



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

17. Arbeit

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

etwas andere Bahn, welche steiler abfällt als ansteigt, die ballistische Kurve, abgelenkt.

16. **Bewegungsgröße. Stoßkraft.** Da die Beschleunigung b welche eine beliebige Kraft K einer Masse m erteilt,

$$b = \frac{K}{m}$$

$$b = \frac{K}{m}, \quad K = m \cdot b$$

ist, so können wir in die Gleichungen der gleichförmig beschleunigten (und verzögerten) Bewegung (8) die Kraft und die Masse einführen, wenn wir in ihnen K/m statt b setzen. Die Gesetze 1) und 3) der gleichförmig beschleunigten Bewegung, welche eine Masse m unter der Einwirkung einer konstanten Kraft K annimmt, sprechen sich dann in den folgenden Gleichungen aus:

$$1) \quad m v = K t \quad 3) \quad K s = \frac{1}{2} m v^2.$$

Die Gleichung 1) sagt aus: „Das Produkt aus der bewegten Masse und der erreichten Geschwindigkeit ist gleich dem Produkt aus der konstanten Kraft und der Zeit, während welcher sie gewirkt hat.“ Das Produkt aus der Masse eines Körpers und seiner Geschwindigkeit nennt man seine Bewegungsgröße oder die Quantität der Bewegung, dasjenige aus Kraft und Wirkungszeit den Antrieb (Impuls) der Kraft. Man kann also auch sagen: Der Antrieb der Kraft ist gleich der erzeugten Bewegungsgröße. Wirkt eine Kraft nur während einer unmeßbar kurzen Zeit auf einen Körper, so nennt man sie Stoßkraft oder weniger gut momentane Kraft. Die Größe einer Stoßkraft selbst läßt sich nicht angeben, sondern man beurteilt sie nach der von ihr bewirkten Bewegungsgröße. Eine nach diesem Maße gemessene Stoßkraft ist also keine Kraft, sondern ein Impuls (von der Dimension cm g sec^{-1}); der Körper, den sie in Bewegung setzte, geht mit der erlangten Geschwindigkeit v in gleichförmiger Bewegung geradlinig weiter, solange nicht andere Kräfte auf ihn einwirken.

Eine solche Stoßkraft ist z. B. der Druck der Pulvergase, welcher beim Abfeuern eines Geschützes nach vorwärts auf das Geschloß und ebenso stark und während der nämlichen kleinen Zeit nach rückwärts auf das Geschütz wirkt. Geschloß und Geschütz erhalten also gleiche Impulse, und deshalb sind auch ihre Bewegungsgrößen einander gleich, oder es ist, wenn m und m' ihre resp. Massen, v und v' die zugehörigen Geschwindigkeiten bezeichnen, $m v = m' v'$, d. h. die Geschwindigkeit des Geschosses und diejenige des Geschützes beim Rückstoß verhalten sich umgekehrt wie ihre Massen.

17. **Arbeit.** Wenn eine Kraft den Körper, an dem sie angreift, fortbewegt, so sagt man, die Kraft arbeite, und nennt den Erfolg ihrer Wirkung ihre Arbeit. Wenn wir ein Kilogrammgewicht 1 m hoch in die Höhe heben, so leisten wir damit eine Arbeit von ganz bestimmter Größe; wir leisten offenbar eine doppelt so große Arbeit, wenn wir das Kilogramm 2 m hoch, oder auch, wenn wir 2 kg 1 m hoch heben, und die sechsfache Arbeit, wenn wir 3 kg 2 m hoch empor-

$$K = m \cdot b = m \cdot \frac{v}{t} \quad ; \quad K \cdot t = m \cdot v \quad ; \quad s = v \cdot t$$

$$K \cdot \frac{v}{s} = m \cdot v \quad ; \quad = t = \frac{v}{s}$$

schaffen. Die geleistete Arbeit ist hiernach einerseits dem überwundenen Widerstand oder der ihm gleichen, zu seiner Überwindung aufgewendeten Kraft, und andererseits dem Weg proportional, der hierbei in der Richtung der Kraft zurückgelegt wurde. Wählt man daher als Einheit der Arbeit diejenige, welche die Krafteinheit längs der Wegstrecke 1 wirkend vollbringt, so wird jede Arbeit ausgedrückt durch das Produkt aus der Kraft oder dem von ihr überwundenen Widerstand und dem Weg, längs welchem sie wirkte. Im praktischen Maßsystem dient hiernach als Arbeitseinheit das Meterkilogramm oder Kilogramm (mkg); im absoluten Maßsystem das Erg, nämlich die Arbeit, welche die Kraft 1 Dyne, durch die Wegstrecke 1 cm wirkend, leistet (Dimension $\text{cm}^2 \text{g sec}^{-2}$). Das wäre die Arbeit, die man leistet, wenn man 1,02 mg 1 cm hoch hebt. Da diese Arbeit außerordentlich klein ist, so hat man daneben eine größere Einheit eingeführt: 1 Joule = 10^7 Erg, eine Arbeit, die erforderlich ist, um 1,02 kg 10 cm hoch zu heben. Ein Meterkilogramm beträgt 98 100 000 Erg oder 9,81 Joule.

Bei der Verwendung von Kräften zur Arbeit kommt es nicht bloß darauf an, daß eine Arbeit überhaupt getan werde, sondern auch, daß dies in bestimmter Frist geschehe. Man nennt die in 1 sec geleistete Arbeit den Effekt oder die Leistung der Kraft. Im praktischen Maschinenbetriebe gebraucht man als größere Einheit die Pferdekraft oder Pferdestärke (P.S.), nämlich die Leistung von 75 Meterkilogramm in der Sekunde. Die Arbeitsleistung eines kräftigen Mannes wird zu $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{7}$ Pferdekraft angeschlagen. Im absoluten Maßsystem dient als Einheit des Effekts das Erg pro sec (Dimension $\text{cm}^2 \text{g sec}^{-3}$) oder als größere Einheit das „Watt“ = 1 Joule pro sec = $\frac{1}{736}$ Pferdekraft und als noch größere Einheit das Kilowatt = 1000 Joule/sec. Eine Pferdestärke ist = $75 \times 9,81 = 736$ Watt; 1 Kilowatt = 1,36 Pferdestärke.

Im praktischen Leben wird heutzutage häufig auch der Ausdruck Wattstunde, bezw. Kilowattstunde gebraucht. 1 Wattstunde ist die Arbeit, welche eine Maschine von 1 Watt Leistung innerhalb einer Stunde liefert, also 3600 Joule oder 367 Meterkilogramm; eine Kilowattstunde ist das Tausendfache davon.

18. Wucht. In der Gleichung

$$3) \quad fs = \frac{1}{2} m v^2$$

ist das links stehende Produkt aus Kraft und Weg nichts anderes als die von der Kraft geleistete Arbeit. In Worten ausgesprochen sagt uns also diese Gleichung: Wenn eine Masse m , vom Zustand der Ruhe ausgehend, von einer konstanten Kraft durch den Weg s hindurch bewegt wird, und am Ende dieses Weges die Geschwindigkeit v erlangt hat, so ist die hierbei von der Kraft entwickelte Arbeit gleich dem halben Produkt aus der Masse und dem Quadrat der erlangten Geschwindigkeit.

Jede in Bewegung befindliche Masse vermag nun einen Widerstand, d. h. eine ihrer Bewegung entgegenwirkende Kraft f' , auf eine

$$K \cdot s = K \cdot \frac{v}{a} = \frac{1}{2} m v$$

$$K \cdot b = m \frac{v}{2}$$