

# 0 Impressum

Gregor Lenherr

Fokus Elektro 1<sup>+</sup>

Lehrmittel für 4-jährige Elektroberufslehren

Gestaltung, Satz, Grafiken: Tech-Verlag

Druck vom 29.4.2019 bei Edubook AG, Merenschwand

3. Ausgabe 2018

Artikelnummer: TECH-0330 (methodische Lösungswege)

Copyright © Gestaltung, Satz, Grafiken by Tech-Verlag

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf deshalb der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Tech-Verlags.

Tech-Verlag Lenherr, Brugg 7, CH-9473 Gams  
www.tech-verlag.ch; info@tech-verlag.ch



## Tech-Verlag

Lehrmittel: für Techniker - von Techniker

**6.11 Lösung**

$$R = \frac{U}{I} = \frac{0.64\text{V}}{1.5\text{A}} = \underline{\underline{0.426\bar{6}\Omega}} = \underline{\underline{426.\bar{6}\text{m}\Omega}}$$

$$U_2 = R \cdot I_2 = 0.426\bar{6}\Omega \cdot 2\text{A} = \underline{\underline{853.\bar{3}\text{mV}}}$$

**6.12 Lösung**

$$\text{a) } R_{\text{Iso}} = \frac{U}{I} = \frac{500\text{V}}{0.9\text{mA}} = \underline{\underline{556\text{k}\Omega}}$$

$$\text{b) } I_F = \frac{U_1}{R} = \frac{400\text{V}}{556\text{k}\Omega} = \underline{\underline{720\mu\text{A}}}$$

**6.13 Lösung**

$$\text{a) } R = \frac{U}{I} = \frac{230\text{V}}{4\text{A}} = \underline{\underline{57.5\Omega}}$$

$$\text{b) } I = \frac{U_1}{R} = \frac{220\text{V}}{57.5\Omega} = \underline{\underline{3.83\text{A}}}$$

$$\text{c) } U_2 = R \cdot I_2 = 57.5\Omega \cdot 3\text{A} = \underline{\underline{172.5\text{V}}}$$

**6.14 Lösung**

$$\text{a) } J = \frac{I}{A} = \frac{2.27\text{A}}{1.5\text{mm}^2} = \underline{\underline{1.51\text{A}/\text{mm}^2}}$$

$$\text{b) } R = \frac{U}{I} = \frac{230\text{V}}{2.27\text{A}} = \underline{\underline{101\Omega}} \quad I_2 = \frac{U_2}{R} = \frac{190\text{V}}{101\Omega} = \underline{\underline{1.88\text{A}}}$$

**6.15 Lösung**

$$\text{a) } U_V = \frac{U \cdot 3\%}{100\%} = \frac{230\text{V} \cdot 3\%}{100\%} = \underline{\underline{6.9\text{V}}}$$

$$\text{b) } I = \frac{U_V}{R} = \frac{6.9\text{V}}{0.3\Omega} = \underline{\underline{23\text{A}}}$$

**6.16 Lösung**

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{0.35\text{mm}^2 \cdot \pi}{4} = \underline{\underline{0.096\text{mm}^2}}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{24\text{V}}{100\Omega} = \underline{\underline{0.24\text{A}}}$$

$$J = \frac{I}{A} = \frac{0.24\text{A}}{0.096\text{mm}^2} = \underline{\underline{2.5\text{A}/\text{mm}^2}}$$

**6.17 Lösung**

$$I = \frac{U}{R} = \frac{110\text{V}}{80\Omega} = \underline{\underline{1.375\text{A}}}$$

$$I_{\%} = \frac{I \cdot 100\%}{I_N} = \frac{1.375\text{A} \cdot 100\%}{2.2\text{A}} = \underline{\underline{62.5\%}}$$

**6.24 Lösung**

Strom und Spannung sind zueinander proportional, d.h. die Stromstärke wird auch um 72% auf 172% ansteigen:

$$I_2 = \frac{I_1 \cdot 172\%}{100\%} = \frac{0.64\text{A} \cdot 172\%}{100\%} = \underline{\underline{1.10\text{A}}}$$

**6.25 Lösung**

$$\text{a) } U_{\max} = \frac{U \cdot 106\%}{100\%} = \frac{230\text{V} \cdot 106\%}{100\%} = \underline{\underline{244\text{V}}}$$

$$U_{\min} = \frac{U \cdot 90\%}{100\%} = \frac{230\text{V} \cdot 90\%}{100\%} = \underline{\underline{207\text{V}}}$$

b) Strom und Spannung sind proportional, d.h. wenn die Spannung um 6% grösser wird, nimmt auch der Strom um 6% zu.

Strom und Spannung sind proportional, d.h. wenn die Spannung um 10% abnimmt, dann wird auch der Strom um 10% kleiner.

**6.26 Lösung**

$$\text{a) } U = \frac{\Delta U \cdot 100\%}{4\%} = \frac{7\text{V} \cdot 100\%}{4\%} = \underline{\underline{175\text{V}}}$$

$$\text{b) } U_2 = U + \Delta U = 175\text{V} + 7\text{V} = \underline{\underline{182\text{V}}}$$

**6.27 Lösung**

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{30\text{V}}{4\text{A}} = \underline{\underline{7.5\Omega}}$$

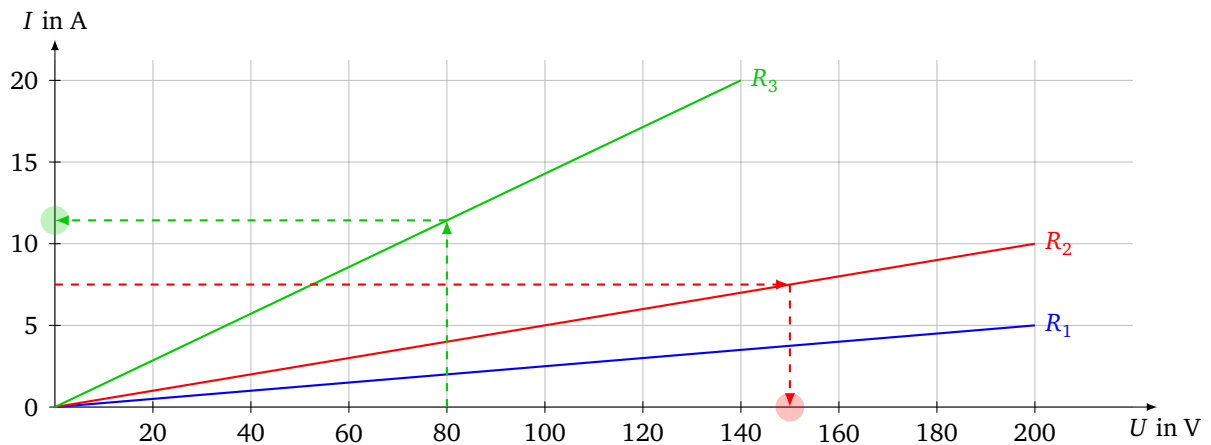
$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{50\text{V}}{4\text{A}} = \underline{\underline{12.5\Omega}}$$

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3} = \frac{50\text{V}}{1\text{A}} = \underline{\underline{50\Omega}}$$

$$R_4 = \frac{U_4}{I_4} = \frac{80\text{V}}{2\text{A}} = \underline{\underline{40\Omega}}$$

$$R_5 = \frac{U_5}{I_5} = \frac{160\text{V}}{2\text{A}} = \underline{\underline{80\Omega}}$$

$$R_6 = \frac{U_6}{I_6} = \frac{160\text{V}}{1\text{A}} = \underline{\underline{160\Omega}}$$

**6.28 Lösung**

$$\text{a) } U_2 = \underline{\underline{150\text{V}}}$$

$$\text{b) } I_3 = \underline{\underline{11.4\text{A}}}$$

**12.9 Lösung**

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l} = \frac{1.05 \Omega \cdot 800 \text{ mm}^2}{0.915 \text{ m}} = \underline{\underline{918 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}}}$$

**12.10 Lösung**

$$\text{a) } A = \frac{\rho \cdot l}{R} = \frac{0.91 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 36 \text{ m}}{22 \Omega} = \frac{0.91 \cancel{\text{m}} \cdot \text{mm}^2 \cdot 36 \cancel{\text{m}}}{\cancel{\text{m}} \cdot 22 \cancel{\text{m}}} = \underline{\underline{1.49 \text{ mm}^2}}$$

$$\text{b) } A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.49 \text{ mm}^2}{\pi}} = \underline{\underline{1.38 \text{ mm}}}$$

**12.11 Lösung**

$$A = l \cdot b = 10 \text{ mm} \cdot 70 \text{ mm} = \underline{\underline{700 \text{ mm}^2}}$$

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{0.0172 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 150 \text{ m}}{700 \text{ mm}^2} = \frac{0.0172 \Omega \cdot \cancel{\text{mm}^2} \cdot 150 \cancel{\text{m}}}{\cancel{\text{m}} \cdot 700 \cancel{\text{mm}^2}} = \underline{\underline{3.69 \text{ m}\Omega}}$$

**12.12 Lösung**

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{(0.25 \text{ mm})^2 \cdot \pi}{4} = \underline{\underline{0.049 \text{ mm}^2}}$$

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l} = \frac{112 \Omega \cdot 0.049 \text{ mm}^2}{5 \text{ m}} = \underline{\underline{1.10 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}}}$$

**12.13 Lösung**

$$\text{a) } A = \frac{\rho \cdot l \cdot 2}{R_{\text{Ltg}}} = \frac{0.0185 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 1820 \text{ m} \cdot 2}{9.53 \Omega} = \frac{0.0185 \cancel{\text{m}} \cdot \text{mm}^2 \cdot 1820 \cancel{\text{m}} \cdot 2}{\cancel{\text{m}} \cdot 9.53 \cancel{\text{m}}} = \underline{\underline{7.1 \text{ mm}^2}}$$

$$\text{b) } A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7.1 \text{ mm}^2}{\pi}} = \underline{\underline{3.0 \text{ mm}}}$$

**12.14 Lösung**

$$l = \frac{R \cdot A}{\rho} = \frac{0.42 \Omega \cdot 2.5 \text{ mm}^2}{0.0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}} = \frac{0.42 \cancel{\text{m}} \cdot 2.5 \cancel{\text{mm}^2} \cdot \text{m}}{0.0175 \cancel{\text{m}} \cdot \cancel{\text{mm}^2}} = \underline{\underline{60 \text{ m}}}$$

**12.15 Lösung**

$$\text{a) } A = \frac{\rho \cdot l \cdot 2}{R_{\text{Ltg}}} = \frac{0.0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 120 \text{ m} \cdot 2}{2.1 \Omega} = \frac{0.0175 \cancel{\text{m}} \cdot \text{mm}^2 \cdot 120 \cancel{\text{m}} \cdot 2}{\cancel{\text{m}} \cdot 2.1 \cancel{\text{m}}} = \underline{\underline{2.0 \text{ mm}^2}}$$

$$\text{b) Normquerschnitt: } A = \underline{\underline{2.5 \text{ mm}^2}}$$

$$N = \frac{I}{I_L} = \frac{11.7 \text{ A}}{1.25 \text{ A}} = \underline{9.36} \rightarrow \underline{\underline{9 \text{ Glühlampen sind möglich}}}$$

**16.10 Lösung**

$$Q = I \cdot t = 4.9 \text{ A} \cdot 20 \text{ h} = \underline{98 \text{ Ah}}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{6 \text{ V}}{2.5 \Omega} = \underline{2.4 \text{ A}}$$

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{98 \text{ Ah}}{2.4 \text{ A}} = \frac{98 \text{ Ah}}{2.4 \text{ A}} = \underline{\underline{40.8 \text{ h}}}$$

**16.11 Lösung**

Eine galvanische Zelle besteht aus zwei Elektroden aus leitfähigem Material, die in einen Elektrolyten (leitfähige Flüssigkeit z.B. verdünnte Säure) eingetaucht sind.

**16.12 Lösung**

Primärelemente sind *nicht* wieder aufladbar; Sekundärelemente hingegen sind wieder aufladbar.

**16.13 Lösung**

Minuspol = Anode;                      Pluspol = Kathode

**16.14 Lösung**

Messen der Säuredichte (mit Aräometer); Messen der Spannung bei Belastung

**16.15 Lösung**

Die Klemmen gleicher Polarität, d.h. Plus auf Plus und Minus auf Minus.

**16.16 Lösung**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> die Typengröße des Akkus    | <input type="checkbox"/> das Speichervermögen an chemischer Energie          |
| <input type="checkbox"/> das Produkt aus $Q \cdot U$ | <input checked="" type="checkbox"/> die entnehmbare elektrische Ladungsmenge |

**16.17 Lösung**

Alkaline	<input checked="" type="checkbox"/> Primärelement	<input type="checkbox"/> Sekundärelement
Blei	<input type="checkbox"/> Primärelement	<input checked="" type="checkbox"/> Sekundärelement
Lithium-Ionen	<input type="checkbox"/> Primärelement	<input checked="" type="checkbox"/> Sekundärelement
Zink-Luft	<input checked="" type="checkbox"/> Primärelement	<input type="checkbox"/> Sekundärelement
Ni-Metallhydrid	<input type="checkbox"/> Primärelement	<input checked="" type="checkbox"/> Sekundärelement
Zink-Silberoxid	<input checked="" type="checkbox"/> Primärelement	<input type="checkbox"/> Sekundärelement

**16.18 Lösung**

Vom Abstand der beiden Stoffe in der Spannungsreihe (und von der Konzentration des Elektrolyten)

---

**16.19 Lösung**

Die Spannungen der Stoffe werden gegen Wasserstoff gemessen und nach der Höhe der Spannung geordnet.

---

**16.20 Lösung**

- a) 2.96 V  
b) Wasserstoff ist positiver als Lithium; deshalb bildet Wasserstoff den Pluspol
- 

**16.21 Lösung**

- a) 1.5 V  
b) Zink ist negativer als Kohlenstoff; deshalb bildet Zink den Minuspol
- 

**16.22 Lösung**

Sie besitzen eine hohe Energiedichte; die Spannung bleibt während der ganzen Entladung praktisch konstant; die Zellen sind auslaufsicher und sehr langlebig

---

**16.23 Lösung**

Hörgeräte, Bluetooth-Headset, Rauchmelder, Uhren, etc.

---

**16.24 Lösung**

sehr hohe Energiedichte, hohe Nennspannung, sehr geringe Selbstentladung und daher lange Betriebszeit, in einem weiten Temperaturbereich verwendbar

---

**16.25 Lösung**

Der negative Pol ist aus Lithium, der positive Pol besteht aus Mangandioxid

---

**16.26 Lösung**

Nennspannung (Bemessungsspannung), Selbstentladung, Energiedichte, Kapazität, Spannungskonstanz während der Entladung, Lagerfähigkeit, usw.

---

**16.27 Lösung**

verdünnte Schwefelsäure ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

---

**16.28 Lösung**

- a) circa 1.28 kg/dm<sup>3</sup>                      b) circa 1.18 kg/dm<sup>3</sup>
- 

**16.29 Lösung**

2 V

---

**16.30 Lösung**

Wasserstoff

---

**16.31 Lösung**

Nickel, denn es wird immer die unedlere, also negativ geladene Elektrode zerstört.

**16.32 Lösung**

- 2 Elektroden aus verschiedenen Metallen und eine elektrisch nichtleitende Flüssigkeit
- 2 Elektroden aus dem gleichen Metall und eine elektrisch leitende Flüssigkeit
- 2 Elektroden aus dem gleichen Metall und eine elektrisch nichtleitende Flüssigkeit
- 2 Elektroden aus verschiedenen Metallen und eine elektrisch leitende Flüssigkeit

**16.33 Lösung**

im ungeladenen Zustand

**16.34 Lösung**

- Die Spannung bleibt bis kurz vor dem entladenen Zustand konstant
- Die Spannung sinkt linear mit der Entladezeit ab
- Die Spannung wird kurz vor dem entladenen Zustand grösser

**16.35 Lösung**

Es handelt sich hier um eine alkaline Rundzelle (Micro, AAA). Diese Rundzelle hat einen Durchmesser von 10.5 mm und eine Höhe von 44.5 mm.

**16.36 Lösung**

Sie werden vorwiegend bei transportablen Geräten eingesetzt, z.B. Laptop, Handy, Digital-kamera, Akku-Schrauber, Akku-Scheinwerfer, Akku-Winkelschleifer, usw.

**16.37 Lösung**

Der Lazy-Effekt entsteht, wenn ein NiMH-Akku geladen wird, obwohl er vorher nicht ganz entladen wurde. Im Betrieb sinkt dann die Entladespannung ungewöhnlich stark ab. Die Leistungsabgabe sinkt dadurch um circa 8 %.

**16.38 Lösung**

Ladegeräte beseitigen den Lazy-Effekt, indem sie vor der Aufladung den Akku vollständig entladen.

**16.39 Lösung**

Der negative Pol ist aus Metallhydrid, der positive Pol besteht aus Nickel(II)-hydroxid.

**16.40 Lösung**

- Die Zelle eines Blei-Akkumulators hat eine Nennspannung von 1.5 V.
- Die Zelle eines Sekundärelements ist ein galvanisches Element.
- Bei Lithium-Ionen-Akkus ist der Elektrolyt fest.
- Sekundärelemente lassen sich nur circa 10-mal aufladen.
- Lithium-Ionen-Akkus haben die höchste Energiedichte aller Akkumulatoren.

**17.17 Lösung**

$$\text{a) } I = \frac{U}{R} = \frac{1.4\text{V}}{2.2\Omega} = \underline{0.636\text{A}} \quad U_i = I \cdot R_i = 0.636\text{A} \cdot 0.4\Omega = \underline{0.254\text{V}}$$

$$U_0 = U + U_i = 1.4\text{V} + 0.254\text{V} = \underline{1.65\text{V}}$$

$$\text{b) } I_1 = \frac{U_0}{R_i + R_1} = \frac{1.65\text{V}}{0.4\Omega + 7\Omega} = \underline{0.223\text{A}}$$

$$U_1 = U_0 - I_1 \cdot R_i = 1.65\text{V} - 0.223\text{A} \cdot 0.4\Omega = \underline{1.56\text{V}}$$

**17.18 Lösung**

$$\text{a) } R = \frac{U}{I} = \frac{14\text{V}}{7.3\text{A}} = \underline{1.92\Omega}$$

$$\text{b) } U_i = U_0 - U = 14.2\text{V} - 14\text{V} = \underline{0.2\text{V}} \quad R_i = \frac{U_i}{I} = \frac{0.2\text{V}}{7.3\text{A}} = \underline{27.4\text{m}\Omega}$$

$$I_K = \frac{U_0}{R_i} = \frac{14.2\text{V}}{0.0274\Omega} = \underline{518\text{A}}$$

**17.19 Lösung***Batterie I:*

$$\text{a) } U_0 = 500\text{V}$$

$$\text{b) } I_K = 100\text{A}$$

$$\text{c) } R_i = \frac{U_0}{I_K} = \frac{500\text{V}}{100\text{A}} = \underline{5\Omega}$$

$$\text{d) } 60\text{A}$$

$$\text{e) } 400\text{V}$$

*Batterie II:*

$$U_0 = 300\text{V}$$

$$I_K = 100\text{A}$$

$$R_i = \frac{U_0}{I_K} = \frac{300\text{V}}{100\text{A}} = \underline{3\Omega}$$

$$33.3\text{A}$$

$$240\text{V}$$

*Batterie III:*

$$U_0 = 250\text{V}$$

$$I_K = 50\text{A}$$

$$R_i = \frac{U_0}{I_K} = \frac{250\text{V}}{50\text{A}} = \underline{5\Omega}$$

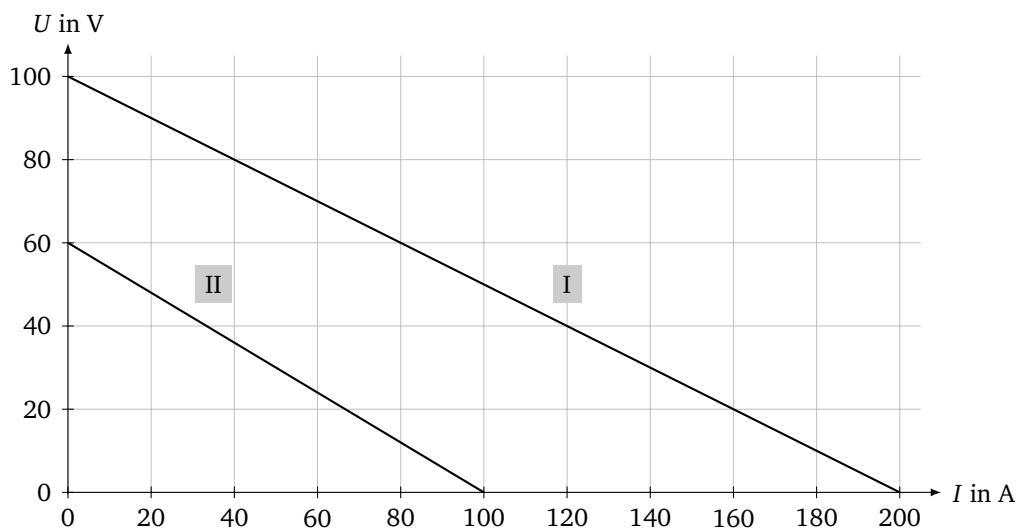
$$10\text{A}$$

$$150\text{V}$$

**17.20 Lösung**

$$I_{K1} = \frac{U_{01}}{R_{i1}} = \frac{100\text{V}}{0.5\Omega} = \underline{200\text{A}}$$

$$I_{K2} = \frac{U_{02}}{R_{i2}} = \frac{60\text{V}}{0.6\Omega} = \underline{100\text{A}}$$





# 18 Resultate der Berechnungen

## Kapitel 1: Energienutzung

1.1	0.64 = 64%			
1.2	3371 kWh			
1.3	0.905 = 90.5%			
1.4	731 kW			
1.5	a) 833 kW	b) 83 kW		
1.6	0.925 = 92.5%			
1.7	0.705 = 70.5%			
1.8	0.769 = 76.9%			
1.9	0.284 = 28.4%			
1.10	0.91 = 91%			
1.11	1.49 kW			
1.12	0.918 = 91.8%			
1.13	a) 0.714 = 71.4%	b) 6.58 kW		
1.14	830 W			
1.15	a) 0.49 = 49%	b) 6.12 kW		
1.16	18.5%			
1.17	a) 2.5 kW	b) 1.95 kW		
1.18	1.47 kW			
1.19	10 kWh			
1.20	15 h			
1.21	18.4 kWh			
1.22	a) 2.9 kWh	b) 1.38 h		
1.23	15.4 kWh			
1.24	6 kWh			
1.25	84.7%	49.2%		
1.26	273.6 kWh	0.623	18.3 kW	439 kWh
1.27	8010 kWh			
1.28	1688.50 Fr.			
1.29	12 Rp./kWh			
1.30	0.75 Fr.			
1.31	3.56 kWh			
1.32	13.9 Rp./kWh			
1.33	70 Rp.			
1.34	a) 219 kWh	b) 48.20 Fr.		
1.35	370.3 h = 15 Tage 10.3 h			
1.36	a) 0.21 kWh	b) 5 Rp.	c) 8.7 h = 8 h 42 min	
1.37	3 Fr. 15 Rp.			
1.38	1033.80 Fr.			
1.39	9.36 kWh			
1.40	6.51 kWh	30.25 Fr.		
1.41	a) 2.35 kWh	b) 40 Rp.		
1.42	2188.35 Fr.			

## Kapitel 3: Elektrische Stromstärke

3.1	0.45 A			
3.2	2400 As			
3.3	2500 s = 41 min 40 s			
3.4	0.02 As			
3.5	3 mA			
3.6	39 min 10 s			
3.7	27 000 As			
3.8	1 080 000 Ah			
3.9	4 h			
3.10	a) $0.1 \mu\text{s} = 10^{-7} \text{ s}$	b) 4 h 10 min		
3.11	8.75 A/mm <sup>2</sup>			
3.12	35 mm <sup>2</sup>			
3.13	288 A			
3.14	156 A			