

LEISTUNG

FRANZ LEMMERMEYER

Wenn eine Person 400 kg Getränkekisten in einer halben Stunde in den ersten Stock trägt und eine zweite für die gleiche Arbeit eine ganze Stunde braucht, dann haben beide dafür dieselbe Energie aufwenden müssen, nämlich

$$E = mgh = 400 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 3 \text{ m} = 12\,000 \text{ J},$$

wenn ein Stockwerk 3 m hoch ist und wir alles andere vernachlässigen. Allerdings sagt man, die erste Person habe eine größere Leistung erbracht, weil er die gleiche Arbeit in weniger Zeit erledigt hat.

Auch in der Physik ist die Leistung als Energie pro Zeit definiert:

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

(Energieaufwand pro Zeit), oder kurz $P = \frac{E}{t}$.

Die erste Person hat also eine Leistung von

$$P_1 = \frac{12\,000 \text{ J}}{1800 \text{ s}} \approx 6,7 \text{ J/s}$$

erbracht (30 min = 1800 s), die zweite dagegen

$$P_2 = \frac{12\,000 \text{ J}}{3600 \text{ s}} \approx 3,3 \text{ J/s},$$

also nur halb so viel.

Die Einheit der Leistung (Joule pro Sekunde) wird mit Watt abekürzt (nach James Watt, der die Dampfmaschine wesentlich verbessert hat).

Aufgabe: Bitte Buch lesen: Seite 82 und 83.

Aufgaben. Wir beginnen mit zwei Aufgaben aus dem Buch (S. 83).

- (1) Eine LED-Lampe mit einer Leistung von 4 W brennt 10 Minuten lang. Welche Energie verbraucht sie in dieser Zeit?

Hinweis: Die Formel $P = \frac{E}{t}$ muss man nach E auflösen und dann einsetzen. Achtung: Die Zeit muss man natürlich in Sekunden umwandeln.

(Antwort: 2400 J)

- (2) 100-W-Glühlampen und 16-W-LED-Lampen sind gleich hell. Nimm an, die Lampen brennen jeden Tag 4 Stunden lang. Berechne die Energie, die man innerhalb eines Jahres einspart, wenn man die Glühlampe durch die LED-Lampe ersetzt.

Hinweis: Auch hier muss man $P = \frac{E}{t}$ nach E auflösen. Die Zeit (365 Tage lang je 4 h) muss man wieder in Sekunden umwandeln. Dann berechnet man die Energie, welche die 100-W-Glühlampe verbraucht, dann die der LED-Lampe, und zum Schluss die Ersparnis.

(Antwort: 526 MJ bei der Glühlampe, 84 MJ bei der LED-Lampe; Ersparnis also etwa 442 MJ)

- (3) Stromanbieter verkaufen Strom in Kilowattstunden (kWh). Wegen $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ ist ein Joule dasselbe wie eine Wattsekunde.
- (a) Eine Kilowattstunde sind 1000 Wattstunden, und eine Wattstunde sind 3600 Wattsekunden. Wieviel Joule sind also eine kWh?
- (b) Eine kWh kostet derzeit knapp 30 Cent. Wieviel kostet der Strom für die beiden Lampen aus Aufgabe 2)?

(Antwort: 1 kWh = 3,6 MJ; Ersparnis etwa 36,8 Euro)

Wiederholung. Wandle in die angegebene Einheit um:

4 cm/s	1200 m/min	30 Fuß/s
m/min	km/h	m/h

1 Fuß entspricht 30,48 cm.

LÖSUNGEN

- (1) Eine LED-Lampe mit einer Leistung von 4 W brennt 10 Minuten lang. Welche Energie verbraucht sie in dieser Zeit?

Aus $P = \frac{E}{t}$ folgt $E = P \cdot t$. Nun ist $P = 4 \text{ W}$ und $t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$, also

$$E = P \cdot t = 4 \text{ W} \cdot 600 \text{ s} = 2400 \text{ Ws.}$$

Weil $1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$ ist, verbraucht die Lampe 2400 J.

- (2) Die Zeit ist $t = 4 \cdot 365 \cdot 3600 \text{ s} = 5\,256\,000 \text{ s}$. Leistung der beiden Lampen

$$P_1 = 100 \text{ W} \cdot 5\,256\,000 \text{ s} = 525\,600\,000 \text{ J} \approx 526 \text{ MJ},$$

$$P_2 = 16 \text{ W} \cdot 5\,256\,000 \text{ s} = 84\,096\,000 \text{ J} \approx 84,1 \text{ MJ}.$$

Man spart also etwa 442 MJ.

- (3) $1 \text{ kWh} = 1000 \cdot 3600 \text{ Ws} = 3\,600\,000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$. Also sind $526 \text{ MJ} \approx 146 \text{ kWh}$, sowie $84,1 \text{ MJ} \approx 23,4 \text{ kWh}$. Das macht $146 \cdot 0,3 = 43,8$ Euro für die 100-W-Lampe und $23,4 \cdot 0,3 \approx 7$ Euro für die LED-Lampe. Die Ersparnis beträgt also 36,8 Euro.

- (4) Geschwindigkeiten:

$$4 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 4 \frac{\frac{1}{100} \text{ m}}{\frac{1}{60} \text{ min}} = 4 \cdot \frac{60}{100} \frac{\text{m}}{\text{min}} = 2,4 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$1200 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 1,2 \frac{\text{km}}{\text{min}} = 1,2 \cdot 60 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$30 \frac{\text{Fuß}}{\text{s}} = 30 \frac{30,48 \text{ cm}}{\text{s}} = 914,4 \frac{\frac{1}{100} \text{ m}}{\frac{1}{3600} \text{ h}} \approx 3300 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$