So lange bis zuverlässige Versuche vorliegen, wird man jedoch mit obigen Formeln hinreichend genau rechnen. Will man jedoch eine gröfsere Sicherheit haben, so braucht man nur, wie schon auf S. 222 geschehen, den Elastizitäts-Modulus geringer zu nehmen, folglich die Zahlenwerthe in obigen Formeln zu verkleinern. Man wird genügende Sicherheit erhalten, wenn man dieselben mit $\frac{3}{4}$ bis $\frac{2}{3}$ multiplizirt.

Beispiel. Welchen Durchmesser mufs eine schmiedeeiserne Welle von kreisförmigem Querschnitt bekommen, wenn der Verdrehungswinkel bei einem Druck von 1000 Pfund, der an einem Hebelsarm von 18 Zoll wirkt, auf eine Länge von 8 Fufs nur 0,32 Grad betragen soll?

$$\text{Man hat: } PR = \frac{25000\,\alpha d^4}{L};\ 1000 \,.\, 18 = \frac{25000 \,.\, 0{,}32}{12 \,.\, 8} \,.\, d^4,$$

$$d^4 = 216, \quad d = 3{,}83.$$

was übrigens eine hinreichend genaue Uebereinstimmung mit dem Beispiel auf S. 243 giebt, da die Differenz von 0,03 Zoll durch die Ungenauigkeit zu erklären ist, welche die Abrundung der Koeffizienten auf die Rechnung ausüben mufs.

2) Befestigung von metallenen Stangen, die auf Abreifsen in Anspruch genommen werden.

Stangenschlösser.

§ 100. Die Konstruktionen zur Befestigung eiserner Stangen aneinander sind wesentlich bedingt durch die Beschaffenheit des Druckes, welcher auf eine Trennung der Befestigungsstelle einwirkt, durch die Bestimmung, welche die Stangen zu erfüllen haben, und endlich durch die Gestalt der Stangen selbst.

Wenn der Druck vorzugsweise nach der Richtung der Stangen wirksam ist, also entweder auf Abreifsen oder auf Zerknicken wirkt, wie dies z. B. bei den Gestängen von Pumpwerken, und bei mancherlei Stangen, welche zu Bau-Konstruktionen dienen, vorkommt, und wenn man es mit massiven Stangen zu thun hat, so wendet man gewöhnlich entweder ein sogenanntes Stangenschlofs oder eine Hülse (fr. *douille* — engl. *box*) an.

---

und Maschinen-Mechanik Th. I. § 211 finden sich ebenfalls Werthe für die in Rede stehenden Koeffizienten angegeben, welche aber theilweise unrichtig sind. Dieselben stimmen für den kreisförmigen Querschnitt mit den Angaben von Morin genau überein, sind aber für den quadratischen Querschnitt 16mal gröfser als die Morinschen Angaben. Der Grund liegt in einem Rechenfehler. Derselbe Fehler findet sich in Weisbachs Ingenieur.

Die Stangenschlösser repräsentiren die einfache Befestigungsart und die Befestigung durch ein Hilfsstück, die Hülsen dagegen die Befestigung durch Zusammenstecken (§ 71. S. 161).

1) Taf. 12 Fig. 1 zeigt ein Stangenschlofs, wie es bei Grubengestängen vorkommt. Ueber die beiden Stangenenden, welche von quadratischem Querschnitt sind, ist eine passend gestaltete Hülse geschoben, welche an jedem Stangenende durch einen hochkantigen Bolzen, der durch Keile gegen das Zurückziehen gesichert ist, befestigt wird. Taf. 12. Fig. 1.

Ist b die Seite des Quadrats der Stange, und die Stärke des Bolzens $= \frac{1}{4}b$, so ist die Belastungsfähigkeit auf Zerreifsen gleich $k$mal dem Querschnitt:

$$k.(b^2 - \tfrac{1}{4}b^2) = \tfrac{3}{4}b^2.k = P.$$

Bezeichnet b' die Seite der Hülse, so hat man die Belastungsfähigkeit derselben:

$$(b'^2 - b'.\tfrac{1}{4}b - \tfrac{3}{4}b^2)\,k = P = \tfrac{3}{4}b^2 k,$$

und daraus $b' = 1{,}36\,b$, wofür man lieber

$$b' = 1{,}5\,b$$

nimmt. Jeder Bolzen hat die ganze Last auszuhalten, welche gleichmäfsig über derselben vertheilt ist; sieht man ihn an, als einen an beiden Enden unwandelbar befestigten Balken, dessen Länge $= b$, dessen Breite $= \frac{1}{4}b$ ist, und dessen Höhe mit h bezeichnet werden mag, so kann man, nach S. 218 No. 12, dafür einen einseitig befestigten Balken von der Länge $\frac{1}{8}b$ substituiren. Da nun aber die Belastung gleichförmig vertheilt ist, so liegt der Schwerpunkt derselben auf der Mitte dieser Länge, also in dem Abstande $\frac{1}{2}.\frac{1}{8}b$ von dem Bruchpunkte des an einem Ende befestigt gedachten Balkens. Reduzirt man nach S. 199 die Belastung P von diesem Abstande $\frac{1}{2}.\frac{1}{8}b$ auf das Ende des Balkens, also auf den Abstand $\frac{1}{8}b$, so hat man in diesem Abstande nur den Druck $\frac{1}{2}P$ in Rechnung zu bringen; es ist folglich das auf Bruch wirkende statische Moment $\frac{1}{2}P.\frac{1}{8}b = \frac{1}{16}Pb$.

Ganz allgemein ist hier die Bemerkung nachzutragen:

Belastungen, welche über die ganze Länge eines an beiden Enden unterstützten Balkens gleichmäfsig vertheilt sind, können zwar in ihrem Schwerpunkte vereinigt gedacht werden (§ 199), das auf Bruch wirkende statische Moment ist aber nur halb so grofs, als es sein würde, wenn dieselbe Belastung, anstatt über die ganze Länge vertheilt zu sein, im Schwerpunkt konzentrirt angriffe.

Man hat hiernach:

$$P = k \cdot \frac{16}{b} \cdot \tfrac{1}{6} \cdot \tfrac{1}{4} b h^2 = \tfrac{3}{4} b^2 k,$$

$$h = 1{,}06 b,$$

wofür $h = 1\tfrac{1}{12} b$ angenommen werden kann.

Taf. 12. Fig. 2. 2) Taf. 12. Fig. 2 zeigt ein Stangenschlofs, wie es zur Befestigung der Bohrstangen beim Bohren artesischer Brunnen üblich ist. Das Ende der einen Stange a ist gabelförmig, und umgreift das genau zwischen die Schenkel der Gabel passende Ende b der zweiten Stange. Zwei Bolzen sichern gegen die Trennung der Fuge, und durch den eigenthümlichen Ausschnitt der Gabelschenkel bei b', welcher über einen entsprechenden Ansatz der Stange b übergreift, wird die Seitenverschiebung aufgehoben. Der in der Richtung der Stange wirkende Druck wirkt auf Zerbrechen der cylindrischen Bolzen, und diese müssen danach berechnet werden. Für irgend beträchtliche Drucke werden die Bolzen sehr stark werden müssen, weshalb diese Konstruktion nur für geringere Belastungen geeignet ist. Um den Bolzen, wenn sie bei dergleichen Befestigungen den ganzen Druck allein auszuhalten haben, und auf Zerbrechen in Anspruch genommen werden, eine grössere Widerstandsfähigkeit zu geben, macht man sie lieber hochkantig, wie Fig. 1 zeigt.

Man kann auch durch eine eigenthümliche Gestaltung der Fuge die Bolzen von dem auf Zerbrechen wirkenden Drucke befreien. Es lassen sich zu diesem Zwecke die in § 74 und 75 beschriebenen Verblattungen und Verkämmungen der Hölzer auch bei den metallenen Stangen nachahmen.

Taf. 12. Fig. 3. 3) Taf. 12. Fig. 3 zeigt ein Stangenschlofs nach Art eines Hakenblattes gestaltet. Die beiden Stangen sind so zusammengefügt, dafs eine Verschiebung in der Längenrichtung nicht Statt finden kann, ohne dafs ein Absplittern des Hakens erfolgt (S. 193. No. 4). Die Festigkeit gegen das Absplittern ist jedenfalls von der Anhaftungsfläche abhängig. Da jedoch bis jetzt noch keine zuverlässigen Versuche über die Belastung, welche der Körper mit gehöriger Sicherheit gegen das Absplittern aushalten kann, vorliegen, so müssen wir vorläufig eine Annahme machen. Nach ausgeführten Maschinentheilen, welche sich als hinreichend stark bewährt haben, können wir schliefsen, dafs eine Fläche, welche 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 $a = 1{,}5\,d$, 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