

# Prüfungsvorbereitung Physik: Elektrischer Strom

Alle Grundlagen aus den vorhergehenden Prüfungen werden vorausgesetzt.  
Das heisst: **Gut repetieren!**

Theoriefragen: Diese Begriffe müssen Sie auswendig in ein bis zwei Sätzen erklären können.

- Elektrischer Strom
- Wozu verwenden wir den elektrischen Strom?
- Unter welchen Bedingungen fliesst ein Strom?
- Energieeinheiten: Nennen Sie drei Einheiten für Energie  
Wofür verwendet man die verschiedenen Energieeinheiten?  
Wie rechnet man die verschiedenen Energieeinheiten ineinander um?
- Parallelschaltung/Serieschaltung
- Gleichstrom/Wechselstrom
- Stromstärke
- Spannung
- Widerstand
- Wovon hängt der elektrische Widerstand ab?
- Kennlinie
- Nennen Sie die drei Wirkungen des elektrischen Stroms
- Welche Regeln gelten bezüglich Spannung und Stromstärke in der Parallelschaltung?
- Welche Regeln gelten bezüglich Spannung und Stromstärke in der Serieschaltung?
- Wie schliesst man ein Ampèremeter an? Wie schliesst man ein Voltmeter an?
- Ab welcher Stromstärke (bei welcher Einwirkungsdauer) führt ein Stromunfall häufig zum Tod?
- Welche Schutzvorrichtungen gegen Stromunfälle gibt es? Wen/was schützen sie? Wie schützen sie?
- Was versteht man unter einem Kurzschluss? Was geschieht bei einem Kurzschluss mit der Stromstärke?

Physikalische Grössen: Diese physikalischen Grössen müssen Sie kennen, mit Symbolen und Einheiten.

	Symbol	Einheit		Symbol	Einheit
Ladung			Stromstärke		
Spannung			Widerstand		
spezifischer elektrischer Widerstand			Elektrische Feldstärke		
Arbeit			Energie		
Kraft			Zeit		
Leistung			Temperatur in °C		
Temperatur in K			Temperaturkoeffizient des el. Widerstandes		

### Fähigkeiten:

- Formeln umformen, Zahlenwerte mit Einheiten einsetzen und ausrechnen
- Mit Diagrammen umgehen
- Elektrische Feldlinienbilder interpretieren und zeichnen können
- Elektrische Schaltpläne interpretieren und zeichnen können
- Joule in Elektronvolt umwandeln können und umgekehrt
- Joule in Kilowattstunden umwandeln können und umgekehrt

Erlaubte Hilfsmittel: einfacher Taschenrechner (ohne CAS), «Formeln, Tabellen, Begriffe», Formelblatt («Spick», A5 beidseitig beschrieben). An der Prüfung erhalten Sie ein kleines Blatt mit einer Liste von Schaltzeichen.

### Übungsaufgaben:

#### **Alle Arbeitsblätter sowie Aufgabenblätter A6 bis A11**

#### **Aufgaben und Informationen im Internet**

[www.leifiphysik.de](http://www.leifiphysik.de) → Inhalt nach Gebieten → Elektrizität

Elektrischer Stromkreis (7), Stromgrössen (7), Arbeit und Leistung (7), Stromstärke (10), Spannung (10), Widerstand (10), Elektrische Schaltungen (10), Arbeit und Leistung (10),

#### **Weitere Aufgaben**

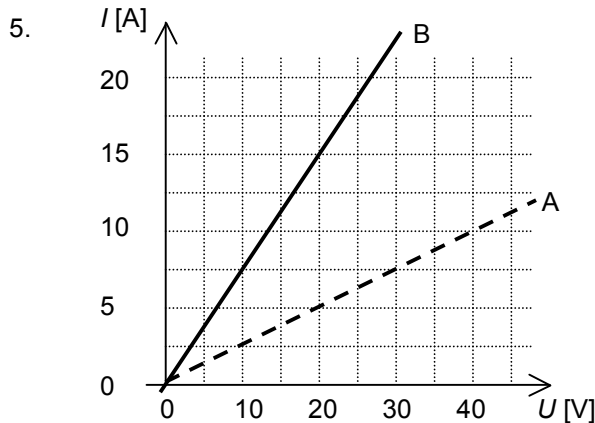
1. Durch eine Glühlampe fliesst bei 0.0306700 kV ein Strom der Stärke 0.0042350 A.
  - a) Wie viele signifikante Ziffern besitzen die beiden Zahlenwerte? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
  - b) Rechnen Sie aus, wie gross der Widerstand der Lampe ist und runden Sie das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
  - c) Rechnen Sie aus, wie gross die elektrische Leistung ist und runden Sie das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
  - d) Notieren Sie die Resultate mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise.
2. Berechnen Sie jeweils die fehlenden Grössen. Formel nicht vergessen!

Spannung	Stromstärke	Widerstand	Ladung	Zeit	Leistung	Arbeit	Stromkosten
			2'500 C	1 h		4.6 kJ	
220 V					245 W	700 kJ	
	490 mA			45 min		0.07 kWh	
380 V					7.9 kW		6.0 Rp.

3. Durch eine Glühlampe fliesst bei einer Spannung von 230 V die Stromstärke 0.300 A.
  - a) Wie gross ist der Widerstand der Glühlampe?
  - b) Wieviel Ladung wird dabei in einer Minute transportiert?
  - c) Wie lange dauert es, bis sich 100'000 Elektronen durch die Lampe gequetscht haben?

4. Ergänzen Sie:

- Ein Amperemeter wird ..... (*parallel/in Serie*) in den Stromkreis eingebaut. Der elektrische Strom soll praktisch ..... (*ungehindert/gar nicht*) durch das Messgerät fließen. Sein Widerstand ist sehr ..... (*gross/klein*).
- Ein Voltmeter wird ..... (*parallel/in Serie*) in den Stromkreis eingebaut. Der elektrische Strom soll praktisch ..... (*ungehindert/gar nicht*) durch das Messgerät fließen. Sein Widerstand ist sehr ..... (*gross/klein*).

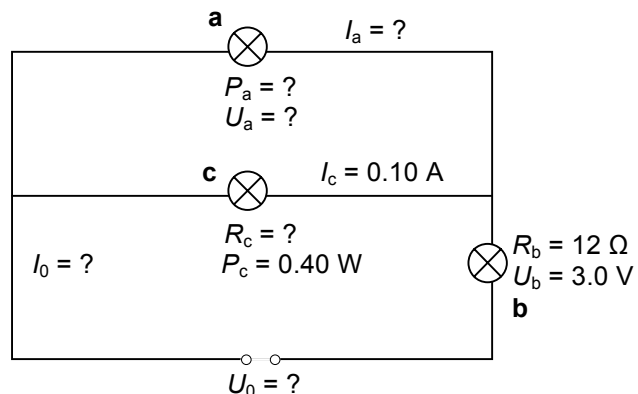


- Welcher Konstantendraht hat den grösseren Widerstand: A oder B?
- Wie gross ist die Stromstärke im Draht A bei 30 V?
- Zeichnen Sie im Diagramm Draht C mit einem konstanten Widerstand von  $R = 0.50 \Omega$  ein.
- Zeichnen Sie im Diagramm Draht D ein, dessen Widerstand sich verdoppelt, wenn man die Spannung vervierfacht. (Es gibt mehrere richtige Lösungen - eine davon genügt.)

6. In einer Schaltung wird ein Widerstand von  $1057 \Omega$  bei 3.4 mV angeschlossen. Wie viele Elektronen fließen in 0.000'000'70 s durch den Widerstand?

7. Hier sehen Sie verschiedene Lämpchen in einem Schaltplan dargestellt.

- Welches Lämpchen muss man herausdrehen, damit
  - nur ein Lämpchen
  - alle drei Lämpchen
 erlöschen?
- Welche Lampen sind hier parallel, welche in Serie zueinander geschaltet?
- Schreiben Sie die fehlenden Grössen hinein.



8. Drei Widerstände  $R_1 = 3.0 \Omega$ ,  $R_2 = 4.0 \Omega$  und  $R_3 = 5.0 \Omega$  sind parallel an eine Spannungsquelle von 12 V angeschlossen.

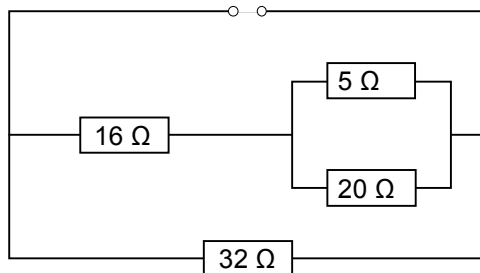
- Wie gross sind die Spannungen an den einzelnen Widerständen?
- Wie gross ist die gesamte Spannung?
- Wie gross sind die Stromstärken, die durch die einzelnen Widerstände fließen?
- Wie gross ist die gesamte Stromstärke?
- Wie gross sind die einzelnen Leistungen der drei Widerstände?
- Wie gross ist die gesamte Leistung?
- Wie gross ist der gesamte Widerstand?

9. Drei Widerstände  $R_1 = 3.0 \Omega$ ,  $R_2 = 4.0 \Omega$  und  $R_3 = 5.0 \Omega$  sind in Serie an eine Spannungsquelle angeschlossen. Sie werden von einer Stromstärke von 1.0 A durchflossen.

- Wie gross sind die Spannungen an den einzelnen Widerständen?
- Wie gross ist die gesamte Spannung?
- Wie gross sind die Stromstärken, die durch die einzelnen Widerstände fließen?
- Wie gross sind die einzelnen Leistungen der drei Widerstände?
- Wie gross ist die gesamte Leistung?
- Wie gross ist der gesamte Widerstand?

10. Ein Silberdraht ( $R = 25.3 \text{ m}\Omega$ ) hat einen Durchmesser von 4.16 mm. Der aktuelle Silberpreis beträgt 635.94 CHF je 1.000 kg Silber.
- Wie gross ist seine Querschnittsfläche?
  - Wie lang ist der Draht?
  - Wie gross ist sein Volumen?
  - Wie gross ist seine Masse?
  - Wie viel kostet der Draht?
11. Beim Bau von Überlandleitungen spielen der Preis, die Masse und der Gesamtwiderstand der Leitung eine wesentliche Rolle. Der aktuelle Kupferpreis beträgt 6544.91 CHF pro Tonne und der aktuelle Aluminiumpreis beträgt 1'646.79 CHF pro Tonne.
- Welchen Widerstand und welche Masse hat eine Kupferleitung von 6.0 km Länge und 6.00 mm Durchmesser?
  - Wie gross wären Durchmesser und Masse einer Aluminiumleitung gleicher Länge und gleichen Widerstandes?
  - Was würde die Kupfer-, was würde die Aluminiumleitung kosten?
12. Fritzli brachte aus seinen Ferien in den USA einen Tauchsieder mit. Wenn man den Tauchsieder bei 110 V einsteckt, verbraucht er die «richtige» Leistung 530 W. Fritzli montiert daran einen passenden Stecker und steckt ihn in eine 220 V-Steckdose ein. Die Sicherung lässt maximal 10 A zu. *Annahme:* Der Widerstand des Tauchsieders ist konstant. Funktioniert der Tauchsieder? Wenn nein, warum nicht? Wenn ja, mit welcher Leistung?

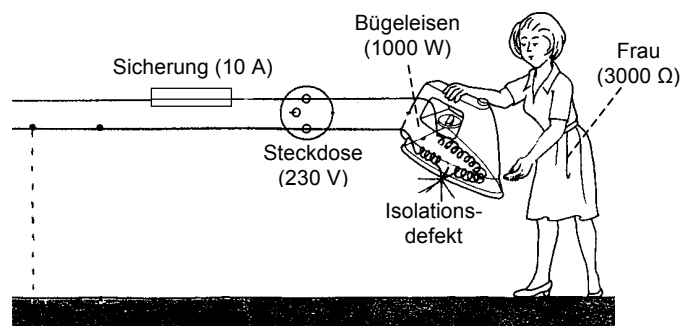
13.  $U = 22 \text{ V}$



- Wie gross ist der Ersatzwiderstand dieser Schaltung?
- Wie gross ist die Stromstärke, die durch den 16 Ω-Widerstand fliesst?
- Wie gross ist die Spannung, die am 5 Ω-Widerstand anliegt?
- Wie gross müsste ein Widerstand an der Stelle des 5 Ω-Widerstandes sein, damit gleich viel Strom durch den 16 Ω-Widerstand wie durch den 32 Ω-Widerstand fliesst?

14. Hier sehen Sie ein Bügeleisen mit Sicherung. Durch einen Isolationsdefekt berührt ein stromführendes Kabel das Gehäuse des Bügeleisens.

- Zeichnen Sie den Verlauf aller Stromflüsse in die Abbildung ein.
- Berechnen Sie die Stromstärken (Frau, Bügeleisen, Sicherung).
- Erleidet die Frau einen Stromschlag, wenn sie das Gehäuse des Bügeleisens berührt? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Brennt die Sicherung durch? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Es gibt zwei weitere mögliche Schutzvorrichtungen. Nennen Sie eine davon und erklären Sie, wie diese funktioniert.



15. Eine Bleistiftmine (Graphit) ist 17.9 cm lang und hat einen Durchmesser von 1.80 mm. Bei welcher Temperatur hat die Bleistiftmine einen Widerstand von 214 mΩ?

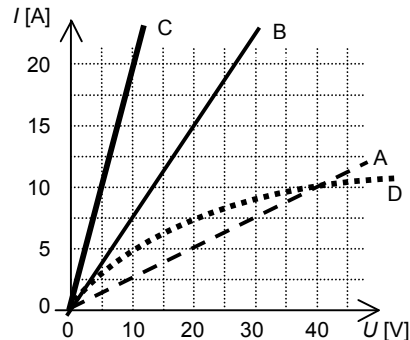
#### Lösungen:

1. a)  $U: 6, I: 5$ , Resultat: 5  
 b)  $R = \frac{U}{I} = \frac{30.6700 \text{ V}}{0.0042350 \text{ A}} = \underline{\underline{7'242.0 \Omega}}$   
 c)  $P = U \cdot I = 30.6700 \text{ V} \cdot 0.0042350 \text{ A} = \underline{\underline{0.12989 \text{ W}}}$   
 d)  $R = \underline{\underline{7.2420 \cdot 10^3 \Omega}}, P = \underline{\underline{1.2989 \cdot 10^{-1} \text{ W}}}$

2. 1.84 V      0.69 A      2.65  $\Omega$       1.28 W      0.03 Rp.  
 1.1 A      197.5  $\Omega$       3181.8 C      47 min 37 s      3.9 Rp.  
 190.5 V      388.7  $\Omega$       1323 C      93.3 W      1.4 Rp.  
 20.8 A      18.3  $\Omega$       2842 C      136.7 s      0.3 kWh = 1080 kJ

3. a)  $R = \frac{U}{I} = \frac{230 \text{ V}}{0.300 \text{ A}} = \underline{767 \Omega}$   
 b)  $Q = I \cdot t = 0.300 \text{ A} \cdot 60 \text{ s} = \underline{18 \text{ C}}$   
 c) 100'000 Elektronen haben die Ladung  $Q = 100'000 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 1.602 \cdot 10^{-14} \text{ C}$   
 $t = \frac{Q}{I} = \frac{1.602 \cdot 10^{-14} \text{ C}}{0.300 \text{ A}} = \underline{5.34 \cdot 10^{-14} \text{ s}}$

4. a) in Serie, ungehindert, klein  
 b) parallel, gar nicht, gross  
 5. a) A  
 b) 7.5 A  
 c) Gerade durch 10 A/5 V, 20 A/10 V, etc.  
 d) z. B. gekrümmte Kurve durch 5 A/10V (2  $\Omega$ )  
 und 10 A/40 V (4  $\Omega$ )



6.  $I = \frac{U}{R} = \frac{0.0034 \text{ V}}{1057 \Omega} = 0.000003217 \text{ A} = 3.22 \cdot 10^{-6} \text{ A}$   
 $Q = I \cdot t = 3.22 \cdot 10^{-6} \text{ A} \cdot 7.0 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 2.25 \cdot 10^{-12} \text{ C}$   
 das sind  $2.25 \cdot 10^{-12} \cdot 6.25 \cdot 10^{18} = \underline{14'072'848 \text{ Elektronen}}$

7. a) nur eines: a oder c      alle drei: b  
 b) a und c parallel, in Serie zu b

$$\begin{aligned} \text{c) } I_0 = I_b = \frac{U_b}{R_b} = \frac{3.0 \text{ V}}{12 \Omega} &= \underline{0.25 \text{ A}} & I_a = I_0 - I_c = 0.25 \text{ A} - 0.10 \text{ A} &= \underline{0.15 \text{ A}} \\ U_a = U_c = \frac{P_c}{I_c} = \frac{0.40 \text{ W}}{0.10 \text{ A}} &= \underline{4.0 \text{ V}} & P_a = U_a \cdot I_a = 4.0 \text{ V} \cdot 0.15 \text{ A} &= \underline{0.60 \text{ W}} \\ R_c = \frac{U_c}{I_c} = \frac{4.0 \text{ V}}{0.10 \text{ A}} &= \underline{40 \Omega} & U_0 = U_a + U_b = 4.0 \text{ V} + 3.0 \text{ V} &= \underline{7.0 \text{ V}} \end{aligned}$$

8. a)  $U_1 = U_2 = U_3 = 12 \text{ V}$   
 b)  $U = 12 \text{ V}$

$$\text{c) } I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{12 \text{ V}}{3.0 \Omega} = 4.0 \text{ A}, I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{12 \text{ V}}{4.0 \Omega} = 3.0 \text{ A}, I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{12 \text{ V}}{5.0 \Omega} = 2.4 \text{ A}$$

$$\text{d) } I = I_1 + I_2 + I_3 = 4.0 \text{ A} + 3.0 \text{ A} + 2.4 \text{ A} = 9.4 \text{ A}$$

$$\text{e) } R_{\text{gesamt}} = \frac{U_{\text{gesamt}}}{I_{\text{gesamt}}} = \frac{12 \text{ V}}{9.4 \text{ A}} = 1.3 \Omega$$

9. a)  $U_1 = R_1 \cdot I = 3.0 \Omega \cdot 1.0 \text{ A} = 3.0 \text{ V}$ ,  $U_2 = R_2 \cdot I = 4.0 \Omega \cdot 1.0 \text{ A} = 4.0 \text{ V}$ ,  
 $U_3 = R_3 \cdot I = 5.0 \Omega \cdot 1.0 \text{ A} = 5.0 \text{ V}$   
 b)  $U = U_1 + U_2 + U_3 = 3.0 \text{ V} + 4.0 \text{ V} + 5.0 \text{ V} = 12 \text{ V}$   
 c)  $I_1 = I_2 = I_3 = 1.0 \text{ A}$

$$\text{f) } R_{\text{gesamt}} = \frac{U_{\text{gesamt}}}{I_{\text{gesamt}}} = \frac{12 \text{ V}}{1.0 \text{ A}} = 12 \Omega$$

10. a)  $A = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \cdot \left(\frac{4.16 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{2}\right)^2 = \underline{1.36 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2}$

$$b) \ell = \frac{R \cdot A}{\rho_{el}} = \frac{25.3 \cdot 10^{-3} \Omega \cdot 1.36 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2}{1.65 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}} = \underline{20.8 \text{ m}}$$

$$c) V = A \cdot \ell = 1.36 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot 20.8 \text{ m} = \underline{2.83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$d) m = \rho \cdot V = 10.5 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2.83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = \underline{2.98 \text{ kg}}$$

$$e) 2.98 \text{ kg} \cdot 635.94 \frac{\text{Fr}}{\text{kg}} = 1'895.10 \text{ Fr.} = \underline{1'900 \text{ Fr.}}$$

$$11. a) A = \pi \cdot r^2 \quad R = \rho_{el} \cdot \frac{\ell}{\pi \cdot r^2} = 1.78 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m} \cdot \frac{6'000 \text{ m}}{\pi \cdot (3.00 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2} = \underline{3.8 \Omega}$$

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot \ell \cdot A = \rho \cdot \ell \cdot \pi \cdot r^2 = 8'920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 6'000 \text{ m} \cdot \pi \cdot (3.00 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 = 1'513 \text{ kg} = \underline{1.5 \text{ t}}$$

$$b) r = \sqrt{\rho_{el} \cdot \frac{\ell}{\pi \cdot R}} = \sqrt{2.65 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m} \cdot \frac{6'000 \text{ m}}{\pi \cdot 3.8 \Omega}} = 0.00365 \text{ m} = 3.65 \text{ mm} \quad d = 2 \cdot r = \underline{7.3 \text{ mm}}$$

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot \ell \cdot A = \rho \cdot \ell \cdot \pi \cdot r^2 = 2'700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 6'000 \text{ m} \cdot \pi \cdot (3.65 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 = \underline{678 \text{ kg}}$$

$$c) \text{ Kupferleitung: } 1.513 \text{ t} \cdot 6'544.91 \frac{\text{Fr}}{\text{t}} = 9'902.45 \text{ Fr.} = \underline{9'900 \text{ Fr.}}$$

$$c) \text{ Aluminiumleitung: } 0.678 \text{ t} \cdot 1'646.79 \frac{\text{Fr}}{\text{t}} = 1'226.50 \text{ Fr.} = \underline{1'200 \text{ Fr.}}$$

$$12. I = \frac{P}{U} = \frac{530 \text{ W}}{110 \text{ V}} = 4.81 \text{ A} \Rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{110 \text{ V}}{4.81 \text{ A}} = 22.8 \Omega \quad I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ V}}{22.8 \Omega} = 9.6 \text{ A}$$

$$\Rightarrow \underline{ja} \quad \Rightarrow P = U \cdot I = \underline{2'120 \text{ W}}$$

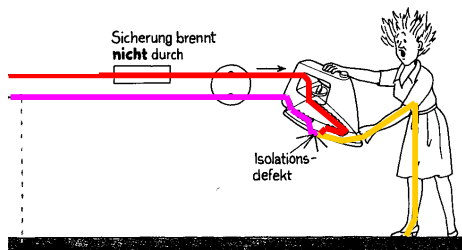
$$13. a) \frac{5 \Omega \cdot 20 \Omega}{25 \Omega} = 4 \Omega \quad 16 \Omega + 4 \Omega = 20 \Omega \quad \frac{32 \Omega \cdot 20 \Omega}{52 \Omega} = \underline{12.3 \Omega}$$

$$b) I = \frac{U}{R_{\text{mitte}}} = \frac{22 \text{ V}}{20 \Omega} = \underline{1.1 \text{ A}}$$

$$c) U = R \cdot I = 4 \Omega \cdot 1.1 \text{ A} = \underline{4.4 \text{ V}}$$

$$d) 32 \Omega - 16 \Omega = 16 \Omega \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{16 \Omega} - \frac{1}{20 \Omega} \quad R = \underline{80 \Omega}$$

14. a)



$$b) I_{\text{Frau}} = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{3000 \Omega} = \underline{0.077 \text{ A}} \quad I_{\text{Bügeleisen}} = \frac{P}{U} = \frac{1000 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{4.35 \text{ A}}$$

$$I_{\text{Sicherung}} = I_{\text{gesamt}} = I_{\text{Bügeleisen}} + I_{\text{Frau}} = 4.35 \text{ A} + 0.077 \text{ A} = \underline{4.42 \text{ A}}$$

c) Ja, die Stromstärke durch die Frau ist 77 mA, das ist mehr als 50 mA (= Tod)

d) Nein; Stromstärke in der Sicherung: 4.4 A. Möglich sind 10 A.

e) FI-Schalter und Erdung (Erklärung siehe L11)

$$15. a) R_{20} = \rho_{el} \cdot \frac{\ell}{A} = 300 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m} \cdot \frac{0.178 \text{ m}}{\pi \cdot (0.90 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2} = 0.211 \Omega = 211 \text{ m}\Omega$$

$$\Delta T = \frac{\Delta R}{R_{20} \cdot \alpha_{20}} = \frac{(0.214 \Omega - 0.211 \Omega)}{0.211 \Omega \cdot (-0.2 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}})} = -71.1 \text{ K}$$

$$\vartheta = \vartheta_{20} + \Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C} + (-71.1 \text{ K}) = \underline{-51.1 \text{ }^\circ\text{C}}$$