

## Übungen (E2)

- 1) Ein Heizofen hat bei 220 V einen Anschlusswert von 1 kW. (Was bedeutet das?)
  - a) Wie groß sind Stromstärke und Widerstand? Wieviel Energie gibt er in 1 h ab?
  - b) Derselbe Heizofen wird an 110 V angeschlossen, welche Leistung hätte er dann (gleicher Widerstand vorausgesetzt)?
- 2) In einer Spülmaschine wird das Wasser durch eine elektrische Heizspirale erwärmt.
  - a) Welche Leistung muss diese Heizspirale haben, um 10 l Wasser in 15 Minuten von 15 °C auf 65 °C zu erwärmen?
  - b) Bestimmen Sie die Stromstärke in der Heizspirale.
  - c) An demselben Stromkreis soll gleichzeitig eine Bügelmaschine mit  $P = 2 \text{ kW}$  Leistung betrieben. Ist dies bei einem mit 16 A abgesicherten Stromkreis möglich?
- 3) Ein Tauchsieder hat bei 220 V die Leistung 300 W.
  - a) Wie groß ist sein Widerstand?
  - b) Wie lange muss er in Betrieb sein, um 2 l Wasser von 20 °C auf 80 °C zu erwärmen?
  - c) Wie ändern sich diese Werte, wenn man zwei solcher Tauchsieder an 220 V in Reihe schaltet?
  - d) Diskutieren Sie auch den Fall der Parallelschaltung. Welcher der beiden Fälle c)/d) ist in einem Normalhaushalt realisierbar?
- 4)
  - a) Wiederholen Sie den im Unterricht besprochenen Zusammenhang zwischen Leistung  $P$  und Spannung  $U$  bei konstantem Widerstand sowie zwischen Leistung  $P$  und Widerstand  $R$  bei konstanter Spannung  $U$ .
  - b) Formulieren und begründen Sie entsprechende Abhängigkeiten zwischen  $P$  und  $R$  bzw.  $I$ .
- 5) Eine Lautsprecherbox mit  $R = 8 \Omega$  Widerstand wird unmittelbar an einen Verstärker angeschlossen. Am Verstärkerausgang herrscht dabei eine Spannung  $U = 10 \text{ V}$ .
  - a) Berechnen Sie die Leistung der Box.  
Nun wird die Box über ein 2-adriges 5 m langes Kupferkabel mit dem Querschnitt  $A = 0,1 \text{ mm}^2$  an den Verstärker angeschlossen.
  - b) Berechnen Sie den Widerstand der beiden 5 m langen Zuleitungskabel.
  - c) Ermitteln Sie den Gesamtwiderstand aus Kabel und Box.
  - d) Berechnen Sie die Leistung, die die Box jetzt noch hat.
- 6) In einem Heizkissen kann man einen Widerstand von  $800 \Omega$  allein oder zwei solche hintereinander bzw. parallel an 220 V legen. Welche dieser drei Schaltungen ergibt eine „schwache“, welche eine „mittlere“, welche eine „starke“ Heizleistung? Wie groß sind die Leistungen in diesen drei Stufen?
- 7)
  - a) Man schaltet 3 Geräte, deren Widerstände sich wie 1:4:5 verhalten, parallel an die gleiche Spannung. Wie verhalten sich die Leistungen?
  - b) Man schaltet die 3 Geräte in Reihe. Wie verhalten sich ihre Leistungen?

---

spezifische Wärmekapazität von Wasser:  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$ ,

spez. Widerstand von Kupfer:  $\rho_{\text{Cu}} = 0,016 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$ .

## Übungen (E2) — Lösungen

- 1) a) Die Stromstärke ist  $I = P/U = 1000 \text{ W}/220 \text{ V} \approx 4,5 \text{ A}$  und der Widerstand ist

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U}{P/U} = \frac{U^2}{P} = \frac{(220 \text{ V})^2}{1000 \text{ W}} \approx 48,4 \Omega.$$

Die abgegebene Energie beträgt  $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3600000 \text{ J}$ .

b) Bei unverändertem Widerstand sinkt die Stromstärke mit der Spannung auf die Hälfte, die Leistung  $P = U \cdot I$  reduziert sich daher auf ein Viertel, also  $250 \text{ W}$ .

- 2) a) Wir berechnen zunächst den Energiebedarf:

$$W = c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m \cdot \Delta\vartheta = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \cdot 10 \text{ kg} \cdot 50 \text{ K} = 2095 \text{ kJ}$$

und damit die Leistung

$$P = \frac{W}{t} = \frac{2095 \text{ J}}{15 \cdot 60 \text{ s}} = 2,33 \text{ kW}.$$

- b) Um diese Leistung zu erzielen, muss ein Strom der Stärke

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2,33 \text{ kW}}{220 \text{ V}} = 10,58 \text{ A}$$

fließen.

- c) Für die Bügelmaschine wird eine zusätzliche Stromstärke

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2000 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 9,09 \text{ A}$$

benötigt. Damit wird die zulässige Stromstärke von  $16 \text{ A}$  überschritten: Die Sicherung unterbricht den Stromkreis.

- 3) a) Bei einer Leistung von  $P = 300 \text{ W}$  und einer Spannung von  $U = 220 \text{ V}$  fließt ein Strom der Stärke  $I = P/U = 300 \text{ W}/220 \text{ V} \approx 1,36 \text{ A}$ . Der Widerstand ist dann

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U}{P/U} = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{300} \Omega \approx 161,3 \Omega.$$

- b) Zur Erwärmung des Wassers (Dichte  $\rho = 1 \text{ kg/l}$ , spez. Wärmekapazität  $c = 4,19 \text{ kJ/kg K}$ ) benötigt man die Energie

$$W = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \cdot 2 \text{ kg} \cdot 60 \text{ K} = 502,8 \text{ kJ}.$$

Aus  $P = W/t$  berechnet man die nötige Aufheizzeit

$$t = \frac{W}{P} = \frac{502,8 \text{ kJ}}{300 \text{ W}} = 1676 \text{ s} = 27 \text{ min } 56 \text{ s}.$$

c) Bei zwei in Reihe geschalteten Tauchsiedern verdoppelt sich der Widerstand, halbiert sich die Stromstärke, so dass beide Tauchsieder zusammen die *halbe* Leistung haben! Die Aufheizzeit verdoppelt sich.

d) Bei Parallelschaltung liegt an beiden Tauchsiedern die gleiche Spannung, es fließt also derselbe Strom, so dass jeder die volle Leistung von 300 W abgibt. Insgesamt steht also die doppelte Leistung zur Verfügung und die Aufheizzeit halbiert sich. Dieser letztere Fall ist im Haushalt realisierbar: In Mehrfachsteckdosen sind die einzelnen Anschlüsse *parallel* geschaltet.

4) a) Es gilt  $P = U \cdot I = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$ , also:

$$R \text{ konstant} \implies P \sim U^2,$$

$$U \text{ konstant} \implies P \sim \frac{1}{R}, \text{ d. h. } P \text{ umgekehrt proportional zu } R.$$

Da bei parallel geschalteten Widerständen die anliegende Spannung gleich ist, ergibt sich aus der zweiten Beziehung:

Die Leistungen parallel geschalteter Verbraucher verhalten sich *umgekehrt* wie deren Widerstände.

b) Wieder gehen wir von  $P = U \cdot I$  aus und eliminieren  $U$ :  $P = U \cdot I = IR \cdot I = I^2 \cdot R$ , also

$$R \text{ konstant} \implies P \sim I^2,$$

$$I \text{ konstant} \implies P \sim R.$$

Da bei in Reihe geschalteten Verbrauchern der durchfließende Strom gleich ist, ergibt die zweite Beziehung:

Die Leistungen in Reihe geschalteter Verbraucher verhalten sich wie deren Widerstände.

5) a) Es ist  $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = \frac{100}{8} \text{ W} = 12,5 \text{ W}$ .

b) Für die beiden 5 m langen Kupferkabel erhalten wir zusammen

$$R_K = \rho_{\text{Cu}} \cdot \frac{l}{A} = 0,016 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{10 \text{ m}}{0,1 \text{ mm}^2} = 1,6 \Omega.$$

c) Dadurch steigt der Widerstand auf  $R_g = R_B + R_K = 9,6 \Omega$ .

d) Da die Stromstärke auf

$$I = \frac{U}{R_g} = \frac{10 \text{ V}}{9,6 \Omega} = 1,04 \text{ A}$$

sinkt, erhält man nun als Leistung der Box

$$P = I^2 \cdot R_B = (1,04 \text{ A})^2 \cdot 8 \Omega = 8,68 \text{ W}.$$

6) Die Widerstände der drei Schaltungen betragen  $800 \Omega$ ,  $1600 \Omega$  und  $400 \Omega$ : Da nämlich die parallel geschalteten Widerständen gleich groß sind, fließt durch sie (bei

unveränderter Spannung) derselbe Strom, insgesamt verdoppelt sich also die Stromstärke und der Widerstand halbiert sich.

Bei fester Spannung sind Stromstärke und Widerstand *umgekehrt* proportional, bei Halbierung des Widerstandes verdoppelt sich also die Stromstärke und damit die Leistung. Folglich ist die erste Schaltung als mittel zu bezeichnen, während die Reihenschaltung schwache und die Parallelschaltung starke Heizwirkung hat.

Bei  $U = 220\text{ V}$  ergibt sich als Stromstärke  $I = U/R$  und als Leistung  $P = U \cdot I = U^2/R$ . Die drei Leistungswerte sind daher (in der Reihenfolge der genannten Schaltungen)

$$P_1 = \frac{220^2}{800}\text{ W} = 60,5\text{ W}, \quad P_2 = 30,25\text{ W}, \quad P_3 = 121\text{ W}.$$

- 7) a) Bei konstanter Spannung sind Leistung und Widerstand *umgekehrt* proportional, also verhalten sich die Leistungen wie

$$1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{5} = 20 : 5 : 4.$$

- b) Bei Reihenschaltung ist die Stromstärke in allen Geräten dieselbe und die Leistung proportional zum Widerstand (siehe Aufgabe 4). Damit verhalten sich die Leistungen auch wie 1:4:5.