

**EUROPA-FACHBUCHREIHE**  
für elektrotechnische Berufe

# **Aufgaben und Lösungen zur Fachkunde Elektrotechnik**

die Seiten „Wiederholen – Anwenden – Vertiefen“

**8. überarbeitete und erweiterte Auflage**

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und von Ingenieuren  
(siehe Rückseite)

Lektorat: Klaus Tkotz, Kronach

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL  
Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsselberger Straße 23  
42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 33951



*Autoren des vorliegenden Buches:*

Bumiller, Horst	Freudenstadt
Burgmaier, Monika	Durbach
Eichler, Walter	Kaiserslautern
Feustel, Bernd	Kirchheim-Teck
Käppel, Thomas	Münchberg
Klee, Werner	Mehlingen
Reichmann, Olaf	Altlandsberg
Schwarz, Jürgen	Tettnang
Tkotz, Klaus	Kronach
Winter, Ulrich	Kaiserslautern

*Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:*

Klaus Tkotz

*Bildbearbeitung:*

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel GmbH & Co. KG, Ostfildern

8. Auflage 2022

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-8085-3087-0

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2022 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: Punkt für Punkt GmbH · Mediendesign, 40549 Düsseldorf

Umschlag:

Idee: Klaus Tkotz

Ausführung: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: Weltkugel: © erdquadrat – Fotolia.com; Icons: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald und Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Druck: Plump Druck & Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

Sehr geehrte Leserin,  
sehr geehrter Leser,

die **Fachkunde Elektrotechnik** ist ein Fachbuch mit einem fachlich konsequenten und systematischen Aufbau von Lerninhalten. Es erfreut sich großer Beliebtheit. Zur Selbstkontrolle ist auf Wunsch vieler unserer Leser dieses Lösungsbuch zur Fachkunde Elektrotechnik entstanden. Es soll eine Hilfe für alle sein, die sich z. B. in der beruflichen Ausbildung befinden und sich auf Prüfungen in der Schule, beim Studium und im Berufsleben vorbereiten.

**i** Das vorliegende Buch ist abgestimmt auf die Inhalte und Wiederholungsseiten „Wiederholen – Anwenden – Vertiefen“ des Buches **Fachkunde Elektrotechnik, 33. Auflage**. Zur weiteren Vertiefung und zum Lösen der Aufgaben können u.a. nebenstehende Bücher verwendet werden.

### Ausbildungsrichtungen

Das Lösungsbuch sowie die Fachkunde Elektrotechnik sind besonders für die Aus- und Weiterbildung in allen Berufen der Elektro-Energietechnik, insbesondere für die Berufe des Elektronikers, geeignet. Näheres dazu finden Sie im Vorwort der Fachkunde Elektrotechnik.

### Aufbau des Buches

Das Lösungsbuch beinhaltet die Aufgabenstellung. Diese sind den Wiederholungsseiten „Wiederholen – Anwenden – Vertiefen“ der Fachkunde Elektrotechnik entnommen. Danach folgen die Lösungsvorschläge.

### Vorgehensweise ✓

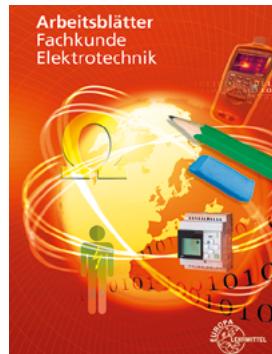
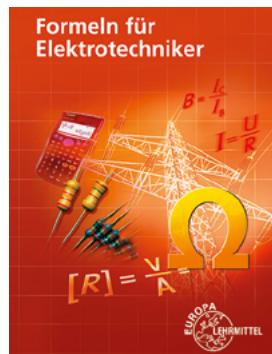
Die Autoren empfehlen bei der Lösung der Aufgaben folgende Vorgehensweise:

1. Lesen Sie die Aufgabe aufmerksam durch und machen Sie sich Notizen, z. B. auf den Seiten 61 bis 64.
2. Sollten Sie auf der gegenüberliegenden Seite die Lösung sehen, so decken Sie diese mit einem DIN-A4-Blatt ab.
3. Lösen Sie die Aufgabe. Erstellen Sie hierzu ein Lösungsblatt. Bei Schwierigkeiten und Problemen arbeiten Sie das entsprechende Kapitel im Fachkundebuch Elektrotechnik durch.
4. Schwierige Aufgaben können auch in Gruppenarbeit gelöst werden.
5. Vergleichen Sie erst dann Ihre Lösung mit den Ergebnissen auf der entsprechenden Seite im Lösungsbuch.

**i** Haben Sie Fragen? Gerne können Sie uns kontaktieren unter:  
[lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de)

Für Verbesserungsvorschläge sind die Autoren und der Verlag dankbar.

Die Autoren und der Verlag Europa-Lehrmittel  
wünschen Ihnen viel Erfolg



# Inhaltsverzeichnis

Kapitelnummer und Symbole	Kapitel und Seitenzahlen
<b>1</b>	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz ..... 5 Lösungen ..... 6
<b>2</b>	Grundbegriffe der Elektrotechnik ..... 8 Lösungen ..... 9
<b>3</b>	Grundschaltungen der Elektrotechnik ..... 11 Lösungen ..... 12
<b>4</b>	Elektrisches Feld ..... 14 Lösungen ..... 15
<b>5</b>	Magnetisches Feld ..... 17 Lösungen ..... 18
<b>6</b>	Schaltungstechnik ..... 20 Lösungen ..... 21
<b>7</b>	Wechsel- und Drehstromtechnik ..... 23 Lösungen ..... 24
<b>8</b>	Messtechnik ..... 26 Lösungen ..... 27
<b>9</b>	Elektronik ..... 29 Lösungen ..... 30
<b>10</b>	Elektrische Anlagen ..... 33 Lösungen ..... 34
<b>11</b>	Schutzmaßnahmen ..... 37 Lösungen ..... 38
<b>12</b>	Gebäudetechnische Anlagen ..... 40 Lösungen ..... 41
<b>13</b>	Elektrische Maschinen ..... 43 Lösungen ..... 44
<b>14</b>	Informationstechnik ..... 46 Lösungen ..... 47
<b>15</b>	Automatisierungstechnik ..... 49 Lösungen ..... 50
<b>16</b>	Werkstoffe, Fertigung, Umwelt, Energieeinsparung ..... 55 Lösungen ..... 56
<b>17</b>	Beruf und Betrieb ..... 58 Lösungen ..... 59



Die Aufgabenseiten „Wiederholen – Anwenden – Vertiefen“ dieses Lösungsbuches finden Sie jeweils auch am entsprechenden Kapitelende des Lehrbuches **Fachkunde Elektrotechnik**.



1. a) Auf welche Mängel bzw. Fehler lassen sich Elektrounfälle meist zurückführen? Nennen Sie Beispiele. b) Welche Forderungen lassen sich daraus für technische Anlagen ableiten?
  2. a) Was versteht man unter persönlicher Schutzausrüstung? b) Welche Aufgabe erfüllt die persönliche Schutzausrüstung? c) Geben Sie Beispiele für die persönliche Schutzausrüstung an.
  3. a) Zu welchem Zweck wird eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt? b) Nennen Sie die Schritte zur praktischen Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung.
  4. Welche Pflichten ergeben sich aus den Unfallverhütungsvorschriften für die Arbeitgeber?
  5. Welche Gesetze bzw. Verordnungen werden durch die folgenden Abkürzungen beschrieben: a) DGUV, b) GefStoffV, c) ProdSG und d) UVV?
  6. Welche Bedeutung hat auf Produkten das a) CE-Zeichen und b) GS-Zeichen?
  7. Welche Verordnung dient dem Schutz von Beschäftigten vor einer Gefährdung ihrer Gesundheit durch Gefahrstoffe?
  8. Geben Sie die Bezeichnungen für die in Bild 1 dargestellten Gefahrenpiktogramme von a) bis g) an.
- a) b) c) d) e) f) g)
- Bild 1: Gefahrenpiktogramme**

13. Durch welche zwei Merkmale lassen sich Sicherheitszeichen unterscheiden?
  14. Nennen Sie die Sicherheitsfarben a) bis d) für die in der Tabelle angegebenen Sicherheitszeichen.
- Tabelle: Form und Sicherheitsfarben von Sicherheitszeichen**

Sicherheitsfarbe Form	a)	b)	c)	d)
	Verbot	—	Gebot	—
	—	—	—	Warnung
	Brand-schutz	Gefahr-losigkeit	—	—
15. a) Welche Sicherheitszeichen können unterschieden und b) welche Aussagen können durch die jeweiligen Zeichen gemacht werden?
  16. Benennen Sie die im Bild 2 dargestellten Sicherheitszeichen und geben Sie ihre Bedeutung an.
- a) b) c) d)
- Bild 2: Sicherheitszeichen**

# Lösungsvorschläge zu:

## ● Fachkunde Elektrotechnik, Kapitel: Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz ● Lösungsbuch, Seite 5



1.
  - a) Elektrounfälle lassen sich meist auf persönliche Fehler, technische Mängel und organisatorische Mängel zurückführen. Beispiele für:
    - persönliche Fehler sind Fehlhandlungen,
    - technische Mängel sind fehlende Schutzabdeckungen oder fehlerhafte Isolation,
    - organisatorische Mängel sind ungenügende oder fehlende Arbeitsanweisungen.
  - b) Technische Anlagen müssen sicherheitsgerecht und in technisch einwandfreiem Zustand sein.
2.
  - a) Persönliche Schutzausrüstung ist alles, was den Körper gegen schädigende Einflüsse schützt.
  - b) Die persönliche Schutzausrüstung dient als Schutz vor Verletzung und Erkrankung.
  - c) Zur persönlichen Schutzausrüstung gehören z.B. Schutzkleidung, Schutzhelm, Gehörschutz, Augenschutz, Gesichtsschutz, Handschutz, Atemschutz, Fußschutz und Sicherheitsgurte.
3.
  - a) Die Unfall- und Gesundheitsrisiken sollen bei Tätigkeiten durch eine Gefährdungsbeurteilung möglichst gering gehalten werden.
  - b) Erfassen der Betriebs- und Sicherheitsorganisation, Erfassen und Ermitteln möglicher Gefährdungen, Beurteilung der Gefährdungen, Maßnahmen auf Wirksamkeit prüfen, Erstellen einer Dokumentation.
4. Unfallverhütungsvorschriften verpflichten die Arbeitgeber Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren sowie für eine wirksame Erste Hilfe zu treffen.
5.
  - a) DGUV: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung.
  - b) GefStoffV: Gefahrstoffverordnung.
  - c) ProdSG: Produktsicherheitsgesetz.
  - d) UVV: Unfallverhütungsvorschrift.
6.
  - a) Mit dem CE-Zeichen erklärt der Hersteller die Übereinstimmung (Konformität) des Produktes mit EU-Richtlinien.
  - b) Das GS-Zeichen garantiert die sicherheitsgerechte Ausführung des Gerätes.
7. Durch die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).
8. Lösung siehe **Tabelle 1**.
9. Auf der Verpackung gefährlicher Stoffe müssen folgende Angaben vorhanden sein:
  - Stoffname und Indexnummer,
  - Gefahrenpiktogramme,
  - Signalwort,
  - Gefahrenhinweise (H-Sätze),
  - Sicherheitshinweise (P-Sätze),
  - Nennmenge des Gefahrstoffes,

- Vollständige Anschrift des Herstellers, Erzeugers oder Vertreibers,
- eventuell ergänzende Informationen.

**Tabelle 1: Gefahrenpiktogramme**

Gefahrenpiktogramm	Bezeichnung
	Umweltschädlich
	Ätzend, Reizend
	Entzündlich
	Brandfördernd
	Giftig
	Gesundheitsschädlich
	Explosiv

10.
  - a) Um die Unfall- und Gesundheitsrisiken möglichst gering zu halten, muss in Betrieben eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden.
  - b) Eine Gefährdungsbeurteilung wird nach dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSchV) und den Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) durchgeführt.
11. In der Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ werden die Unternehmen verpflichtet, an allen Arbeitsplätzen durch Sicherheitszeichen auf Gefahren und vorhandene Sicherheitseinrichtungen hinzuweisen. Dazu gehört ebenso das Aufzeigen von Verboten.
12.
  - a) Produkte sind nach dem Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) Waren, Stoffe und Zubereitungen, die durch einen Fertigungsprozess hergestellt wurden.
  - b) Das ProdSG verbietet das Inverkehrbringen unsicherer Produkte. Produkte dürfen nur in den Verkehr gebracht werden, wenn sie den Sicherheitsanforderungen der EU-Richtlinien genügen. Als Zeichen der Übereinstimmung tragen diese Produkte das CE-Zeichen.
13. Sicherheitszeichen lassen sich durch Form und Sicherheitsfarbe unterscheiden (**Tabelle 2**).
14. Lösung siehe **Tabelle 2**: Form und Sicherheitsfarben von Sicherheitszeichen.

**Tabelle 2: Form und Farben von Sicherheitszeichen**

Farbe Form	ROT	GRÜN	BLAU	GELB
○	Verbot	—	Gebot	—
△	—	—	—	Warnung
□	Brandschutz	Gefährlosigkeit	—	—



**15.** a) Sicherheitszeichen lassen sich unterscheiden in Verbots-, Gebots-, Warn-, Rettungs- oder Brandschutzzeichen.

- b) • Verbotszeichen (rot) untersagen ein Verhalten, durch das eine Gefahr entstehen kann, z.B. Rauchen verboten.
- Gebotszeichen (blau) schreiben ein bestimmtes Verhalten vor, z.B. Schutzhelm benutzen.
- Warnzeichen (gelb) warnen vor Risiken und Gefahren, z.B. Warnung vor Laserstrahl.
- Rettungszeichen (grün) kennzeichnen Rettungswege oder Notausgänge oder den Weg zu einer Erste-Hilfe-Einrichtung.
- Brandschutzzeichen (rot) kennzeichnen die Standorte von Feuermelde- oder Feuerlöscheinrichtungen.

**16.**



Bild 1: Sicherheitszeichen

- a) Zutritt für Unbefugte verboten.
- b) Erste Hilfe.
- c) Augenschutz benutzen.
- d) Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung.

**17.** Zusatzzeichen erläutern das Sicherheitszeichen durch Worte oder Texte, die bei Bedarf mehrsprachig auszuführen sind.

**18.** Die Qualität des Notrufs hängt stark vom Inhalt der Meldung ab. Deshalb müssen bei einem Notruf folgende Angaben gemacht werden:

- Wo geschah der Unfall?

- Was geschah?

- Wie viele Verletzte?

- Welche Verletzungen?

- Warten auf Rückfragen.

Den Notruf erst beenden, wenn die Rettungsleitstelle dazu auffordert.

**19.** Unter Erster Hilfe versteht man Hilfeleistungen vor Ort, bevor der Verletzte oder Kranke ärztlich versorgt wird.

**20.** Bei einem Elektounfall hat der Eigenschutz der Retter absoluten Vorrang. Zuerst muss der über den Menschen fließende Strom unterbrochen werden. In Niederspannungsanlagen erfolgt eine Unterbrechung des Stromkreises, z. B. durch Ausschalten, Ziehen des Steckers oder Herausnehmen der Sicherung. In Hochspannungsanlagen dürfen wegen der Eigengefährdung keine Rettungsversuche unternommen werden. Bei Hochspannungsunfällen ist grundsätzlich sofort der Notruf zu veranlassen und Fachpersonal zu verständigen. Hilfeleistungen können erst dann erfolgen, wenn durch das Fachpersonal das Anlagenteil freigeschaltet und eine Freigabe erfolgt ist.

**21.** Kann in Niederspannungsanlagen der Stromkreis nicht unterbrochen werden, so ist der Verunglückte durch einen nichtleitenden Gegenstand, z. B. eine Isolierstange, von den unter Spannung stehenden Teilen zu trennen.

**22.** Maßnahmen der Ersten Hilfe in den Fällen a) und b) zeigt Bild 2.

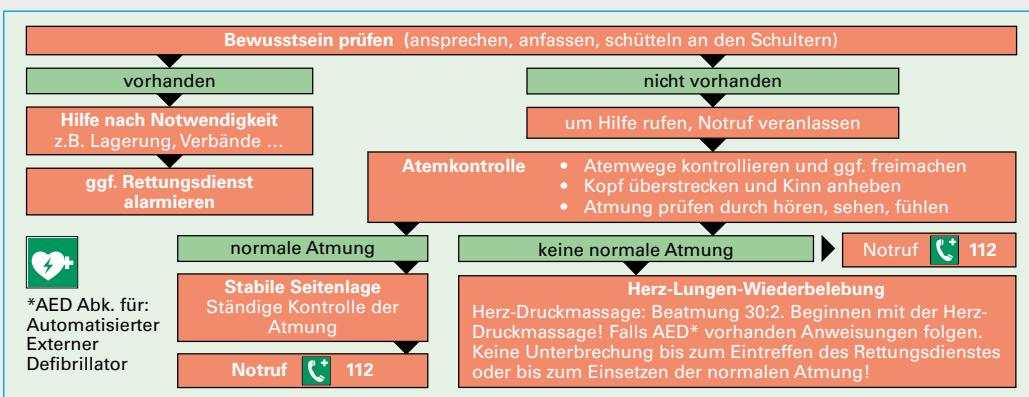


Bild 2: Maßnahmen zur Ersten Hilfe

- Was versteht man **a)** allgemein unter Energie und **b)** warum kann Energie nicht erzeugt werden? **c)** Nennen Sie verschiedene Energiearten.
- Von einem Siliciumatom wird durch Energiezufuhr ein Elektron aus der Atomhülle entfernt. **a)** Wie nennt man den entstandenen Ladungsträger? **b)** Welche elektrische Ladung  $Q$  hat ein Elementladungsträger?
- Elektrofilter (Bild 1)**, z.B. in Kraftwerken, nutzen eine Eigenschaft der elektrischen Ladungen für die Flugascheabscheidung aus. Erklären Sie das Wirkungsprinzip des Elektrofilters.

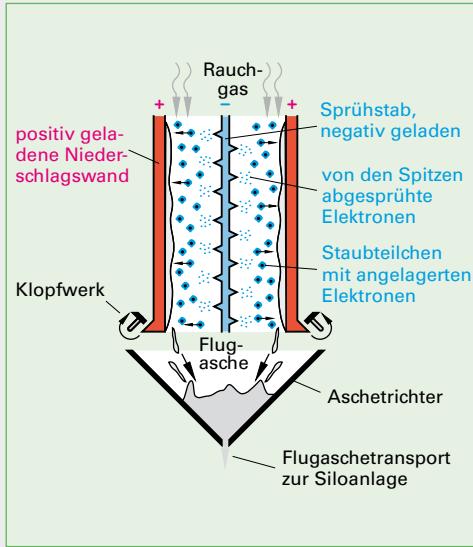


Bild 1: Funktionsschema eines Elektrofilters

- Welche elektrischen Teilchen ermöglichen einen elektrischen Stromfluss **a)** in Metallen und **b)** in leitenden Flüssigkeiten?
- a)** Nennen Sie die 5 Wirkungen des elektrischen Stromes und **b)** geben Sie je ein zugehöriges Anwendungsbeispiel an.
- Warum muss ein Strommesser einen sehr kleinen Widerstand, z.B.  $0,1\ \Omega$ , haben?
- Als Leitungs- und Geräteschutz müssen z.B. Schmelzsicherungen in den Leitungsweg eingebaut werden. Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen der Stromdichte  $J$  und der Temperatur  $\vartheta$  in den Leitungsadern und in der Schmelzsicherung, wenn der Strom unzulässig hoch wird.

- a)** Bestimmen Sie mittels Farbkennzeichnung den Widerstandswert in **Bild 2**.

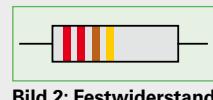


Bild 2: Festwiderstand

- b)** Welche Farbkennzeichnung hat ein Widerstand mit dem Widerstandswert  $47\ \text{k}\Omega \pm 5\%$ ?
- In elektronischen Schaltplänen werden häufig zur Fehlersuche Messpunkte mit Potenzialwerten angegeben. **a)** Bestimmen Sie in der Schaltung (**Bild 3**) an den Messpunkten 2, 3 und 4 die Potenzialwerte  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  und  $\varphi_4$  gegen Masse (Bezugspunkt) und **b)** ermitteln Sie die Spannung  $U_{34}$ .

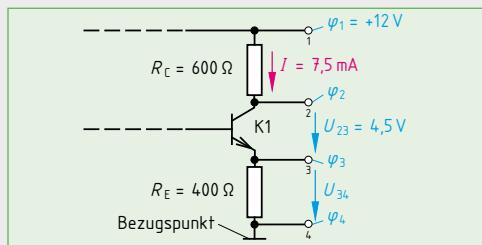
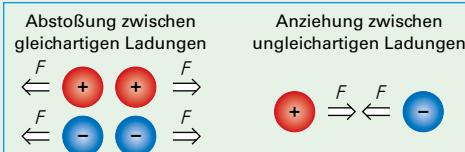


Bild 3: Schaltungsausschnitt

- Zeichnen Sie in einem Diagramm  $I = f(U)$  für eine Spannung von  $0\ \text{V}$  bis  $24\ \text{V}$  die Kennlinien für **a)**  $R_1 = 220\ \Omega$  und für **b)**  $R_2 = 330\ \Omega$  ein. **c)** Tragen Sie die Leistungshyperbel für  $1\ \text{W}$  ein und kennzeichnen Sie im Diagramm den Überlastbereich für beide Widerstände.
- Wie ändert sich die Stromstärke, wenn der Widerstand bei gleichbleibender Spannung den dreifachen Widerstandswert annimmt?
- Berechnen Sie bei Raumtemperatur den Widerstandswert einer zweiadriigen Kupferleitung mit einer Leitungslänge von  $30\ \text{m}$  und einem Leiterquerschnitt von  $1,5\ \text{mm}^2$ .
- Erklären Sie, warum Glühlampen gegen Ende ihrer Lebensdauer meist beim Einschalten durchbrennen.
- Was versteht man unter der Belastbarkeit eines elektrischen Widerstandes?
- An einem Heizwiderstand  $230\ \text{V}/800\ \text{W}$  wird die Spannung auf  $115\ \text{V}$  verringert. Welche Leistung nimmt der Widerstand (Heizwiderstand bleibt gleich) nun auf?
- Eine Cu-Spule ( $\alpha = 0,0039\ 1/\text{K}$ ) nimmt bei  $20^\circ\text{C}$  an DC  $12\ \text{V}$  eine Stromstärke von  $0,5\ \text{A}$  auf. Berechnen Sie die Stromaufnahme, wenn sich die Spule im Betrieb auf  $80^\circ\text{C}$  erwärmt.

1. a) Energie ist die Fähigkeit Arbeit zu verrichten.  
b) Energie lässt sich nicht erzeugen. Sie kann auch nicht vernichtet werden oder verloren gehen. Man kann Energie nur umwandeln (Energieerhaltungssatz).  
c) Energiearten sind:
  - Elektrische Energie
  - Mechanische Energie
  - Wärmeenergie
  - Lichtenergie
  - Chemische Energie
  - Kernenergie

2. a) Den entstandenen Ladungsträger nennt man Ion.  
b) Da ein Elektron fehlt, ist die Ladung des Ions positiv. Der Wert der Elementarladung beträgt  $Q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$ .
3. Zwischen elektrischen Ladungen bestehen Kraftwirkungen (**Bild 1**).

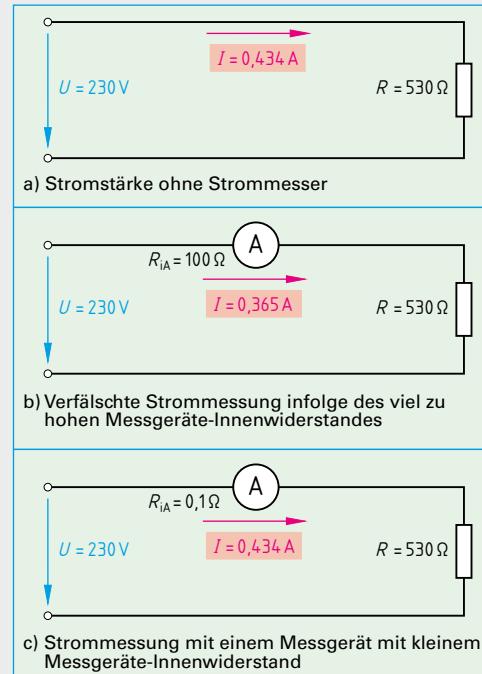


**Bild 1: Krafteinwirkungen zwischen elektrischen Ladungen**

Die durch Elektronen negativ aufgeladenen Staubteilchen werden von der positiv geladenen Wand angezogen, dann entladen (neutralisiert) und als Asche im Trichter gesammelt.

4. a) In Metallen ermöglichen die freien Elektronen den elektrischen Stromfluss.  
b) In leitenden Flüssigkeiten (Elektrolyte) ermöglichen positive und negative Ionen den elektrischen Stromfluss.
5. a) Wirkungen des elektrischen Stromes sind:
  - Wärmewirkung
  - Magnetische Wirkung
  - Lichtwirkung
  - Chemische Wirkung
  - Physiologische Wirkung  
b) Beispiele zu den Stromwirkungen sind:
  - Kochplatte, Durchlauferhitzer
  - Elektromotor, Elektromagnet
  - Glimmlampe, Leuchtstofflampe
  - Akkumulator, Elektrolyse
  - Elektomedizinische Geräte, Stromschlag
6. Damit die zu messende Stromstärke durch das Messgerät möglichst nicht verfälscht wird

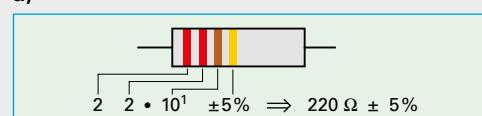
und der zusätzliche Energieverbrauch gering ist, muss der Messgeräte-Innenwiderstand  $R_{IA}$  eines Strommessers möglichst klein sein. Beispiel zum Vergleich siehe **Bild 2a bis 2c**:



**Bild 2: Stromstärkenvergleich**

7. Stromdichte  $J$  und Temperatur  $\vartheta$  sind direkt proportional. Der Strom bewirkt in dem sehr kleinen Drahtquerschnitt des Schmelzleiters (**Fachkunde Elektrotechnik, Kapitel: Schutz elektrischer Leitungen und Verbraucher**) eine sehr hohe Stromdichte. Deshalb ist die Temperatur im Schmelzleiter bedeutend höher als in der Leitungsader mit einem wesentlich größeren Querschnitt. Damit entsteht bei einem großen Strom, z. B. Kurzschlussstrom, im Schmelzleiter eine Temperatur, die zum sofortigen Durchschmelzen des Schmelzleiters führt.

8. a)



- b)  $47 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ :

1. Farbring (Nähe Anschlussdraht) gelb ⇒ 4
2. Farbring violett ⇒ 7
3. Farbring orange ⇒  $\cdot 10^3$
4. Farbring gold ⇒  $\pm 5\%$

# Lösungsvorschläge zu:

Fachkunde Elektrotechnik, Kapitel: Grundbegriffe der Elektrotechnik  
Lösungsbuch, Seite 8

9. a)  $U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 \Rightarrow \varphi_2 = \varphi_1 - U_{12} = \varphi_1 - (I \cdot R_C)$   
 $\varphi_2 = + 12 \text{ V} - (7,5 \text{ mA} \cdot 600 \Omega)$   
 $\varphi_2 = + 12 \text{ V} - 4,5 \text{ V} = + 7,5 \text{ V}$   
 $U_{23} = \varphi_2 - \varphi_3 \Rightarrow \varphi_3 = \varphi_2 - U_{23}$   
 $\varphi_3 = + 7,5 \text{ V} - 4,5 \text{ V} = 3 \text{ V}$   
 $\varphi_4 = \text{Potenzial des Bezugspunktes Masse}$   
 $\varphi_4 = 0 \text{ V} (\text{Bild 1})$
- b)  $U_{34} = \varphi_3 - \varphi_4$   
 $U_{34} = 3 \text{ V} - 0 \text{ V}$   
 $U_{34} = 3 \text{ V} (\text{Bild 1})$

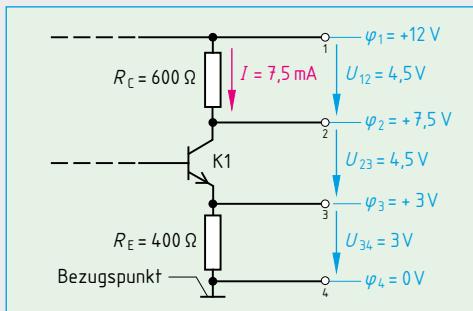


Bild 1: Potenzielle und Spannungen

10. a)  $R_1 = 220 \Omega$ : Für  $U = 24 \text{ V} \Rightarrow I = 109 \text{ mA}$   
b)  $R_2 = 330 \Omega$ : Für  $U = 24 \text{ V} \Rightarrow I = 73 \text{ mA}$   
c)  $P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U}$  Für  $P = 1\text{-W-Grenzbelastung}$  Spannungswerte vorgeben und dazugehörige Stromwerte errechnen, Bild 2.

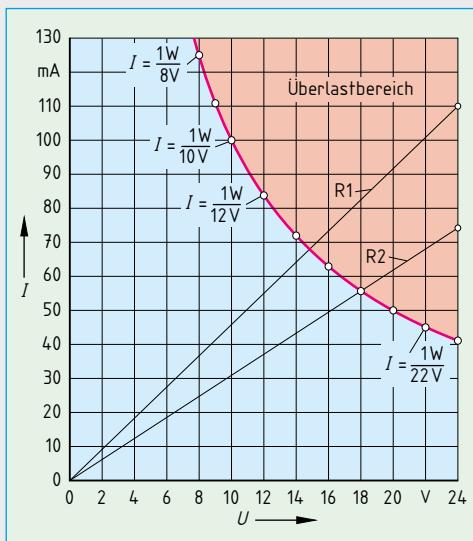


Bild 2: Widerstandskennlinien mit Leistungs-hyperbel für 1-Watt-Grenzbelastung

11. Nach dem ohmschen Gesetz verhalten sich Stromstärke und Widerstandswert bei gleich-

bleibender Spannung umgekehrt proportional. Ist der Widerstandswert 3 mal größer, so sinkt der Strom auf ein Drittel.

12.  $R_{20} = \frac{2 \cdot l}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 30 \text{ m}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 1,5 \text{ mm}} = 0,71 \Omega$

13. Nach längerer Betriebsdauer der Glühlampe wird durch Materialverdampfung der Drahtquerschnitt des Glühfadens geringer. Deshalb steigt die Stromdichte und somit die Temperatur im Betrieb an. Da der Metallfaden ein Kaltleiter ist, ist im Einschaltaugenblick der Metallfadenwiderstand wesentlich kleiner als im Betrieb bei sehr hoher Temperatur. Der Einschaltstrom (**Bild 3**) ist deshalb etwa 10 bis 15 mal größer als der Betriebsstrom und erhöht die Stromdichte zusätzlich, sodass der Glühfaden meist im Einschaltaugenblick durchbrennt.

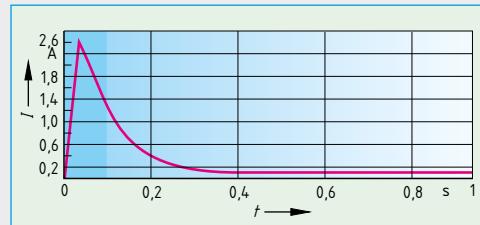


Bild 3: Stromverlauf beim Einschalten einer 40-W-Glühlampe an 230-V-Netzspannung

14. Unter Belastbarkeit eines elektrischen Widerstandes versteht man die maximal zulässige Leistung  $P_{max}$  (z. B. 0,5 W), die im Bauelement im Dauerbetrieb entstehen darf, ohne dass es Schaden nimmt.

15. Wird die Spannung halbiert, halbiert sich nach dem ohmschen Gesetz auch die Stromstärke. Entsprechend der Leistungsformel  $P = U \cdot I$  sinkt die Leistung  $P_2$  des Heizwiderstandes auf ein Viertel der Bemessungsleistung  $P_1$ .

$$P_2 = \frac{U}{2} \cdot \frac{I}{2} = \frac{P_1}{4} = \frac{800 \text{ W}}{4} = 200 \text{ W}$$

16.  $R_{20} = \frac{U}{I_{20}} = \frac{12 \text{ V}}{0,5 \text{ A}} = 24 \Omega$

$$R_{80} = R_{20} (1 + \alpha \cdot \Delta \vartheta)$$

$$R_{80} = 24 \Omega \left( 1 + 0,0039 \frac{1}{\text{K}} \cdot 60 \text{ K} \right)$$

$$R_{80} = 29,62 \Omega$$

$$I_{80} = \frac{U}{R_{80}} = \frac{12 \text{ V}}{29,62 \Omega} = 0,405 \text{ A}$$