

Die Leistung eines Gleichstromes ist das Produkt aus Spannung und durch den Verbraucher fließenden Strom. Die Einheit der Leistung ist das Watt (W).

$P$ Leistung	$[P] = V \cdot A = W$	$P = U \cdot I$	$P = \frac{U^2}{R}$	$P = I^2 \cdot R$
$U$ Spannung				
$I$ Stromstärke				
$R$ Widerstand		$1 W = 1 V \cdot 1 A$	$1 W = \frac{1 V^2}{1 \Omega}$	$1 W = 1 A^2 \cdot 1 \Omega$

Mehrere Verbraucher lassen sich durch einen Ersatzverbraucher darstellen. Die Ersatzleistung ist die Summe der Einzelleistungen. Die Formeln gelten auch bei Wechselstrom, wenn elektrische Leistung nur in Wärmeleistung umgesetzt wird.

**Beispiel 1:** Durch einen Verbraucher fließt bei einer Spannung von 230 V ein Strom von 0,5 A. Wie groß ist die Leistung?

**Lösung:**  $P = U \cdot I = 230 V \cdot 0,5 A = 115 W$

**Beispiel 2:** Eine Glühlampe trägt die Aufschrift 230/75 W. Wie groß ist der Nennstrom der Lampe?

**Lösung:**  $P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{75 W}{230 V} = 0,326 A$

1. Eine Glühlampe für 6 V hat eine Stromaufnahme von 0,3 A. Berechnen Sie die aufgenommene Leistung!
2. Ein Fahrraddynamo trägt die Aufschrift 6 V 3 W. Welcher Nennstrom kann geliefert werden?
3. Eine Glühlampe hat die Leistung 100 W bei 230 V. a) Wie groß ist dabei der Nennstrom? b) Wie groß ist dabei ihr Widerstand?
4. Ein Tauchsieder hat bei 230 V eine Leistung von 1000 W. a) Wie groß ist dabei sein Strom? b) Wie groß ist sein Widerstand?
5. Ein Widerstand hat die Daten 10 k $\Omega$  1 W. a) Welche Spannung darf an den Widerstand gelegt werden? b) Wie groß ist die höchstzulässige Stromstärke?
6. Durch einen Widerstand 2,7 k $\Omega$  soll ein Strom von 12 mA fließen. a) Für welche Leistung muß der Widerstand bemessen sein? b) Wie groß ist der Spannungsabfall am Widerstand?
9. Bei einem Kraftfahrzeug ist die Beleuchtung eingeschaltet: Abblendlicht zweimal 40 W, Standlicht zweimal 4 W, Schlußlicht zweimal 5 W, Kennzeichenleuchte 10 W. Wie groß ist die Gesamtstromstärke bei einer Spannung von 12 V?
10. Bei einem Kraftfahrzeug hat die Beleuchtungsanlage bei eingeschaltetem Fernlicht eine Leistung von 120 W. Der Ladestrom der Batterie beträgt 6 A bei einer Lichtmaschinen-spannung von 13 V. Welche Leistung muß die Lichtmaschine aufbringen?
11. Der Anlasser eines Pkw hat eine Leistungsaufnahme von 1450 W. Wie groß ist der Anlasserstrom bei einer Betriebsspannung von 9,5 V?
12. Ein Pkw-Anlasser nimmt bei 10 V Spannung einen Strom von 160 A auf. Wie groß ist die aufgenommene Leistung?
13. An eine Verlängerungsleitung mit dem Widerstand 0,1  $\Omega$  wird ein Heizofen 230 V 2000 W angeschlossen. Berechnen Sie a) den Leistungsverlust, b) den Spannungsabfall in der Leitung!

Unter der elektrischen Arbeit versteht man das Produkt aus elektrischer Leistung mal Zeit. Die elektrische Arbeit hat dieselbe Einheit wie die mechanische Arbeit.

$W$  Elektrische Arbeit  
 $P$  Leistung  
 $t$  Zeit

$[W] = W \cdot s = Ws = J$   
 $[W] = kW \cdot h = kWh$   
 $1 kWh = 3,6 MWh$

$$W = P \cdot t$$

$$W = U \cdot I \cdot t$$

**Beispiel 1:** Eine Glühlampe mit einer Leistung von 60 W wird 10 Stunden betrieben. Wie groß ist die Arbeit?

**Lösung:**  $W = P \cdot t = 60 W \cdot 10 h = 600 Wh = 0,6 kWh$

**Beispiel 2:** Ein elektrischer Heizofen hat eine Leistung von 2 kW. Wie lange kann der Ofen in Betrieb sein, bis die Arbeit 10 kWh beträgt?

**Lösung:**  $W = P \cdot t \Rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{10 kWh}{2 kW} = 5 h$

**Beispiel 3:** Durch einen Widerstand fließt bei einer Spannung von 230 V der Strom 0,75 A. Berechnen Sie die in einer Stunde verbrauchte elektrische Arbeit!

**Lösung:**  $W = U \cdot I \cdot t = 230 V \cdot 0,75 A \cdot 1 h = 173 Wh = 0,173 kWh$

1. Ein Heizlüfter hat eine Leistung von 2000 W. Berechnen Sie die aufgenommene Arbeit bei 4 Stunden Betriebszeit!

2. Eine Elektrokoachplatte hat eine Leistung von 2 kW. Berechnen Sie die Arbeit bei einer Betriebszeit von 2 Stunden!

3. In einer Wohnung sind 6 Glühlampen zu je 60 W und zwei Glühlampen zu je 100 W durchschnittlich 4 Stunden je Tag in Betrieb. Berechnen Sie den Verbrauch elektrischer Energie für 30 Tage!

4. Eine Christbaumbeleuchtung besteht aus 40 Glühlampen zu je 25 W. Sie sind 30 Tage lang durchschnittlich 6 Stunden pro Tag eingeschaltet. Berechnen Sie die Arbeit!

5. Ein Elektrokochtopf nimmt die Leistung von 800 W auf. Wie groß ist die in 4 Minuten aufgenommene Arbeit?

6. Ein Durchlauferhitzer hat eine aufgenommene Leistung von 18 kW. Nach welcher Betriebszeit wurden 10 kWh aufgenommen?

9. Ein Schmelzofen in einem Aluminiumwerk hat bei 6 V Betriebsspannung eine Stromaufnahme von 50000 A. Wie groß ist die elektrische Arbeit an einem Tag (24 h)?

10. Ein Aluminiumwerk verbraucht in 8 Öfen täglich (24 h) die elektrische Energie von 72000 kWh. Welcher Strom fließt durchschnittlich durch jeden Ofen bei einer Betriebsspannung von 6 V?

13. Der Anlasser eines Pkw nimmt bei 10 V Betriebsspannung einen Strom von 160 A auf. Berechnen Sie die Arbeit, die vom Akkumulator abgegeben wird, wenn die Betriebszeit 20 s beträgt!

14. Die Beleuchtungsanlage eines Pkw nimmt bei 12 V Betriebsspannung einen Strom von 11 A auf. Wie groß ist die elektrische Arbeit während einer vierstündigen Nachtfahrt?

17. In Schaltung **Bild 123/1** sind die Schalter Q1 und Q2 eine Stunde lang geschlossen. Bestimmen Sie die Arbeit, die in R1 und R2 in Wärme umgewandelt wird!

18. Wie lange müssen die Schalter Q1, Q2 und Q3 in Schaltung **Bild 123/1** schließen, damit die Arbeit 2 kWh verbraucht wird?

19. Wie groß muß der Widerstand R2 in der Schaltung **Bild 123/2** sein, damit in einer Stunde die elektrische Arbeit 1,5 kWh aufgenommen wird?

20. Die Schaltung **Bild 123/2** soll in 2 Stunden die Arbeit 1,5 kWh aufnehmen. Wie groß muß der Widerstand R2 sein?

21. Das Meßwerk des Spannungsmessers in **Bild 123/3** hat einen Meßwerkwiderstand von 50  $\Omega$  und den Meßbereich 100 mV. Das Instrument soll zusammen mit einem Vorwiderstand  $R_V$  als Spannungsmesser für 250 V Meßbereich verwendet werden. a) Welche Wärme wird im Meßwerk und im Vorwiderstand je Sekunde frei, wenn 240 V angezeigt werden? b) Wie groß ist die Energieaufnahme des Spannungsmessers in einem Jahr (365 Tage) bei einer durchschnittlichen Anzeige von 220 V?

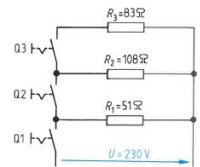


Bild 123/1

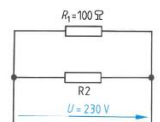


Bild 123/2

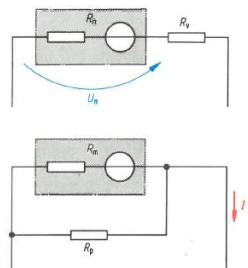


Bild 123/3

## Ergebnisse:

$$102/1. \quad P = U \cdot I = 6 \text{ V} \cdot 0,3 \text{ A} = \mathbf{1,8 \text{ W}}$$

$$102/2. \quad P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{3 \text{ W}}{6 \text{ V}} = \mathbf{0,5 \text{ A}}$$

$$102/3. \quad \text{a) } P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{100 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \mathbf{0,43 \text{ A}}$$

$$\text{b) } P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2 \text{ V}^2}{100 \text{ W}} = \mathbf{529 \Omega}$$

$$102/4. \quad \text{a) } P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{1000 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \mathbf{4,35 \text{ A}}$$

$$\text{b) } P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2 \text{ V}^2}{1000 \text{ W}} = \mathbf{52,9 \Omega}$$

$$102/5. \quad \text{a) } P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow U = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{10000 \Omega \cdot 1 \text{ W}} = \mathbf{100 \text{ V}}$$

$$\text{b) } P = I^2 \cdot R \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{1 \text{ W}}{10000 \Omega}} = \mathbf{0,01 \text{ A}}$$

$$102/6. \quad \text{a) } P = I^2 \cdot R = (12 \text{ mA})^2 \cdot 2,7 \text{ k}\Omega = \mathbf{0,389 \text{ W}}$$

$$\text{b) } U = I \cdot R = 12 \text{ mA} \cdot 2,7 \text{ k}\Omega = \mathbf{32,4 \text{ V}}$$

$$102/9. \quad P_{\text{ges}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 2 \cdot 40 \text{ W} + 2 \cdot 4 \text{ W} + 2 \cdot 5 \text{ W} + 10 \text{ W} = 108 \text{ W}$$

$$I_{\text{ges}} = \frac{P_{\text{ges}}}{U} = \frac{108 \text{ W}}{12 \text{ V}} = \mathbf{9 \text{ A}}$$

$$102/10. \quad P_2 = U \cdot I = 13 \text{ V} \cdot 6 \text{ A} = 78 \text{ W}; \quad P = P_1 + P_2 = 120 \text{ W} + 78 \text{ W} = \mathbf{198 \text{ W}}$$

$$103/11. \quad P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{1450 \text{ W}}{9,5 \text{ V}} = \mathbf{152,6 \text{ A}}$$

$$103/12. \quad P = U \cdot I = 10 \text{ V} \cdot 160 \text{ A} = \mathbf{1600 \text{ W}}$$

$$103/13. \quad \text{a) } P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{2000 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \mathbf{8,70 \text{ A}}$$

$$P_V = I^2 \cdot R = 8,70^2 \text{ A}^2 \cdot 0,1 \Omega = \mathbf{7,56 \text{ W}}$$

$$\text{b) } U_V = I \cdot R = 8,70 \text{ A} \cdot 0,1 \Omega = \mathbf{0,870 \text{ V}}$$

$$122/1. \quad W = P \cdot t = 2000 \text{ W} \cdot 4 \text{ h} = 8000 \text{ Wh} = \mathbf{8 \text{ kWh}}$$

$$122/2. \quad W = P \cdot t = 2 \text{ kW} \cdot 2 \text{ h} = \mathbf{4 \text{ kWh}}$$

$$122/3. \quad W = P \cdot t = (6 \cdot 60 \text{ W} \cdot 4 \text{ h} + 2 \cdot 100 \text{ W} \cdot 4 \text{ h}) \cdot 30 = 67200 \text{ Wh} = \mathbf{67,2 \text{ kWh}}$$

$$122/4. \quad W = P \cdot t = 40 \cdot 25 \text{ W} \cdot 30 \cdot 6 \text{ h} = 180000 \text{ Wh} = \mathbf{180 \text{ kWh}}$$

$$122/5. \quad W = W_{\text{zu}} = P \cdot t = 800 \text{ W} \cdot 4 \text{ min} = \mathbf{192000 \text{ Ws}}$$

$$122/6. \quad W = P \cdot t \Rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{10 \text{ kWh}}{18 \text{ kW}} = 0,56 \text{ h} = \mathbf{33 \text{ min } 36 \text{ s}}$$

$$122/9. \quad W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t = 6 \text{ V} \cdot 50000 \text{ A} \cdot 24 \text{ h} = \mathbf{7200 \text{ kWh}}$$

$$122/10. \quad W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t \Rightarrow I = \frac{W}{U \cdot t} = \frac{72000 \text{ kWh}}{8 \cdot 6 \text{ V} \cdot 24 \text{ h}} = \mathbf{62500 \text{ A}}$$

$$122/13. \quad W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t = 10 \text{ V} \cdot 160 \text{ A} \cdot 20 \text{ s} = \mathbf{32000 \text{ Ws}}$$

$$122/14. \quad W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t = 12 \text{ V} \cdot 11 \text{ A} \cdot 4 \text{ h} = 528 \text{ Wh} = \mathbf{0,528 \text{ kWh}}$$

$$123/17. \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{51 \Omega \cdot 108 \Omega}{51 \Omega + 108 \Omega} = \mathbf{34,6 \Omega}$$

$$W = P \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t = \frac{(230 \text{ V})^2}{34,6 \Omega} \cdot 1 \text{ h} = 1529 \text{ Wh} \approx \mathbf{1,5 \text{ kWh}}$$

$$123/18. \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{51 \Omega} + \frac{1}{108 \Omega} + \frac{1}{83 \Omega} = 0,0409 \text{ S}$$

$$R = \mathbf{24,44 \Omega}$$

$$W = P \cdot t \Rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{W}{\frac{U^2}{R}} = \frac{W \cdot R}{U^2} = \frac{2 \text{ kWh} \cdot 24,44 \Omega}{(230 \text{ V})^2} = \mathbf{3326 \text{ s} \approx 55 \text{ min.}}$$

$$123/19. \quad W = P \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t \Rightarrow R = \frac{U^2 \cdot t}{W} = \frac{(230 \text{ V})^2 \cdot 1 \text{ h}}{1,5 \text{ kWh}} = \mathbf{35,27 \Omega}$$

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{R \cdot R_1}{R_1 - R} = \frac{32,27 \Omega \cdot 100 \Omega}{100 \Omega - 32,27 \Omega} = \mathbf{54,48 \Omega}$$

$$123/20. \quad W = P \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t \Rightarrow R = \frac{U^2 \cdot t}{W} = \frac{(230 \text{ V})^2 \cdot 2 \text{ h}}{1,5 \text{ kWh}} = \mathbf{70,53 \Omega}$$

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{R \cdot R_1}{R_1 - R} = \frac{70,53 \Omega \cdot 100 \Omega}{100 \Omega - 70,53 \Omega} = \mathbf{239,4 \Omega}$$

$$123/21. \quad \text{a) } I = \frac{U}{R} = \frac{100 \text{ mV}}{50 \Omega} = 0,002 \text{ A} = \mathbf{2 \text{ mA}}$$

$$R_{\text{ges}} = R_m + R_v = \frac{250 \text{ V}}{0,002 \text{ A}} = \mathbf{125000 \Omega}$$

$$W = \frac{U^2}{R} t = \frac{(240 \text{ V})^2}{125000 \Omega} \cdot 1 \text{ s} = \mathbf{0,461 \text{ Ws}}$$

$$\text{b) } W = \frac{U^2}{R} t = \frac{(220 \text{ V})^2}{125000 \Omega} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 12210740 \text{ Ws} \approx \mathbf{3,4 \text{ kWh}}$$