

Übersicht: Arbeit und Energie

Unter Arbeit W versteht man in der Physik das Produkt aus dem Betrag einer konstanten Kraft \vec{F} , die entlang eines Weges wirkt, und der Weglänge, also dem Betrag des Verschiebungsvektors $|\vec{\Delta s}|$:

$$W = F \cdot \Delta s$$

Wirkt die (konstante!) Kraft nicht entlang des Weges, sondern schließt mit diesem einen Winkel α ein, so benötigt man nur die Komponente der Kraft entlang des Weges, also $F \cdot \cos\alpha$:

$$W = F \cdot \Delta s \cdot \cos\alpha$$

(Dies bezeichnet man auch als das „Skalarprodukt“ von Kraftvektor und Verschiebungsvektor und schreibt $W = \vec{F} \circ \vec{\Delta s}$.) Insbesondere wird also durch eine Kraft, die senkrecht zum Weg steht, keine Arbeit am Körper verrichtet!

Allgemein, auch für nicht konstante Kraft, ist Arbeit die Fläche unter der Kurve im s-F-Diagramm berechnen (wobei man für F gegebenenfalls wieder nur die Komponente in Wegrichtung benutzen muss); mathematisch das Integral: $W = \int F ds$ (bzw. allgemein $W = \int \vec{F} \circ d\vec{s}$).

Wichtig sind u.a. folgende Arbeitsformen:

- Beschleunigungsarbeit: $W_a = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v^2 - v_0^2)$ (nicht $(v - v_0)^2$!)
- Hubarbeit: $W_h = m \cdot g \cdot (h - h_0)$
- Spannarbeit: $W_{sp} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot (s^2 - s_0^2)$ (nicht $(s - s_0)^2$!)
- Arbeit, die durch Reibung am Körper verrichtet wird: $W = -F_R \cdot \Delta s$
(die Reibungskraft ist immer der Bewegung entgegen gerichtet; für ihren Betrag gilt $F_R = \mu \cdot F_N$ mit der Reibungszahl μ und der „Normalkraft“ F_N , die senkrecht zur Unterlage steht)

Unter Energie E versteht man „gespeicherte Arbeit“ (das Vermögen eines Körpers, Arbeit zu verrichten). Wird an einem Körper (positive) Arbeit verrichtet, so erhöht sich dessen Energie; verrichtet ein Körper (positive) Arbeit, so verringert sich seine Energie. Es gilt also: $W = \Delta E$.

Entsprechend der Arbeitsformen sind u. a. folgende Energieformen wichtig:

- Bewegung-/kinetische Energie: $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
- Lageenergie: $E_L = m \cdot g \cdot h$
- Spannenergie: $E_{Sp} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$
- zur Reibungsarbeit gehört die „innere/thermische Energie“

Lage- und Spannenergie zusammen nennt man auch potenzielle Energie.

Ein abgeschlossenes System ist ein System, auf das von außen keine Kräfte wirken. Eine Kraft heißt konservativ, wenn sie nur kinetische in potenzielle Energie umwandelt oder umgekehrt (Reibungskräfte sind z. B. nicht konservativ!). Ist ein mechanisches System abgeschlossen und wirken nur konservative Kräfte, so ist die gesamte mechanische Energie (Summe aus kinetischer und potenzieller Energie) erhalten, ändert sich also mit der Zeit nicht (Energieerhaltungssatz).

(Mittlere) Leistung P ist geleistete Arbeit, also Energieänderung, pro Zeit: $\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$, die momentane Leistung ist also die zeitliche Ableitung der Energie: $P = \dot{E}$. Bei Bewegungen gilt außerdem der Zusammenhang $P = F \cdot v$ (bzw. allgemeiner $P = \vec{F} \circ \vec{v}$).

Der Wirkungsgrad η gibt an, welcher Anteil (in %) der zugeführten Energie bzw. Leistung genutzt wird:

$$\eta = \frac{E_{nutz}}{E_{zu}} \text{ bzw. } = \frac{P_{nutz}}{P_{zu}}.$$