

oder populär ausgedrückt, die Reibungswärme strömt von ihrer Entstehungsstelle nach innen in den Körper hinein, um allmählich zu verklingen. War der Zusammenprall aber gar zu hart, so kann es vorkommen, daß ganze Gruppen von Teilchen aus ihrem Verbände herausgerissen werden; dabei wird also die Oberfläche des reibenden Körpers demoliert, und wir sprechen von Abnutzung.

Leider sind wir noch lange nicht soweit, daß wir diese Dinge aus dem Atomgefüge zu berechnen vermögen, aber was nicht ist, kann ja noch einmal werden. Dann wird der physikalische Chemiker in der Lage sein, am grünen Tisch diejenigen Stoffe auszusuchen, die sich am wenigsten aufeinander reiben. Vorläufig sind wir in dieser Hinsicht auf die reine Erfahrung angewiesen.

Dies alles gilt für die sogenannte gleitende Reibung, die dann in Tätigkeit tritt, wenn sich die beiden Körper tatsächlich übereinander hinbewegen. Erfahrungsgemäß ist diese Bewegungs- oder Gleitreibung um so stärker, je heftiger die beiden Stücke aneinandergedreht werden, was wir uns so verständlich machen können, daß wir sagen, die Atomschwärme der beiden dringen dann tiefer ineinander hinein, die Mischzone der Atomschwärme wird dicker und

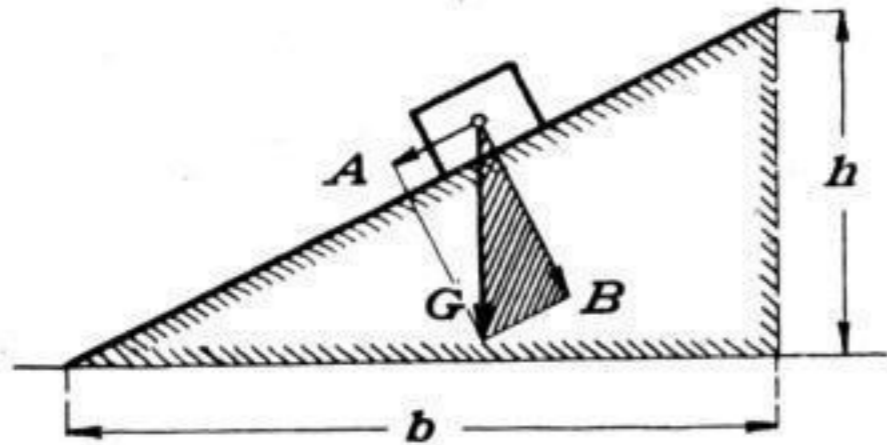


Abb. 1

die Zahl der Zusammenstöße größer. Dagegen hängt die Reibung nur wenig von der Größe der Flächen ab, die aufeinandergepreßt werden. Z. B. sind zwei gleich schwere Schränke, deren einer dünne und der andere sehr breite Füße hat, unter sonst gleichen Umständen ungefähr gleich schwer verschiebbar. Auch die Geschwindigkeit der Fortbewegung ist ohne besonders großen Einfluß auf die Reibung. So kommt man schließlich dahin, zu sagen, die Reibung hänge nur von der Kraft ab, mit der die beiden Flächen aufeinandergedrückt werden, und dann natürlich noch von ihrem Material, oder moderner gesagt, von der Art ihres Atomgefüges. Das drückt sich in der Gleichung aus:

$$R = f \cdot P.$$

Darin ist R die Reibungskraft, die zum Verschieben angewandt werden muß, P aber der Druck, der die beiden Partner zusammenpreßt, und schließlich f eine von dem Material abhängige Zahl, die man den Reibungskoeffizienten nennt. Beträgt beispielsweise der Reibungskoeffizient von Bronze auf Eisen 0,2, so sind $0,2 \cdot 30 = 6$ g erforderlich, um ein 30 g wiegendes Bronzestück trocken über eine eiserne Unterlage zu schieben. Die Messung des Reibungskoeffizienten f kann auf äußerst einfache Weise bewerkstelligt werden: Man bringe gemäß Abb. 1 ein Bronzestückchen auf eine schräg gehaltene eiserne Platte und steigere deren Schrägheit so lange, bis das Stückchen gerade

zu gleiten anfängt, wobei man mit einem leichten Gegenstand andauernd leise auf die schräge Platte klopft, damit ein Festkleben möglichst vermieden wird. Sobald man die richtige Schräglage ermittelt hat, mißt man die Strecken h und b mit einem Maßstab. Dann ist das Verhältnis $\frac{h}{b}$ der Reibungskoeffizient: $f = \frac{h}{b}$.

Der Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung ist leicht zu erbringen: Man ersetze das Gewicht G des gleitenden Stückchens durch seine beiden Komponenten A und B (siehe die Abbildung), was nach dem Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte bekanntlich erlaubt ist. Dann wird das Stückchen durch die Komponente B auf die Platte gedrückt, und es entsteht nach unserem Reibungsgesetz die Reibungskraft $f \cdot B$, die von A beim Herabgleiten überwunden werden muß. Beim Gleiten ist also:

$$A = f \cdot B \text{ oder}$$

$$f = \frac{A}{B}.$$

Das schraffierte und das gerandelte Dreieck sind aber einander ähnlich, und es besteht offenbar die Proportion:

$$\frac{A}{B} = \frac{h}{b} = f.$$

Un das sollte ja bewiesen werden.

Interessenten mögen den hier beschriebenen einfachen Versuch mit den verschiedensten Materialien anstellen und sich von der Größe des Reibungskoeffizienten persönlich überzeugen. Dabei ist natürlich peinlich auf Sauberkeit der Oberflächen zu halten.

Aber Reibung tritt doch auch dann auf, wenn die Körper nicht übereinandergleiten, wird der Praktiker einwenden. So ist es doch z. B. bei jeder Schraube, jedem Keil oder Paßstift, die ja sonst nimmermehr festsäßen.

Gewiß, das ist eben die sogenannte Haft- oder Ruhereibung, die so lange bestehen bleibt, als die seitlich drängende Kraft nicht so groß ist, daß sie die Reibung überwinden und Bewegung einzuleiten vermöchte. Dränge ich z. B. seitlich gegen einen Schrank mit einer Kraft von 15 kg, so wird er sich noch nicht verschieben, weil die 15 kg dazu nicht ausreichen; wohl aber entsteht unter den Schrankfüßen eine wagerechte Reibungskraft, die das Rutschen verhindert und natürlich ebenfalls 15 kg beträgt. Das ist die Ruhereibung, die aber sofort in Bewegungsreibung von der Größe $f \cdot G$ kg übergeht, wenn ich den Seitendruck bis zum Gleiten steigere, die aber nie über diesen Wert ansteigt. G ist dabei das Schrankgewicht. Ruhe- und Gleitreibung sind scharf voneinanderzuhalten. Erstere ist ein Segen für den Konstrukteur, letztere im allgemeinen ein lästiges Uebel. Durch ganz einfache und lehrreiche Versuche läßt sich feststellen, wie beide im Augenblick des Bewegungsbegins ineinander übergehen. Doch davon ein anderes Mal.

Immer war hier nur von der „trockenen“ Reibung die Rede, bei der die festen Körper direkt aufeinanderliegen. Das ist aber bei den bewegten Teilen der Uhren und Maschinen fast niemals der Fall oder sollte es vielmehr nicht sein; hier tritt die Flüssigkeitsreibung der zwischengeschalteten Oelschicht in ihr Recht, deren Gesetze ganz andere und viel mehr bekannt sind als die der trockenen Reibung. Das gehört aber nicht mehr zu unserem Thema. B.

Berechnung der Federstärke

Fortsetzung der in Nr. 16 veröffentlichten Arbeit „Grundzüge der Theorie der Zugfeder“. Siehe auch Nr. 21: „Berechnung der Federlänge“.

Es ist möglich, aus den vorhandenen Dimensionen des Federhauses und Federkernes, sowie aus der gegebenen Umdrehungszahl des Federhauses die Federstärke zu be-

rechnen. Angenommen, es sei der innere Halbmesser der Federtrommel, der Kernhalbmesser, und die Umdrehungszahl des Federhauses gegeben, so ist mit den Größen r , r_1 und n die Formel aufzustellen, wozu man als Ausgangsformel die zur Berechnung der Umdrehungszahl unter Nr. 17 in Nr. 16, S. 303, aufgeführte wählt. Es ist