkopfs $d' = \frac{d}{0{,}616} = 1{,}623\,d$, wofür wir $1\frac{5}{8}d$ nehmen. Der äufsere Durchmesser der Hülse D bestimmt sich durch die Gleichung:

Taf. 12. Fig. 8 und 9.

$$\frac{1}{4}\pi(D^2 - d'^2) = \frac{1}{4}\pi d^2,$$
$$D = 1{,}91\,d,$$

wofür $D = 2d$ zu nehmen ist.

Die Länge der Hülse brauchte man nur gleich der Mutterhöhe zu nehmen, man nimmt sie jedoch der Steifheit der Befestigung wegen lieber etwas grösser, 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 dass 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 Zerreissen 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):