

Aufgaben zu Arbeit und Leistung

1. Die Tagesschau meldet, ein neues Kraftwerk könne 600 Millionen kWh abgeben. In der Presse steht, es habe ein Leistung von 600 Millionen Watt (600 MW).

Wie lange „lebte“ das Kraftwerk, wenn diese beiden Angaben stimmen würden?
Wo steckt der Fehler?

2. Ein Autoakku hat eine sog. „Kapazität“ von 75 Ah (Ampere-Stunden; 1 Ah bedeutet, dass z.B. 1 h lang Strom der Stärke 1 A fließt).

a) Welche Ladung fließt, bis der Akku „leer“ ist?

b) Welche Arbeit wird frei, wenn die Spannung 12 V beträgt?

c) Was kostet das Aufladen, wenn man Verlust nicht berücksichtigt? (0,10 €/kWh)

3. Ein Vertreter bietet Ihnen einen elektrischen Durchlauferhitzer an, der 8 l heißes Wasser pro Minute liefern soll. Der Hauptvorteil sei, dass Sie nicht einmal Ihre 10-A-Sicherung auswechseln brauchen.

Kaufen Sie das Gerät oder werfen Sie den Kerl hinaus? (Beides mit physikalischer Begründung)

4. [Oskar-von-Miller-Gedenkaufgabe](#)

Es ist nun mehr als 100 Jahre her, dass Oskar von Miller, Gründer des Deutschen Museums, die erste Fernübertragung elektrischer Energie 1882 in Betrieb nahm. In Miesbach (57 km von München) trieb eine Dampfmaschine einen 1400 V-Generator an, der 1,5 PS elektrischer Leistung in eine Leitung aus zwei Kupferdrähten einspeiste.

Im Münchner Glaspalast wurde mit der übertragenen Energie ein künstlicher Wasserfall von 2 m Höhe betrieben. In der Leitung ging ein Drittel der eingespeisten Leistung verloren.

a) Machen Sie nähere Angaben über den Wasserfall: Welche Größen können Sie aus den Angaben erschließen? Die übrigen Größen kombinieren Sie sinnvoll.

b) Machen Sie nähere Angaben über die Leitungsdrähte.

c) Die Übertragungsverluste sind heute nicht mehr so hoch? Wie erreicht man das? Begründen Sie, warum diese Maßnahme hilft.

Lösungen

1. 600 Millionen kWh wäre die insgesamt abgebbare Energie, bei einer Leistung von 600 Millionen W wäre diese Energie in $1000 \text{ h} = 42 \text{ Tage}$ verbraucht. Der Fehler steckt bei der Tagesschau.

2.

Geg.:		ges.:	
-------	--	-------	--

Lösung:	<p>a) Elektrischer Strom sind fließende elektrische Ladungen. Die Stromstärke ist die Anzahl der Ladungen, die pro Sekunde durch den Querschnitt des Leiters fließen. 75 Ah bedeutet also 75 C/s in einer Stunde. Das sind dann</p> $75 \text{ Ah} = 75 \frac{\text{C}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ h} = 75 \frac{\text{C}}{\text{s}} \cdot 3600 \text{ s} = 270000 \text{ C}$ <p>b)</p> $W = U \cdot Q$ $W = 12 \text{ V} \cdot 270000 \text{ C}$ $W = 3,24 \cdot 10^6 \text{ J}$ $W = 3,24 \cdot 10^6 \text{ Ws}$ $W = 3,24 \cdot 10^3 \text{ kWh}$ $W = 0,9 \text{ kWh}$ <p>c) Das Aufladen der Batterie kostet 0,09 €.</p>
---------	---

3. Man werfe den Kerl hinaus.

geg.:	$m = 8 \text{ kg}$ $t = 60 \text{ s}$ $\Delta T = 60 \text{ K}$ $I = 10 \text{ A}$ $U = 230 \text{ V}$	ges.:	
Lösung:	<p>1. Welche Energie (Wärme) ist notwendig, um die angegebene Wassermenge um z.B. 60 K zu erwärmen (von 15°C auf 75°C) ?</p> $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = 8 \text{ kg} \cdot 4,19 \frac{\text{kJ} \cdot \text{kg}}{\text{K}} \cdot 60 \text{ K}$ $Q = 2 \text{ MJ}$ <p>2. Welche elektrische Energie kann die Leitung bei maximal 10 A liefern?</p> $E = P \cdot t$ $E = U \cdot I \cdot t$ $E = 230 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} \cdot 60 \text{ s}$ $E = 138 \text{ kJ}$ $E = 0,14 \text{ MJ}$ <p>Mit dieser Energie kann man die 8l Wasser um gerade 4 K erwärmen.</p>		
Antwort:	Es ist mit den angegebenen Werten nicht möglich, das Wasser in dieser kurzen Zeit zu erwärmen.		

4.

Geg.:	$l=114 \text{ km}$ $U=1400 \text{ V}$ $P=1,5 \text{ PS}$ $\rho=0,017 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ $h=2 \text{ m}$	ges.:	
-------	---	-------	--

Lösung:

Der Leistung von 1,5 PS entsprechen 1,1 kW. Davon gehen ein Drittel verloren, so dass nur noch 0,73 kW zur Verfügung stehen.

a) Angaben zum Wasserfall

Wieviel Wasser kann man in einer Sekunde mit der zur Verfügung stehenden Leistung hochheben (und dann im Wasserfall wieder nach unten fallen lassen)?

$$P = \frac{W}{t} \text{ und } W = m \cdot g \cdot h$$

$$P = \frac{m \cdot g \cdot h}{t}$$

$$m = \frac{P \cdot t}{g \cdot h}$$

$$m = 37,2 \text{ kg}$$

$$V = 37,2 \text{ l}$$

Über die Gesetze des freien Falls kommt man auf eine Fallzeit von 0,64 s und das Wasser kommt mit einer Geschwindigkeit von 6,3 m/s unten an.

b) Eine Angabe zur Dicke des Drahtes kann man machen, wenn man den Gesamtwiderstand der Leitung kennt. Den kann man über die Verlustleistung in der Leitung berechnen. Dazu wird der Draht als ein Widerstand betrachtet, in dem ein Drittel der gesamten Leistung in Wärme umgewandelt wird.

1) Zuerst muß der Strom in der Leitung berechnet werden. Auch das geht über die Leistungsformel, nur muss hier die gesamte umgesetzte Leistung eingesetzt werden. (Reihenschaltung von Widerständen, der Strom ist an allen Stellen gleich)

$$P = U \cdot I$$

$$I = \frac{P}{U}$$

$$I = \frac{1,1 \text{ kW}}{1400 \text{ V}}$$

$$I = 0,79 \text{ A}$$

2. Widerstand der Leitung

$$R = \frac{U}{I} \text{ und } U = \frac{P}{I}$$

$$R = \frac{P}{I^2}$$

$$R = \frac{0,37 \text{ kW}}{(0,79 \text{ A})^2}$$

$$R = 593 \Omega$$

3. Querschnitt der Leitung

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

$$A = \frac{\rho \cdot l}{R}$$

$$A = 3,27 \text{ mm}^2$$

4. Dicke des Drahtes

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

$$d = 2 \text{ mm}$$

c) Heute wird mit einer wesentlich höheren Spannung gearbeitet. Dadurch ist die Stromstärke kleiner. Der Verlust ist proportional zum Quadrat der Stromstärke.

Antwort:	a) Pro Sekunde werden 37,2 Liter Wasser gehoben. (Und fallen dann nach unten). Die Fallzeit beträgt 0,64 s, das Wasser kommt mit einer Geschwindigkeit von 6,3 m/s unten an. b) Dicke des Drahtes: 2 mm c) Deutlich höhere Spannung
----------	---