

## AUFGABEN

FRANZ LEMMERMEYER

- (1) Wandle in die angegebene Einheit um:
- (a)  $120 \text{ cm/s} = \quad \text{m/min}$
  - (b)  $7,2 \text{ km/d (km pro Tag)} = \quad \text{m/min}$
  - (c)  $30 \text{ m/s} = \quad \text{km/h}$
  - (d)  $2,5 \text{ m}^2 = \quad \text{cm}^2$
  - (e)  $8500 \text{ cm}^3 = \quad \text{m}^3$
- (2) Ein Bergsteiger (Masse 75 kg) wandert von seiner 1500 m hoch gelegenen Hütte auf einen 3800 m hohen Gipfel. Die Masse seiner Ausrüstung ist 8 kg.
- a) Wie groß ist das Gewicht des Bergsteigers (in N)?
  - b) Welche Arbeit verrichtet der Bergsteiger?
  - c) Wie groß ist seine Leistung während des sechsstündigen Aufstiegs?
- (3) Um die Feder an einem Spielzeugfrosch zu spannen, braucht man 0,16 J Arbeit. Wie hoch kann der Spielzeugfrosch damit höchstens springen, wenn seine Masse 40 g beträgt?
- (4) Ein überfluteter Keller soll ausgepumpt werden. Man verwendet dazu eine Pumpe aus dem Supermarkt, die 30 Liter Wasser pro Minute herauspumpen kann. Das Wasser muss 3,5 m hoch gepumpt werden. Wie groß ist die Leistung dieser Pumpe?

## LÖSUNGEN

(1) *Wandle in die angegebene Einheit um:*

(a)  $120 \text{ cm/s} = 1,2 \text{ m/s} = 72 \text{ m/min}$

(b)  $7,2 \text{ km/d} = 7200 \text{ m/d} = 300 \text{ m/h} = 5 \text{ m/min}$

(c)  $30 \text{ m/s} = 1800 \text{ m/min} = 1,8 \text{ km/min} = 108 \text{ km/h}$

(d)  $2,5 \text{ m}^2 = 2,5 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} = 25000 \text{ cm}^2$

(e)  $8500 \text{ cm}^3 = 8,5 \text{ dm}^3 = 0,0085 \text{ m}^3$

(2) *Ein Bergsteiger (Masse 75 kg) wandert von seiner 1500 m hoch gelegenen Hütte auf einen 3800 m hohen Gipfel. Die Masse seiner Ausrüstung ist 8 kg.*

a) *Wie groß ist das Gewicht des Bergsteigers (in N)?*

Die Schwerkraft, die auf eine Masse  $m$  wirkt, ist an der Erdoberfläche gleich  $F = mg$ , hier also  $F = 75 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 735 \text{ N}$ .

Beachte, dass die Einheit der Kraft (Newton) die Abkürzung für  $\text{kg m/s}^2$  ist.

b) *Welche Arbeit verrichtet der Bergsteiger?*

Beim Bergsteigen gewinnt er Lageenergie, die er durch die Arbeit seiner Muskeln erbringen muss. Es geht also um  $E_L = mgh$ . Die Gesamtmasse des Bergsteigers ist  $m = 75 \text{ kg} + 8 \text{ kg} = 83 \text{ kg}$ , der Höhenunterschied ist  $h = 3800 \text{ m} - 1500 \text{ m} = 2300 \text{ m}$ , folglich ist

$$E_L = 83 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 2300 \text{ m} \approx 1\,870\,000 \text{ J} \quad (= 1,87 \text{ MJ}).$$

Beachte, dass die Einheit J (Joule) die Abkürzung für  $\text{kg m}^2/\text{s}^2$  ist.

c) *Wie groß ist seine Leistung während des sechsstündigen Aufstiegs?*

Leistung ist der Energieaufwand pro Zeit; hier dauert der Aufsteig sechs Stunden, also  $6 \text{ h} = 21\,600 \text{ s}$ , und damit ist

$$P = \frac{E}{t} = \frac{1\,870\,000 \text{ J}}{21\,600 \text{ s}} \approx 87 \text{ W}.$$

Beachte, dass Watt (W) die Abkürzung für J/s ist.

- (3) *Um die Feder an einem Spielzeugfrosch zu spannen, braucht man 0,16 J Arbeit. Wie hoch kann der Spielzeugfrosch damit höchstens springen, wenn seine Masse 40 g beträgt?*

Beim Eindrücken der Feder bekommt diese eine Spannenergie von 0,16 J, die sie beim Loslassen wieder freigibt. Dann wird sie in Bewegungsenergie und diese wiederum in Lageenergie umgewandelt. Also ist  $E_L = mgh = 0,16 \text{ J}$ .

Dabei ist  $m = 0,04 \text{ kg}$  und  $h = 9,8 \text{ m/s}^2$ , folglich, wenn man die Gleichung durch  $m$  und  $g$  dividiert,

$$h = \frac{0,16 \text{ J}}{0,04 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} \approx 0,41 \text{ m}.$$

Der Spielzeugfrosch springt also etwa 40 cm hoch.

- (4) *Ein überfluteter Keller soll ausgepumpt werden. Man verwendet dazu eine Pumpe aus dem Supermarkt, die 30 Liter Wasser pro Minute herauspumpen kann. Das Wasser muss 3,5 m hoch gepumpt werden. Wie groß ist die Leistung dieser Pumpe?*

1 Liter Wasser hat eine Masse von 1 kg. Es werden also 30 kg Wasser pro Minute hochgepumpt, das sind 0,5 kg pro Sekunde. Dabei muss Lageenergie aufgewendet werden, nämlich  $E_L = 0,5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 3,5 \text{ m} \approx 17 \text{ J}$ , und zwar jede Sekunde. Also ist die Leistung  $P = \frac{17 \text{ J}}{1 \text{ s}} = 17 \text{ W}$ .