

# Energie 1

# mechanische Energieformen

Einheit der Energie:  $[E] = 1\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = 1\text{N} \cdot \text{m} = 1\text{J}$  (**Joule** [sprich „dschul“])

## Höhenenergie

Ein Körper der Masse  $m$ , der sich in der Höhe  $h$  über einem Bezugsniveau (frei wählbar) befindet, hat eine Höhenenergie  $E_h$  mit

$$E_h = m \cdot g \cdot h \quad g: \text{Fallbeschleunigung (auf der Erde } 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

## Bewegungsenergie

Die Bewegungsenergie  $E_{\text{kin}}$  eines Gegenstands der Masse  $m$ , der sich mit der Geschwindigkeit  $v$  bewegt, lässt sich folgendermaßen berechnen:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$$

**Achtung:**  $v$  zur Berechnung von  $E_{\text{kin}}$  immer in m/s und die Masse  $m$  in kg angeben!

## Spannenergie

Die Spannenergie  $E_{\text{Spann}}$  einer Feder mit der Federhärte  $D$ , die um die Strecke  $s$  gedehnt (oder gestaucht) ist, lässt sich folgendermaßen berechnen:

$$E_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} D s^2$$

Diese Formel gilt für alle Körper, für die das Hooke'sche Gesetz ( $\frac{F}{s} = D = \text{konstant}$ ) gilt.

## Energie 2

## Energieerhaltung

Die verschiedenen Energiearten lassen sich ineinander umwandeln. Dabei geht keine Energie verloren, d.h. die Gesamtenergie ist zu jedem Zeitpunkt gleich groß. Dabei kann die Gesamtenergie jeweils auf unterschiedliche Energieformen verteilt sein.

Dieses Prinzip nennt man **Energieerhaltung**.

### Musteraufgabe:

Ein Apfel fällt aus einer Höhe von 2,5 m zu Boden. Mit welcher Geschwindigkeit trifft er am Boden auf? (thermische Energie soll vernachlässigt werden)

$$\text{Geg: } h = 2,5 \text{ m; } g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Ges: v

$$E_{h, \text{Beginn}} = E_{\text{kin, Ende}} \text{ (Energieerhaltung)}$$

$$\Rightarrow m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot v^2 \Rightarrow 2 g \cdot h = v^2 \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,5 \text{m}} = 7,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

d.h. die Auftreffgeschwindigkeit ist von der Masse unabhängig!

## Energie 3

## Arbeit

Wenn ein Körper durch eine Kraft verformt, angehoben, beschleunigt oder abgebremst wird, so ändert sich dabei seine Energie. Die Energiedifferenz  $\Delta E = E_{\text{nachher}} - E_{\text{vorher}}$  bezeichnet man als **Arbeit W**.

$$W = \Delta E = E_{\text{nachher}} - E_{\text{vorher}}$$

$$[W] = [E] = 1 \text{ J}$$

### **Hubarbeit:**

Anheben von  $h_{\text{vorher}}$  auf  $h_{\text{nachher}}$

$$\Rightarrow W = \Delta E = m \cdot g \cdot h_{\text{nachher}} - m \cdot g \cdot h_{\text{vorher}} = m \cdot g \cdot (h_{\text{nachher}} - h_{\text{vorher}}) = m \cdot g \cdot \Delta h = F_G \cdot \Delta h$$

**Beschleunigungsarbeit:** Durch eine Kraft wird die Geschwindigkeit erhöht oder verringert

$$W = \Delta E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{nachher}}^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{vorher}}^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{\text{nachher}}^2 - v_{\text{vorher}}^2)$$

### **Spannarbeit:**

Verformung eines elastischen Körpers (z.B. Feder)

### **Reibungsarbeit:**

Arbeit, die durch die Reibungskraft verrichtet wird.

Falls die Energieänderung durch eine konstante Kraft F entsteht, die längs des Wegabschnitts  $\Delta s$  wirkt, kann die dadurch verrichtete Arbeit W durch die Formel

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

berechnet werden.

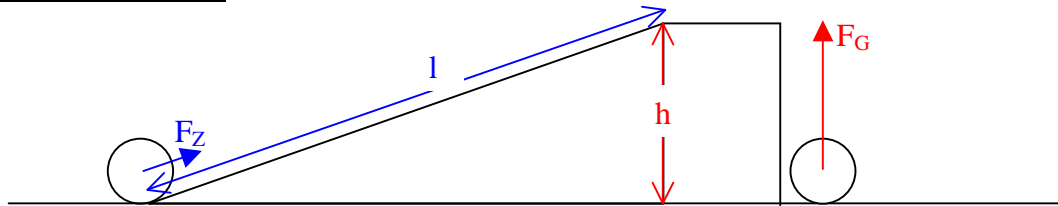
Gegenbeispiel: Spannarbeit (beim Spannen der Feder vergrößert sich die Kraft bei größer werdender Dehnung)

## Energie 4

## Kraftwandler

Kraftwandler ändern das Produkt aus Kraft und Weg nicht, wenn man die Reibung unberücksichtigt lässt.

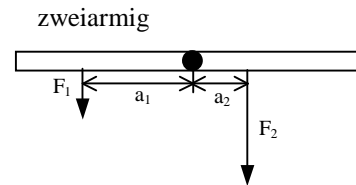
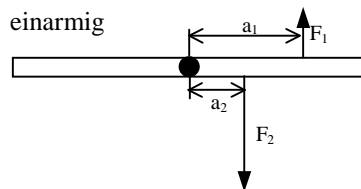
### Beispiel 1: schiefe Ebene:



$$\text{Es gilt: } F_G \cdot h = F_Z \cdot l$$

### Beispiel 2: Hebel

Ein Hebel (einarmig oder zweiarmig) ist im Gleichgewicht, wenn gilt:  $F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$   
 $a_1$  und  $a_2$  sind dabei die zu den angreifenden Kräften gehörenden Hebelarme.



Die Leistung  $P$  (power) ist definiert als Quotient aus der Energieänderung  $\Delta E$  (= verrichtete Arbeit  $W$ ) und der dafür benötigten Zeit  $\Delta t$ .

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{W}{\Delta t}$$

$$[P] = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \text{ W (Watt)} \Rightarrow 1 \text{ J} = 1 \text{ Ws (Wattsekunde)}$$

Der Wirkungsgrad  $\eta$  („eta“) gibt an, welcher Anteil der Energie bei einer Energieumwandlung in nutzbringende (oder gewünschte) Energie umgewandelt wird.

$$\eta = \frac{\Delta E_{\text{Nutz}}}{\Delta E_{\text{gesamt}}} = \frac{W_{\text{Nutz}}}{W_{\text{gesamt}}}$$

$\eta$  ist eine reine Zahl, immer kleiner als 1 und wird meist in % angegeben. (Idealfall:  $\eta = 1$ )

Beispiel: Bei einer Glühlampe werden nur 5% der elektrischen Energie in Lichtenergie (gewünscht) umgewandelt, d.h.  $\eta = 5\%$ .