von T und T_1 sich aufheben, $Nh = Qx$. Die Summe der grössten möglichen Reibungswiderstände wäre

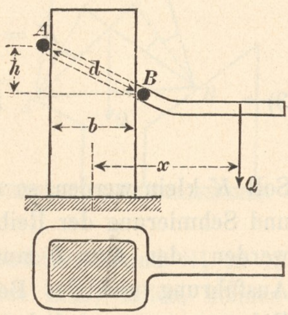
$$2 f N = 2 f Q \frac{x}{h} \quad \text{oder, weil } h = 2 f c \text{ war,}$$

$$2 f N = Q x : c;$$

weil nun von der Reibung nur der Theil Q beansprucht wird, so ist die gesammte mögliche Reibung $x : c$ mal so gross wie die nöthige; $x : c$ kann also als der Sicherheitsgrad bezeichnet werden.

Die Reibungshülse kann durch den einfachen Reibungsring (Fig. 258) (mit der gleichen Wirkung) ersetzt werden. Der etwa aus Rundeisen geschmiedete Ring hat eine Weite d, welche grösser ist als die Breite der Säule, so dass der Ring erst in schräger Lage die Säule bei A und B berührt. Die Reibungskegel bei A und B haben dann die gleiche Bedeutung wie in Fig. 255.

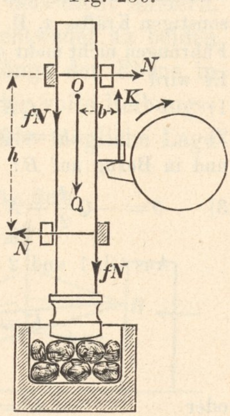
Fig. 258.



Beispiel: Es sei $b = 0{,}2^{\text{m}}$ die Breite der Säule, $d = 0{,}21^{\text{m}}$ die Weite des Ringes; dann wird $h = \sqrt{d^2 - b^2} = 0{,}064^{\text{m}}$. Ist nun für Holz und Schmiedeeisen (ohne Schmierung) $f = 0{,}5$, so wird $c = 0{,}064 : (2 \cdot 0{,}5) = 0{,}064^{\text{m}}$. Macht man nun $x = 0{,}2^{\text{m}}$, so ist die Sicherheit gegen Gleiten eine $0{,}2 : 0{,}064 = 3$fache (rund). Ist also die Gesammtlast $Q = 100^{\text{kg}}$, so ist die gesammte mögliche Reibung 300^{kg}, von der aber nur 100^{kg} zur Wirkung kommen. Oder man kann die Sicherheit auch so auffassen, dass die Reibungsziffer $0{,}5$ auf $^1/_3$ ihres Werthes sich vermindern darf, bevor Gleiten eintritt. Für $f = {^1/_6}$ würde nämlich $c = 0{,}064 \cdot 3 = 0{,}192$, d. h. fast $= x$.

Gleichförmige Hebung eines Pochstempels. Ein zum Zerkleinern von Erzen oder dgl. dienender Stempel vom Gewichte Q (Fig. 259) wird durch den Daumen einer sich drehenden Daumenwelle erfasst und mittels einer Kraft K gehoben, bis er, nachdem der Daumen an dem Hubarme vorbeigekommen ist, frei herabfällt und die davon getroffenen Körper zerstampft. Da K und Q einen wagerechten Abstand b haben, so würde der Stempel umfallen, wenn er nicht durch Führungen in lothrechter

Fig. 259.



Lage gehalten würde. Von den Führungshölzern werden beim Heben nur die schraffirten wirksam und liefern gleiche Normaldrücke N, denen beim Aufwärtsgleiten abwärts gerichtete Reibungen fN entsprechen. Es ist nach der Gleichung der lothrechten Kräfte

1) $$K = Q + 2fN.$$

Die Momentengleichung in Bezug auf einen Punkt O der Mitte des Stempels lautet:

2) $$Nh = Kb.$$

Setzt man den hieraus erhaltenen Werth von N in Gl. 1 ein, so wird

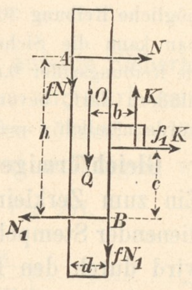
$$K = Q + 2f\frac{Kb}{h}, \text{ mithin}$$

3) $$K = \frac{Q}{1 - 2f \cdot \frac{b}{h}}.$$

Soll K klein werden, so muss $fb:h$ klein ausfallen; durch Glättung und Schmierung der Reibungsflächen muss hiernach f klein gemacht werden; der Arm b muss so kurz sein, wie die Rücksichten der Ausführung und des Betriebes gestatten, und der Abstand h der Führung muss möglichst gross sein.

Beispiel: Ist $Q = 150$ kg, $f = 1/8$, $b : h = 1 : 8$, so wird $K = 155$ kg. In der vorstehenden Ableitung ist angenommen, dass der Daumen auf den Arm b nur eine lothrechte Kraft ausübe; bei der Drehung der Welle gleitet aber der Daumen unter dem Arme nach rechts fort und wirkt durch Reibung nach rechts ziehend auf den Arm, so dass zu der Kraft K noch die nach rechts wirkende Reibung f_1K hinzukommt. Dies ändert die sonstigen Kräfte, z. B. wird nun der Druck N an beiden Führungen nicht mehr der gleiche sein können (Fig. 260). Es wird

Fig. 260.



1) $$f_1K = N_1 - N;$$

2) $$K = Q + f(N + N_1),$$

und in Bezug auf B:

3) $$0 = -Q\frac{d}{2} + Nh - fNd - K\left(b - \frac{d}{2}\right) + f_1Kc.$$

Aus Gl. 1 und 2 wird $N = \frac{K(1 - ff_1) - Q}{2f}$ und sodann aus Gl. 3:

$$K = \frac{Q}{1 - ff_1 + \frac{d}{h}f^2f_1 - 2\frac{b}{h}f + \frac{2c}{h}ff_1}$$

oder

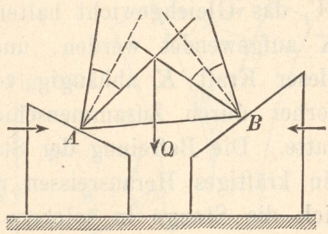
$$K = \frac{Q}{1 - 2\frac{b}{h}f - ff_1\left(1 - \frac{d}{h}f - \frac{2c}{h}\right)}.$$

$Q = 150$; $f = f_1 = 1/8$; $b : h = 1/8$; $d : h = 1/10$; $c : h = 1/2$ giebt dann $K = 155$ kg. Der Unterschied gegenüber obiger Vernachlässigung von f_1 ist verschwindend klein.

f) Festklemmen eines Stabes zwischen zwei Flächen.

Sind die beiden Ebenen, zwischen denen eine Stange sich befindet, nicht fest, sondern gehören sie zwei Körpern an, die durch seitliche Kräfte einander genähert werden können (Fig. 261), so ist das Verhalten der Stange gegenüber dem Versuche, die stützenden Körper zusammenzuschieben, ein verschiedenes, je nachdem

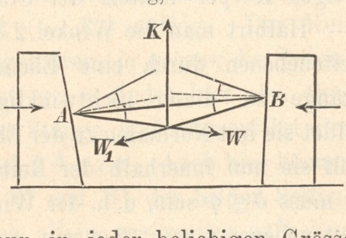
Fig. 261.



1. die Stange nicht in die beiden Reibungskegel der Punkte A und B fällt, oder aber
2. dieser Bedingung genügt.

Im ersten Falle können die Gesammtdrücke W und W_1 in A und B niemals in dieselbe Gerade (nämlich AB) fallen, können also auch niemals sich allein gegenseitig aufheben, sondern es können W und W_1 nur einer dritten Kraft, etwa dem Gewichte Q der Stange das Gleichgewicht halten. Ist nun die Stange sehr leicht, so dass man annähernd $Q = 0$ annehmen darf, so werden auch W und W_1 zu Null, d. h. die Stange übt auf die seitlichen Körper keine nennenswerthen Drücke aus. Versucht man, die Körper zusammenzuschieben, so kann die Stange dies nicht hindern, sondern sie weicht nach oben aus, indem sie sich entweder an beiden Stellen A und B oder nur an einer derselben längs der Ebene in die Höhe schiebt. An der Gleitstelle tritt dann der volle Reibungswiderstand auf, so dass dort W oder W_1 die tiefste mögliche Lage einnimmt, falls Q nicht ganz gleich Null angenommen wird.

Fig, 262.



Liegt aber die Gerade AB innerhalb beider Reibungskegel (Fig. 262), so können W und W_1 auch beide in die Gerade AB fallen und sich dann allein, ohne Hinzutreten einer dritten Kraft, gegenseitig aufheben. Sie können nun in jeder beliebigen Grösse