



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

Arbeitsblätter Fachkunde Elektrotechnik

3. Auflage

Bearbeitet von Lehrern und Ingenieuren an beruflichen Schulen

Lektorat: Jürgen Manderla

Verlag Europa-Lehrmittel · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 31204

Autoren der Arbeitsblätter Fachkunde Elektrotechnik:

Käppel, Thomas	Münchberg
Manderla, Jürgen	Berlin
Tkotz, Klaus	Kronach

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Jürgen Manderla

Firmenverzeichnis und Warenzeichen:

Die Autoren und der Verlag bedanken sich bei den nachfolgenden Firmen und dem Bildautor für die Unterstützung

- **AEG Hausgeräte GmbH**, 90429 Nürnberg
- **AEG Kleinmotoren GmbH**, 26133 Oldenburg
- **Deutsches Kupferinstitut e.V.**, 40474 Düsseldorf
- **ECE-Ing. Ehlers & Co. Elektrogeräte GmbH**, 58515 Lüdenscheid-Bierbaum
- **Eltako GmbH**, 70736 Fellbach
- **Fluke Deutschland GmbH**, 34123 Kassel
- **GMC-I Gossen-Metrawatt GmbH**, 90471 Nürnberg
- **GÜDE GmbH & Co. KG**, 74549 Wolpertshausen
- © h368k742 – Fotolia.com
- **Hager Vertriebsgesellschaft mbH & Co. KG**, 66440 Blieskastel
- **Heinrich Kopp GmbH**, 63793 Kahl
- **HUGO BRENNENSTUHL GMBH & CO.**, 72074 Tübingen
- **Joh. Vaillant GmbH & Co. KG**, 42810 Remscheid
- © ludodesign – Fotolia.com
- **Moeller GmbH**, 53115 Bonn
- © Ozaiachin – shutterstock.com
- **Siemens AG**, 80333 München
- **Terfloth, Sebastian**, 01069 Dresden
- **Trafo-Schneider**, 79232 March-Buchheim
- © XONOVENTS – shutterstock.com

Nachdruck der Box Shots von Microsoft-Produkten mit freundlicher Erlaubnis der Microsoft Corporation.

Alle anderen Produkte, Warenzeichen, Schriftarten, Firmennamen und Logos sind Eigentum oder eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Eigentümer.

Bildbearbeitung:

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

3. Auflage 2018

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert bleiben.

ISBN 978-3-8085-3559-2

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

© 2018 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald
Umschlagfotos: Diana Talium – Fotolia.com (Bleistift, Radiergummi); Figur: Klaus Tkotz; Kleinsteuergerät LOGO!: Siemens AG; erdquadrat – Fotolia.com (Weltkugel); Multimeter: ZF Friedrichshafen AG
Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

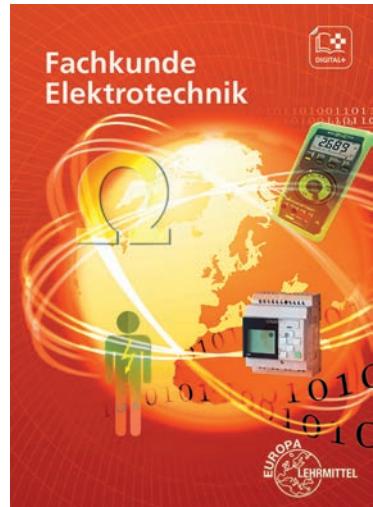
Liebe Leserin, lieber Leser,

die „Arbeitsblätter Fachkunde Elektrotechnik“ wenden sich hauptsächlich an Sie als Lernende der energietechnischen Elektroberufe. Diese Arbeitsblätter möchten das Arbeiten mit dem fachkundlichen Wissen der Elektrotechnik unterstützen.

Mithilfe der zu lösenden Aufgaben überprüfen Sie Ihr **fachliches Wissen** und erweitern so Ihre Kompetenzen, damit Sie handlungsorientierte, komplexe Aufgaben der beruflichen Praxis lösen können. Zusammen mit dem Buch „**Fachkunde Elektrotechnik**“, sowie mit den **Simulationen zur Elektrotechnik (SimElektro)** und den hier vorliegenden **Arbeitsblättern** können Sie selbstständig, auch außerhalb des Unterrichtes, elektrotechnische Themen bearbeiten oder sich auf fachkundliche Prüfungen vorbereiten. Auch können Lernprozesse, die im Unterricht nur angestoßen werden, mithilfe der Arbeitsblätter vertieft werden. Weiterhin können Sie sich mit den Aufgaben der Arbeitsblätter auf kommende Unterrichtsstunden vorbereiten.

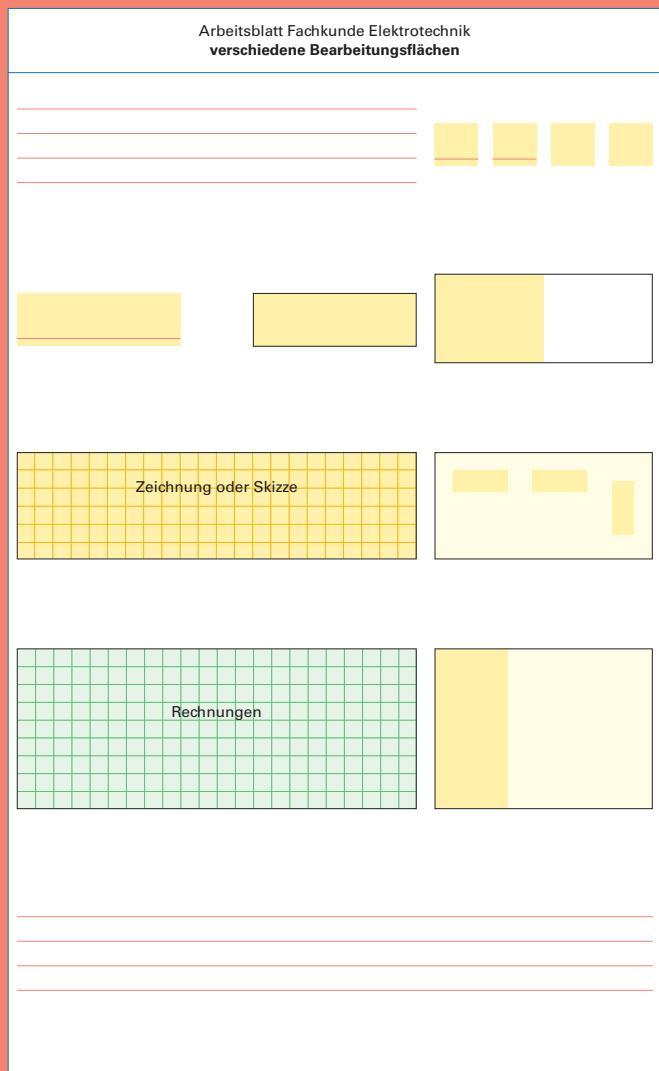
Eine besondere Bearbeitung kommt dem Themenkomplex **Basiskompetenzen** zu. Der Begriff der Basiskompetenz bezieht sich hier auf die fachlichen Bereiche des Lesens, der Mathematik, des technischen Zeichnens und Skizzierens, die zur Voraussetzung der Arbeit mit den Arbeitsblättern gehören. Sie sollten diese Aufgaben unbedingt zuerst bearbeiten, um eventuelle Probleme rechtzeitig zu erkennen.

Die vorliegende **3. Auflage** der Arbeitsblätter wurde so verbessert, dass die Texte besser lesbar sind. Es wurden zu ausgewählten Themen der Arbeitsblätter, z.B. dem Gleichstromkreis, die interaktiven Simulationen zur Elektrotechnik „**SimElektro Grundstufe 1.0**“ durch ein Icon mit der zutreffenden Simulationsnummer zugeordnet.



Hinweise zum Bearbeiten der Arbeitsblätter

- Diese Arbeitsblätter möchten Ihnen helfen, sich in die **Schwerpunkte** der elektrotechnischen Energietechnik, sowie ihrer Anwendungen einzuarbeiten. Das ist möglich, wenn Sie die Arbeitsblätter sorgfältig bearbeiten und vollständig ausfüllen.
- Die **Reihenfolge** des Bearbeitens der einzelnen Themen ist frei wählbar und kann so dem lernfeldorientierten Unterricht angepasst werden.
- Zur Unterstützung der Bearbeitung einzelner Themen können Sie zum besseren Verständnis die Simulationen **SimElektro**, die für PC, Mac und als App für Tablets erhältlich sind, einsetzen. Alle Seiten im Buch, bei denen die Simulationen eingesetzt werden können, sind mit dem SimElektro-Icon mit der entsprechenden Simulationsnummer gekennzeichnet.
- Eine kostenlose **Demoversion** finden Sie unter www.europa-lehrmittel.de/simelektro.
- Zum Ausfüllen verwenden Sie dort, wo Sie mit späteren Verbesserungen rechnen oder sich unsicher fühlen, z.B. bei Skizzen oder beim Lösen von Rechenaufgaben, einen **weichen Bleistift** (Härte HB bzw. B), damit Sie eventuell radieren können. Sie brauchen einen Radiergummi und Farbstifte in Rot und Blau.
- Kreuzen Sie zu Ihrer **Kontrolle** im Inhaltsverzeichnis die bearbeiteten Blätter nur dann an, wenn Sie wissen, dass die Lösungen der Aufgaben richtig sind.
- Die von Ihnen auszufüllenden **Zeilen** sind rötlich, die **Felder und Flächen** sind dunkelgelb bzw. durch hellgrüne Rechenkästchen markiert. Wenn Ihr Blatt bearbeitet ist, müssen also alle Markierungen bearbeitet sein.
- Sollten Sie eine Aufgabe nicht lösen können, gibt es ein ausführliches **Lösungsbuch**.



Ihre Meinung zu diesen Arbeitsblättern ist uns Autoren wichtig. Darum möchten wir Ihre Kritik, Ihre Verbesserungsvorschläge, aber auch Ihr Lob erfahren. Schreiben Sie uns unter: info@europa-lehrmittel.de.

Mit diesen Arbeitsblättern wünschen Ihnen das Autorenteam und der Verlag Europa-Lehrmittel viel Erfolg und wertvolle Anregungen für Ihre berufliche Tätigkeit.

Themenkomplex	Kon- trolle*	Blatt- Nr.	Seite	Thema
 0. Basiskompetenzen				0.1 8 Lesen von Fachtexten 1 0.2 9 Lesen von Fachtexten 2 0.3 10 Arbeiten mit Formelzeichen, Einheiten und -vorsätzen für physikalische Größen 0.4 11 Umstellen von Formeln 0.5 12 Arbeiten mit Funktionen, Formeln und Diagrammen 0.6 13 Hilfe zum Lösen von Rechenaufgaben 0.7 14 Rechnen mit Potenzen, Quadrat-Wurzeln und Winkelfunktionen 0.8 15 Zeichnen (1) 0.9 16 Zeichnen (2) 0.10 17 Zeichnen (3) 0.11 18 Zeichnen (4)
 1. Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz				1.1 19 Gesetze und Vorschriften sowie Erste Hilfe 1.2 20 Sicherheitszeichen 1.3 21 Die 5 Sicherheitsregeln 1.4 22 Elektrischer Schlag 1.5 23 Berührungsspannung und Körperstrom
 2. Grundbegriffe der Elektrotechnik				2.1 24 Elektrische Stromstärke 2.2 25 Stromkreisarten 2.3 26 Spannungen (1) 2.4 27 Spannungen (2), Potenziale 2.5 28 Elektrischer Widerstand 2.6 29 Ohmsches Gesetz (1) 2.7 30 Ohmsches Gesetz (2) 2.8 31 Elektrische Energie und Arbeit 2.9 32 Elektrische Leistung 2.10 33 Wirkungsgrad
 3. Grundschaltungen der Elektrotechnik				3.1 34 Reihenschaltung von Widerständen (1) 3.2 35 Reihenschaltung von Widerständen (2) 3.3 36 Berechnung von Vorwiderständen 3.4 37 Parallelschaltung von Widerständen (1) 3.5 38 Parallelschaltung von Widerständen (2) 3.6 39 Gemischte Schaltung und Ersatzwiderstand 3.7 40 Spannungsteiler (1) 3.8 41 Spannungsteiler (2) 3.9 42 Brückenschaltung (1) 3.10 43 Brückenschaltung (2) 3.11 44 Spannungsquellen (1) 3.12 45 Spannungsquellen (2)
4. Elektrisches Feld				4.1 46 Grundgesetze 4.2 47 Kondensator als Bauelement 4.3 48 Kondensator an Gleichspannung 4.4 49 Laden und Entladen von Kondensatoren (1) 4.5 50 Laden und Entladen von Kondensatoren (2)

* Abhaken, nur wenn das Thema bearbeitet und kontrolliert ist!

Themenkomplex	Kon-trolle*	Blatt-Nr.	Seite	Thema
 5. Magnetisches Feld				5.1 51 Magnete und magnetische Feldlinien (1) 5.2 52 Magnete und magnetische Feldlinien (2) 5.3 53 Elektromagnetismus (1) 5.4 54 Elektromagnetismus (2) 5.5 55 Magnetische Größen (1) 5.6 56 Magnetische Größen (2) 5.7 57 Magnetische Kennlinien 5.8 58 Stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld (1) 5.9 59 Stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld (2), Motorprinzip 5.10 60 Elektromagnetische Induktion, Prinzip 5.11 61 Elektromagnetische Induktion, Anwendungen
 6. Schaltungstechnik				6.1 62 Schaltungsunterlagen (1) 6.2 63 Schaltungsunterlagen (2) 6.3 64 Installationsschaltungen (1) 6.4 65 Installationsschaltungen (2) 6.5 66 Installationsschaltungen (3) 6.6 67 Installationsschaltungen (4) 6.7 68 Klingel- und Türöffneranlage 6.8 69 Elektromagnetische Schalter (1) 6.9 70 Elektromagnetische Schalter (2) 6.10 71 Grundschaltungen mit Schützen (1) 6.11 72 Grundschaltungen mit Schützen (2) 6.12 73 Steuerschaltungen mit Zeitrelais (1) 6.13 74 Steuerschaltungen mit Zeitrelais (2) 6.14 75 Treppenlicht-Schaltungen
 7. Wechselstromtechnik				7.1 76 Sinusförmige Wechselspannung, Kenngrößen (1) 7.2 77 Kenngrößen (2), Darstellungshilfen 7.3 78 Ideales Verhalten elektrischer Bauelemente (1) 7.4 79 Ideales Verhalten elektrischer Bauelemente (2) 7.5 80 Die Spule an Wechselspannung 7.6 81 Wechselstromleistungen 7.7 82 Aufgaben 7.8 83 Dreiphasenwechselspannung (1) 7.9 84 Dreiphasenwechselspannung (2) 7.10 85 Leistungen im Drehstromnetz (1) 7.11 86 Leistungen im Drehstromnetz (2) 7.12 87 Leiterfehler im Drehstromnetz (1) 7.13 88 Leiterfehler im Drehstromnetz (2) 7.14 89 Symmetrische Belastung in Drehstromnetzen 7.15 90 Unsymmetrische Last in Drehstromnetzen (1) 7.16 91 Unsymmetrische Last in Drehstromnetzen (2)
 8. Messtechnik				8.1 92 Analoge Messgeräte 8.2 93 Digitale Messgeräte (1) 8.3 94 Digitale Messgeräte (2) 8.4 95 Messen elektrischer Spannung (1) 8.5 96 Messen elektrischer Spannung (2) 8.6 97 Messen elektrischer Stromstärke (1) 8.7 98 Messen elektrischer Stromstärke (2) 8.8 99 Leistungsmessungen 8.9 100 Messen mit dem Oszilloskop (1) 8.10 101 Messen mit dem Oszilloskop (2) 8.11 102 Messen mit dem Oszilloskop (3)

* Abhaken, nur wenn das Thema bearbeitet und kontrolliert ist!

Themenkomplex	Kon-trolle*	Blatt-Nr.	Seite	Thema
				
9. Elektronik				
		9.1	103	Stromleitung in Halbleitern
		9.2	104	PN-Übergang und Diode
		9.3	105	Halbleiterwiderstände NTC, PTC und VDR (1)
		9.4	106	Halbleiterwiderstände NTC, PTC und VDR (2)
		9.5	107	Bipolare Transistoren (1)
		9.6	108	Bipolare Transistoren (2)
		9.7	109	Feldeffekttransistor (1)
		9.8	110	Feldeffekttransistor (2)
		9.9	111	Optoelektronische Sender und Empfänger (1)
		9.10	112	Optoelektronische Sender und Empfänger (2)
		9.11	113	Operationsverstärker (1)
		9.12	114	Operationsverstärker (2)
		9.13	115	Schaltalgebra (1)
		9.14	116	Schaltalgebra (2)
		9.15	117	Grundbegriffe der Digitaltechnik und logische Grundverknüpfungen (1)
		9.16	118	Grundbegriffe der Digitaltechnik und logische Grundverknüpfungen (2)
		9.17	119	Thyristor
		9.18	120	Triac und Diac
		9.19	121	Phasenanschnittsteuerung (1)
		9.20	122	Phasenanschnittsteuerung (2)
		9.21	123	Gleichrichterschaltungen (1)
		9.22	124	Gleichrichterschaltungen (2)
		9.23	125	Gedruckte Schaltungen (1)
		9.24	126	Gedruckte Schaltungen (2)
				
10. Elektrische Anlagen				
		10.1	127	Netzformen für die Elektroenergieübertragung und -verteilung
		10.2	128	Schmelzsicherungen (1)
		10.3	129	Schmelzsicherungen (2)
		10.4	130	Leitungsschutzschalter
		10.5	131	Thermisches Überlastrelais und Motorschutzschalter
		10.6	132	Leitungsberechnung (1)
		10.7	133	Leitungsberechnung (2)
		10.8	134	Leitungsberechnung (3)
		10.9	135	Leitungsberechnung (4)
		10.10	136	Zählerschrank mit Stromkreis- und Multimediaschalternator
		10.11	137	Verdrahtung im Verteilerfeld
				
11. Schutzmaßnahmen				
		11.1	138	Isolationsfehler (1)
		11.2	139	Isolationsfehler (2)
		11.3	140	Fachbegriffe: Schutz gegen elektrischen Schlag (1)
		11.4	141	Fachbegriffe: Schutz gegen elektrischen Schlag (2)
		11.5	142	Netzsysteme (1)
		11.6	143	Netzsysteme (2)
		11.7	144	Schutzzentralausgleich (1)
		11.8	145	Schutzzentralausgleich (2)
		11.9	146	Schutz durch autom. Abschaltung der Stromversorgung im TN-System
		11.10	147	Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) im TN-System
		11.11	148	Schutz durch autom. Abschalten der Stromversorgung im TT-System
		11.12	149	Schutz durch autom. Abschalten der Stromversorgung im IT-System

* Abhaken, nur wenn das Thema bearbeitet und kontrolliert ist!

Themenkomplex	Kon-trolle*	Blatt-Nr.	Seite	Thema
 12. Gebäudetechnische Anlagen				12.1 150 Lichttechnische Größen bei Beleuchtungsanlagen (1) 12.2 151 Lichttechnische Größen bei Beleuchtungsanlagen (2) 12.3 152 Lampen (1) 12.4 153 Lampen (2) 12.5 154 Elektrogeräte – Aufbau und Funktion (1) 12.6 155 Elektrogeräte – Aufbau und Funktion (2) 12.7 156 Prüfung von Elektrogeräten (1) 12.8 157 Prüfung von Elektrogeräten (2) 12.9 158 Dämpfung und Verstärkung in Antennenanlagen 12.10 159 Pegelrechnung in Antennenanlagen 12.11 160 Planung einer DVB-T/DVB-S/UKW-Antennenanlage (1) 12.12 161 Planung einer DVB-T/DVB-S/UKW-Antennenanlage (2) 12.13 162 Planung einer BK-Antennenanlage 12.14 163 Multimedia-Verkabelung 12.15 164 Telekommunikation (1) 12.16 165 Telekommunikation (2) 12.17 166 Blitzschutz (1) 12.18 167 Blitzschutz (2)
 13. Elektrische Maschinen				13.1 168 Aufbau und Arbeitsweise des Einphasentransformators 13.2 169 Betriebsverhalten des Einphasentransformators (1) 13.3 170 Betriebsverhalten des Einphasentransformators (2) 13.4 171 Übersetzungen beim Einphasentransformator (1) 13.5 172 Übersetzungen beim Einphasentransformator (2) 13.6 173 Berechnungen am Einphasentransformator 13.7 174 Drehfeld 13.8 175 Drehstrom-Asynchronmotor, Kurzschlussläufermotor (1) 13.9 176 Drehstrom-Asynchronmotor, Kurzschlussläufermotor (2) 13.10 177 Drehstrom-Asynchronmotor am Dreh- und Wechselstromnetz 13.11 178 Einschaltvorschriften und Stern-Dreieck-Anlassverfahren 13.12 179 Drehstrom-Asynchronmotor, elektrische Drehzahländerung 13.13 180 Kondensatormotor 13.14 181 Aufbau der Gleichstrommotoren 13.15 182 Arten von Gleichstrommotoren 13.16 183 Spaltpolmotor 13.17 184 Allgemeine Arbeitsweise der Elektromotoren 13.18 185 Motor-Leistungsschild, Klemmbrett und Netzanschluss (1) 13.19 186 Motor-Leistungsschild, Klemmbrett und Netzanschluss (2)
 14. Informationstechnik				14.1 187 Computersystem (1) 14.2 188 Computersystem (2) 14.3 189 PC-Mainboard (1) 14.4 190 PC-Mainboard (2) 14.5 191 Peripheriegeräte für Computer (1) 14.6 192 Peripheriegeräte für Computer (2) 14.7 193 Netzwerktechnik Grundlagen (1) 14.8 194 Netzwerktechnik Grundlagen (2) 14.9 195 Lokales Netzwerk nach Fast Ethernet-Standard planen 14.10 196 Lokales Netzwerk nach WLAN-Standard planen und umsetzen
 15. Automatisierungs-technik				15.1 197 Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) (1) 15.2 198 Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) (2) 15.3 199 Kleinsteuergeräte (1) 15.4 200 Kleinsteuergeräte (2) 15.5 201 Motorsteuerung mit SPS (1) 15.6 202 Motorsteuerung mit SPS (2) 15.7 203 Programmieren von Kleinsteuergeräten (1) 15.8 204 Programmieren von Kleinsteuergeräten (2) 15.9 205 Regelungstechnik Grundlagen (1) 15.10 206 Regelungstechnik Grundlagen (2)

* Abhaken, nur wenn das Thema bearbeitet und kontrolliert ist!



Um Fachtexte, z.B. in Fachbüchern, Arbeitsblättern, Texte im Internet oder auch Prüfungsaufgaben, zu verstehen, zu nutzen und die Informationen in der Praxis anzuwenden, muss man sie sorgfältig lesen. Bevor Sie den Text lesen, verschaffen Sie sich einen Überblick über den Text. So stellen Sie fest, was besonders wichtig ist.

1. Lesen Sie den Fachtext und beantworten Sie dann die Fragen a) bis f).

Die Leiterwerkstoffe Kupfer und Aluminium dienen dem verlustarmen Transport von elektrischer Energie zwischen Energieerzeugern und -verbrauchern (**Bild 1**), zur Stromleitung zwischen Bauelementen einer elektronischen Schaltung (**Bild 2**) und zur Informationsübertragung. Wegen des geringen spezifischen Gewichts gegenüber Kupfer wird Aluminium vorrangig für Freileitungsseile und Kabel verwendet, nicht aber für Installationsleitungen, wie z.B. Mantelleitungen (NYM).



Bild 1: Kupferkabel zur Elektroenergieübertragung

Leiterwerkstoffe müssen als wichtige Eigenschaft eine große elektrische Leitfähigkeit haben. Die elektrische Leitfähigkeit hängt von der Anzahl der freien Elektronen (Leitungselektronen) und ihrer Beweglichkeit ab. Diese werden von der Werkstoffreinheit, vom Herstellungsverfahren und von der LeiterTemperatur beeinflusst.

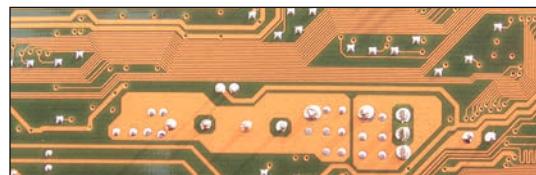


Bild 2: Unteransicht einer Leiterplatte

Kupfer (Cu). Für die große elektrische Leitfähigkeit von Kupfer ist ein Reinheitsgrad von etwa 99,98% notwendig. Mithilfe elektrolytischer Verfahren wird Katodenkupfer hergestellt. Durch nachfolgendes Umschmelzen entsteht dann das in der Elektrotechnik vorrangig eingesetzte Elektrolytkupfer. Elektrolytkupfer wird z.B. für Leitungen, Kabel, Stromschienen, Wickeldrähte und für Leiterbahnen in gedruckten Schaltungen verwendet. Im Elektromaschinenbau wird Kupfer z.B. für Wicklungen und Stromwender eingesetzt.

Aluminium (Al). Bei einem Reinheitsgrad zwischen 99,5% und 99,99% beträgt die elektrische Leitfähigkeit nur etwa 60% der Leitfähigkeit von Kupfer. Trotzdem werden z.B. Stromschienen aus Aluminium hergestellt. Da Aluminium unter Druck „fließt“, das bedeutet, es weicht dem Druck aus, können sich Klemmverbindungen lockern, sodass Schweiß- oder spezielle Pressverbindungen notwendig sind. Wegen der elektrochemischen Korrosion ist eine direkte Verbindung von Aluminium und Kupfer zu vermeiden.

a) Welche Aufgaben erfüllen die Leiterwerkstoffe Kupfer und Aluminium in der Elektrotechnik?

b) Welche wichtige Eigenschaft muss ein Leiterwerkstoff haben?

c) Wie wird die große elektrische Leitfähigkeit von Kupfer erreicht?

d) Warum wird meist Aluminium bevorzugt und nicht Kupfer für Freileitungsseile verwendet?

e) Warum lockern sich allmählich die Klemmverbindungen von Aluminiumleitern?

f) Warum darf man Aluminium nicht direkt mit Kupfer mechanisch verbinden?



Um elektrotechnische Formeln verstehen und Rechenaufgaben lösen zu können, muss man den physikalischen Größen, z.B. der Spannung, das festgelegte Formelzeichen mit der zugehörigen Einheit zuordnen können. Wichtig ist auch, dass man beim Rechnen mit physikalischen Größen die Einheitsvorsätze beachtet.

Einheitsvorsatz
Größe z.B. $U = 1 \text{ mV}$
Zahlenwert Einheit

1. Ergänzen Sie die **Tabelle 1** nach dem vorgegebenen Beispiel bei Kraft.

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen physikalischer Größe, Formelzeichen und Einheit

physikalische Größe	Formelzeichen*	Einheitenname	Einheit (Einheitenzeichen)
Kraft	<i>F</i>	Newton	N
Masse			
Temperatur		Grad Celsius	
Zeit			s
Länge		Meter	
Durchmesser	<i>d</i>		
Querschnittsfläche		Quadratmillimeter	
Stromstärke	<i>I</i>		
Spannung		Volt	
ohmscher Widerstand			Ω
elektrische Leitfähigkeit		—	$\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$
elektrische Arbeit	<i>W</i>		
elektrische (Wirk-)Leistung			
elektrische Kapazität	<i>C</i>	Farad	

* Hinweis: Formelzeichen werden nach DIN 1313 *kursiv*, z.B. *U*, geschrieben.

2. Ergänzen Sie die **Tabelle 2** nach dem vorgegebenen Beispiel.

Tabelle 2: Vergrößernde und verkleinernde Einheitsvorsätze

Vorsatz-zeichen	Vorsatz-name	Faktor als		Beispiele
		Zehnerpotenz	Dezimalzahl oder -bruch	
k	Kilo	10^3	1 000	$380 \text{ kV} = 380 \cdot 10^3 \text{ V} = 380\,000 \text{ V}$
M				$50 \text{ MW} =$ W
G				$4 \text{ GWh} =$ Wh
d				$20 \text{ dm} =$ m
c				$0,63 \text{ cm} =$ m
m				$44 \text{ m}\Omega =$ Ω
μ				$60 \mu\text{F} =$ F
n				$2000 \text{ nF} =$ F



In der Elektrotechnik ist das Arbeiten mit Formeln unerlässlich.
Wichtig ist das Umstellen nach einer gesuchten Größe.

$$\begin{aligned} \text{z.B. } U &= I \cdot R \\ I &= \frac{U}{R} \\ R &= \frac{U}{I} \end{aligned}$$

Stellen Sie in der **Tabelle** die gegebenen Formeln aus der Mechanik und der Elektrotechnik nach den gesuchten Größen um.

Tabelle: Formeln der Mechanik und der Elektrotechnik (Beispiele)

Formel	Umstellung 1	Umstellung 2	Umstellung 3
$W = F \cdot s$	$s = \frac{W}{F}$	$F = \frac{W}{s}$	/
$F = m \cdot g \cdot h$	$m =$	$g =$	$h =$
$P = \frac{W}{t}$	$W =$	$t =$	/
$P = \frac{F \cdot s}{t}$	$F =$	$s =$	$t =$
$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$	$d^2 =$	$d =$	/
$Q = n \cdot e$	$n =$	$e =$	/
$U_{21} = \varphi_2 - \varphi_1$	$\varphi_2 =$	$\varphi_1 =$	/
$I = \frac{Q}{t}$	$t =$	$Q =$	/
$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$	$I_2 =$	$I_4 =$	$I_3 =$
$R = \frac{l}{\gamma \cdot A}$	$A =$	$\gamma =$	$l =$
$I = \frac{U}{R}$	$R =$	$U =$	/
$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$	$U_1 =$	$U_2 =$	$R_1 =$
$P = U \cdot I$	$I =$	$U =$	/
$P = \frac{U^2}{R}$	$U^2 =$	$U =$	$R =$
$W = U \cdot I \cdot t$	$I =$	$U =$	$t =$
$P = I^2 \cdot R$	$I^2 =$	$I =$	$R =$



Schaltzeichen sind in der Elektrotechnik sehr wichtig, da diese im Zusammenwirken die Funktion einer Schaltung zeigen. Deshalb ist es in Ihrer Ausbildung notwendig das Zeichnen, Skizzieren und Erkennen von Schaltzeichen zu üben.

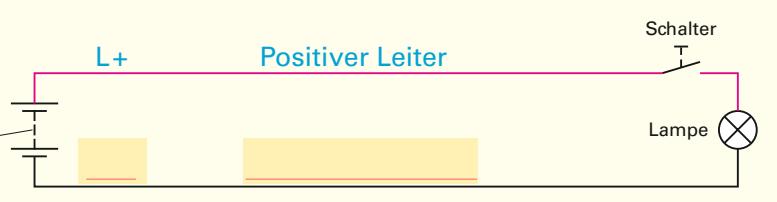
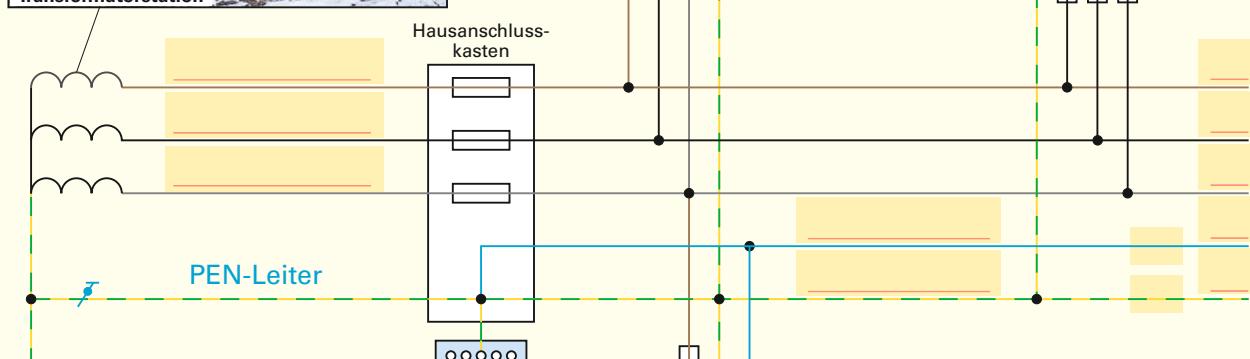
9. Vervollständigen Sie die folgende **Tabelle**. Skizzieren Sie das jeweilige Schaltzeichen in vorgesehenen Feldern. Erklären Sie, um welches Schaltzeichen es sich handelt.

Schaltzeichen	Schaltzeichen-Übungen					Bedeutung
						<p>Wechsel-Schalter</p>



In der Elektrotechnik gibt es drei grundlegende Arten von Stromkreisen. Man unterscheidet Gleichstromkreise, Einphasen-Wechselstromkreise und Dreiphasen-Wechselstromkreise.

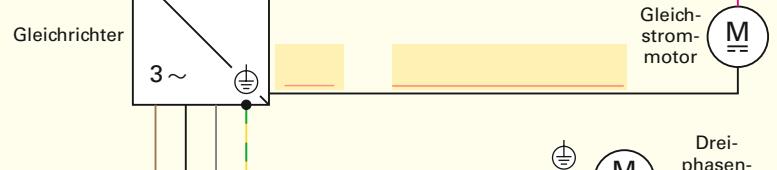
Ergänzen Sie in den Stromkreisarten (z.B. im Gleichstromkreis) die ausführlichen Leiterbenennungen mit deren Kurzbezeichnungen und die Leiter-Kennzeichnungen.

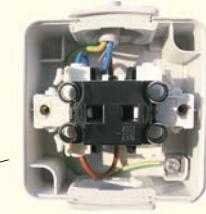

Gleichstromkreise

Dreiphasen-Wechselstromkreise

Fehlerstrom-Schutzschalter

Schutzkontaktsteckdose

Anstelle der schwarzen Ader bei 5-adrigen Leitungen kann bei 3-adrigen Leitungen die blaue Ader verwendet werden.


Einphasen-Wechselstromkreise

Abzweigdose

Ausschalter



Ein Vorwiderstand hat die Aufgabe den Bemessungsstrom von Verbrauchern zu begrenzen. Wird der Bemessungsstrom eines Verbrauchers überschritten, so kann er zerstört werden. Vorwiderstände werden grundsätzlich so berechnet, dass an ihnen die Spannungsdifferenz zwischen Betriebsspannung und Verbraucherspannung vorhanden sein muss.

In allen Schaltungen (**Bilder 1–5**) ist der Vorwiderstand R_1 zu berechnen und nach der Normreihe E12 auszuwählen.

Normreihe E12: 1,0 1,2 1,5 1,8 2,2 2,7 3,3 3,9 4,7 5,6 6,8 8,2

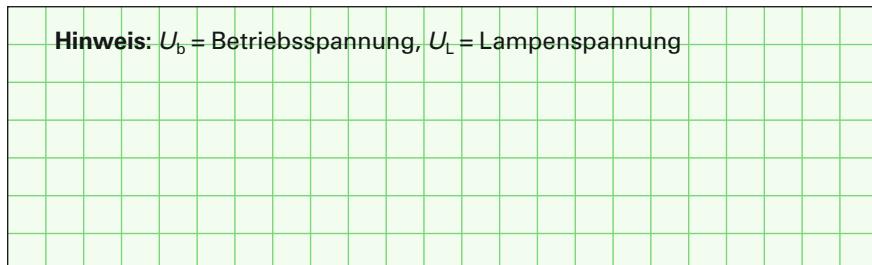
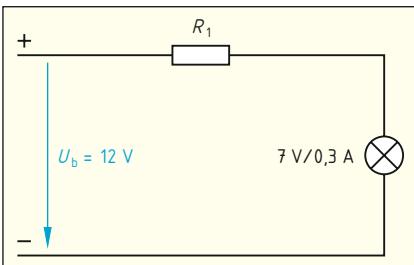


Bild 1: Leuchte mit Vorwiderstand

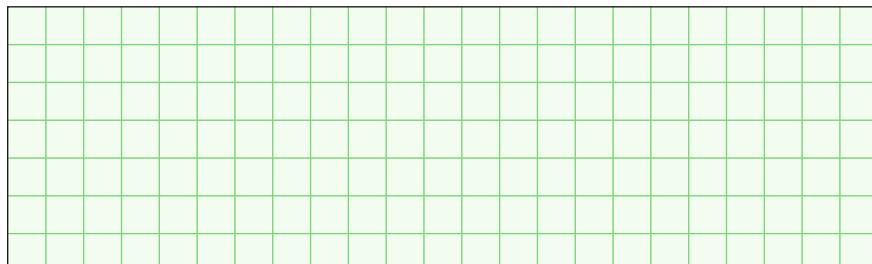
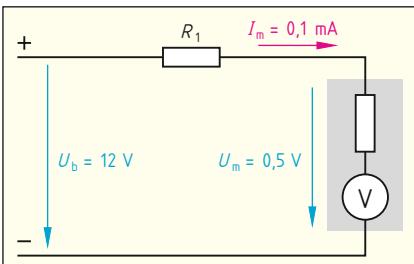


Bild 2: Spannungsmesser mit Vorwiderstand

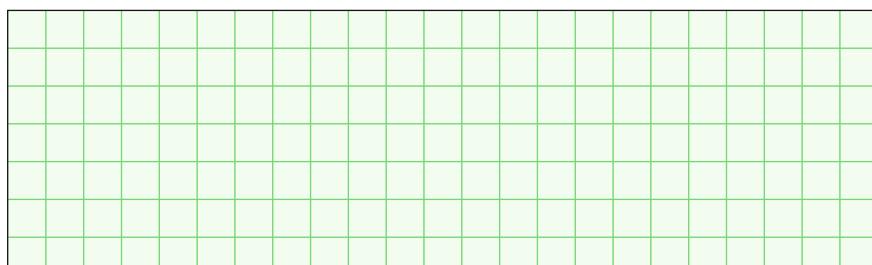
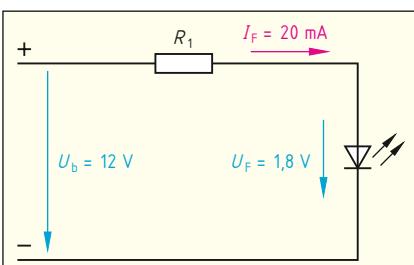


Bild 3: LED mit Vorwiderstand

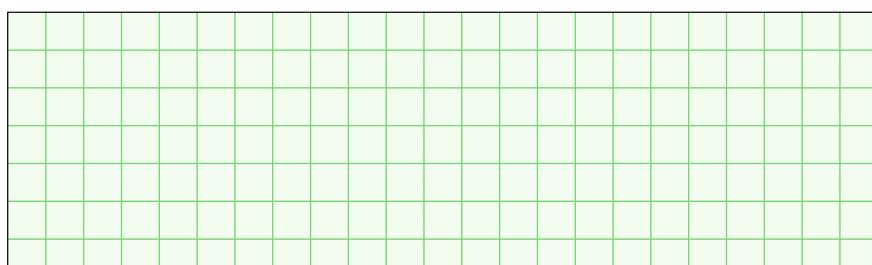
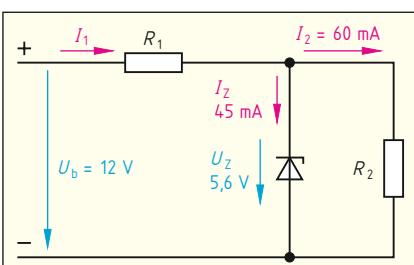


Bild 4: Z-Diode mit Vorwiderstand

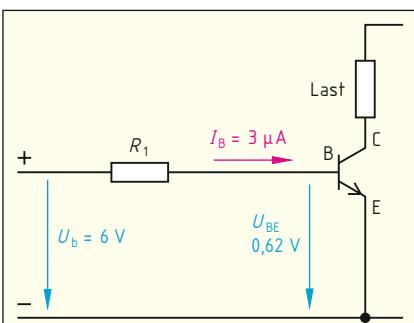


Bild 5: Transistor mit Vorwiderstand



1. Ein Elektroniker soll mithilfe eines Spannungs- und Strommesser-Zeigermessgerätes (**Bild**) Kondensatoren, z.B. $100 \mu\text{F}$, auf ihre Funktionstüchtigkeit testen. Beschreiben Sie, wie der Zeiger des Strom- und Spannungsmessers für die Fälle **a**, **b** und **c**) reagiert? Ergänzen Sie die **Tabelle**.

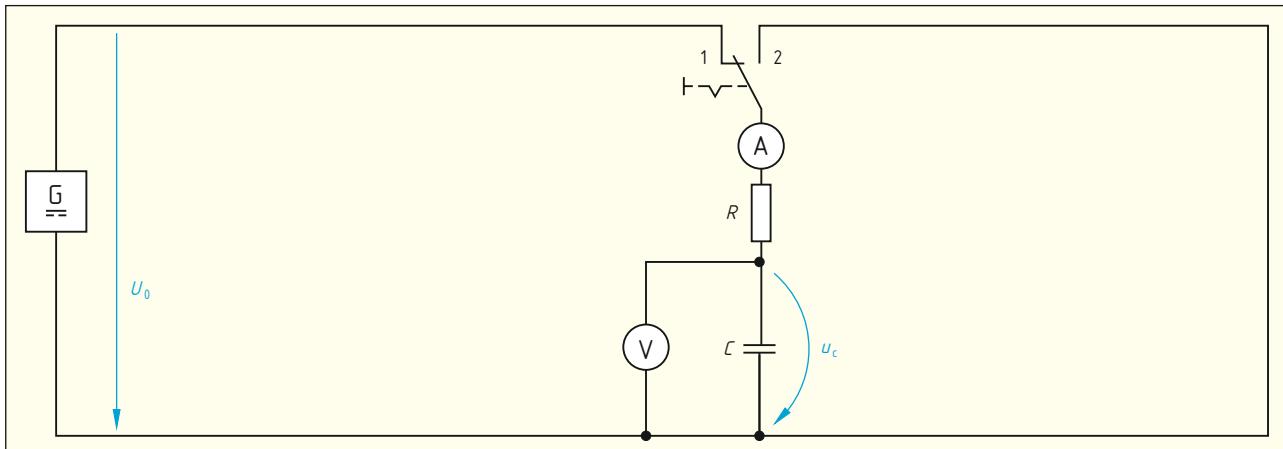


Bild: Prüfen eines Kondensators

Tabelle: Verhalten eines Kondensators im intakten und defekten Zustand				
Zustand des Kondensators	Strommesser Schalterstellung 1	Strommesser Schalterstellung 2	Spannungsmesser Schalterstellung 1	Spannungsmesser Schalterstellung 2
a) Kondensator ist in Ordnung				
b) Kondensator defekt, da Dielektrikum durchschlagen				
c) Zuleitung am Widerstand R unterbrochen				

2. Erklären Sie das Verhalten des Kondensators in der Prüfschaltung (**Bild**)
a) im Einschaltmoment, **b)** am Ende der Aufladung und **c)** beim Entladen.

- a)** _____

- b)** _____

- c)** _____



1. Das Prinzip eines Generators im Querschnitt zeigt **Bild 1**. Erklären Sie die Wirkungsweise des Generators.

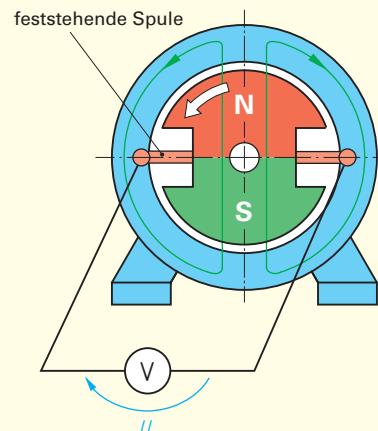


Bild 1: Generatorprinzip

2. Erklären Sie mit dem Induktionsprinzip und der lenzschen Regel, warum der Strom in einer Schützspule, z.B. bei AC 24 V, wesentlich kleiner ist, als in derselben Spule bei DC 24 V (**Bild 2**).

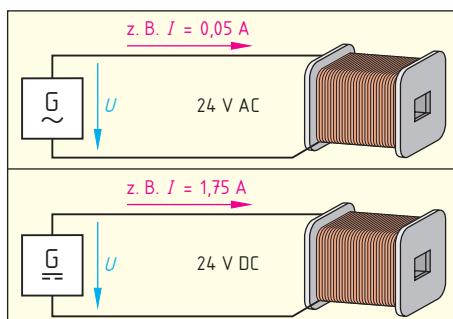


Bild 2: Spule an AC und an DC

3. Das Prinzip eines Transformators zeigt **Bild 3**. Erklären Sie warum in Spule 2 eine Spannung induziert wird.

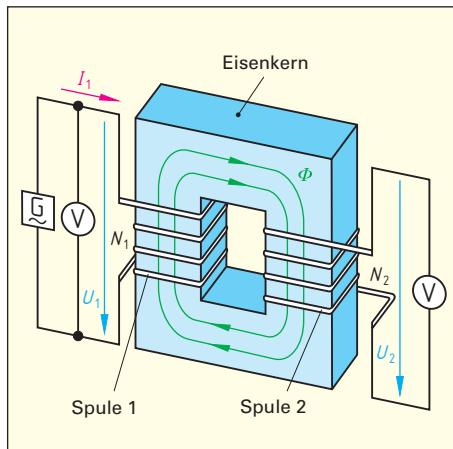


Bild 3: Transformatorprinzip

4. Berechnen Sie die Spannung U_2 in der Spule 2 mit $N_2 = 50$ Windungen, wenn an Spule 1 mit $N_1 = 900$ Windungen eine Wechselspannung $U_1 = 230$ V anliegt.

Geg.:	
Ges.:	
Lösung:	

5. Erklären Sie das Prinzip der Wirbelstrombremsen eines ICE-3-DB-Zuges, die beim Bremsen des Zuges auf ca. 7 mm über die Schienen abgesenkt und von Strom durchflossen werden (**Bild 4**).



Bild 4: Wirbelstrombremse eines ICE-3-DB-Zuges (aktiviert)



In der Steuerungstechnik werden elektromagnetische Schalter (**Bild 1**) benötigt. Damit kann man in einem Steuerstromkreis mit einem kleinen Steuerstrom von z.B. 100 mA einen großen Laststrom von z.B. 25 A in einem Hauptstromkreis schalten. In Abhängigkeit von der Größe des geschalteten Stromes kommen dabei entweder Schütze oder Relais zum Einsatz. Für die praktische Anwendung von elektromagnetischen Schaltern sollte deren prinzipieller Aufbau und vor allem die genormten Anschlussbezeichnungen bekannt sein.

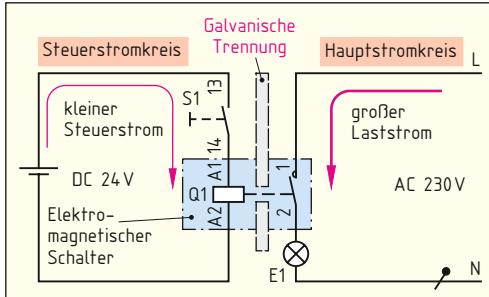


Bild 1: Elektromagnetischer Schalter

1. a) Benennen Sie die in **Bild 2 a** nummerierten Teile des Schützes und b) ergänzen Sie die Anschlussbezeichnungen in **Bild 2 b**.
c) Welche Aufgabe hat der im Eisenkern eingebrachte Kurzschlussring (Ziffer 4) zu erfüllen?

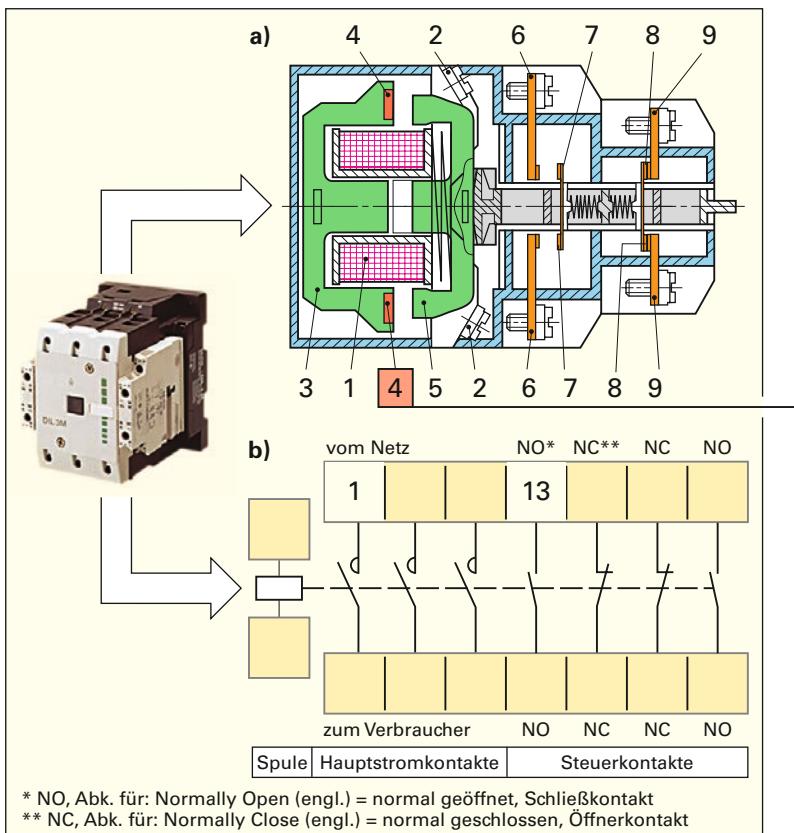


Bild 2: Schaltzeichen und Anschlüsse eines Schützes

2. Zeichnen Sie im **Bild 3** die Leitungen und Kontakte des Steuerstromkreises rot nach.

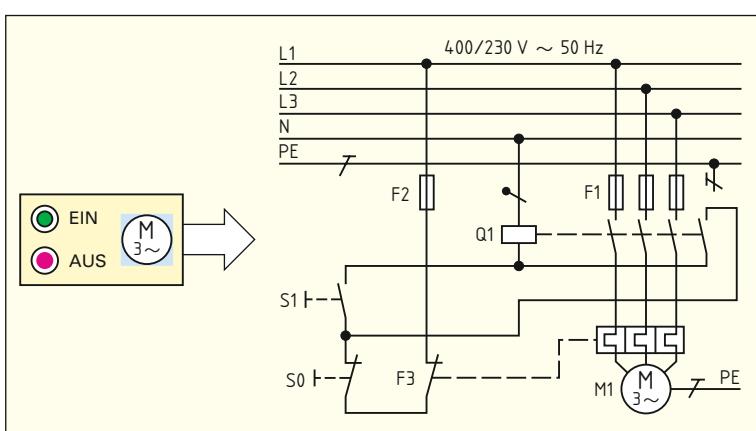


Bild 3: Schützschaltung

3. Nennen Sie Vorteile für die Anwendungen von Schaltungen mit Schützen.

-
-
-
-
-
-
-
-



Gleichrichterschaltungen werden zur Umwandlung von Wechselstrom oder Drehstrom in Gleichstrom benötigt. Die zur Gleichrichtung verwendeten Halbleiterbauelemente nennt man auch Ventile. Bei ungesteuerten Gleichrichtern (**Bild a**) sind dies Dioden, während man bei gesteuerten Gleichrichtern, z. B. Thyristoren (**Bild b**), verwendet. Bei gesteuerten Gleichrichtern kann man mit einer Steuerspannung die Größe der Gleichspannung am Ausgang der Gleichrichterschaltung bestimmen.

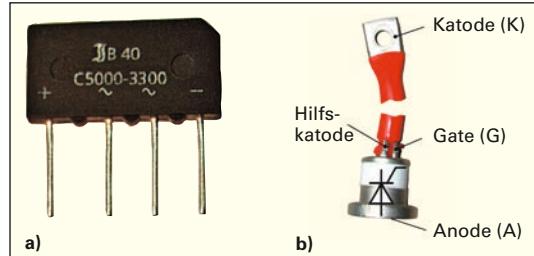


Bild: a) Ungesteuerter und b) gesteuerter Gleichrichter

1. Geben Sie die Bezeichnungen für Gleichrichterschaltungen zu folgenden Kurzzeichen an.

E1U: _____

B2U: _____

B6C: _____

2. Ergänzen Sie in der **Tabelle** die Schaltung, das Kurzzeichen und den Spannungsverlauf an der Last.

Tabelle: Gleichrichterschaltungen		
Schaltung	Kurz-zeichen	Spannungsverlauf an der Last
 Einpuls-Einwegschaltung		
 Zweipuls-Mittelpunktschaltung		
 Zweipuls-Brückenschaltung		
 Sechspuls-Brückenschaltung		



Ein Zählerschrank mit Stromkreis- und Multimediateile kann neben Messung und Verteilung der Elektroenergie auf verschiedene Stromkreise auch als multimediale Zentrale in einem Gebäude genutzt werden. Weiterhin können Baugruppen und Anschlüsse für die Informationstechnik, Telekommunikation und Gebäudeautomation eingebaut sein.

1. Benennen Sie fachgerecht

- a) die im Zähler- und Verteilerfeld im Bild mit den Ziffern 1 bis 12 gekennzeichneten Bauteile und Baugruppen und
- b) die im Multimediateile im Bild mit den Ziffern 13 bis 18 gekennzeichneten Bauteile, Baugruppen und Anschlüsse.

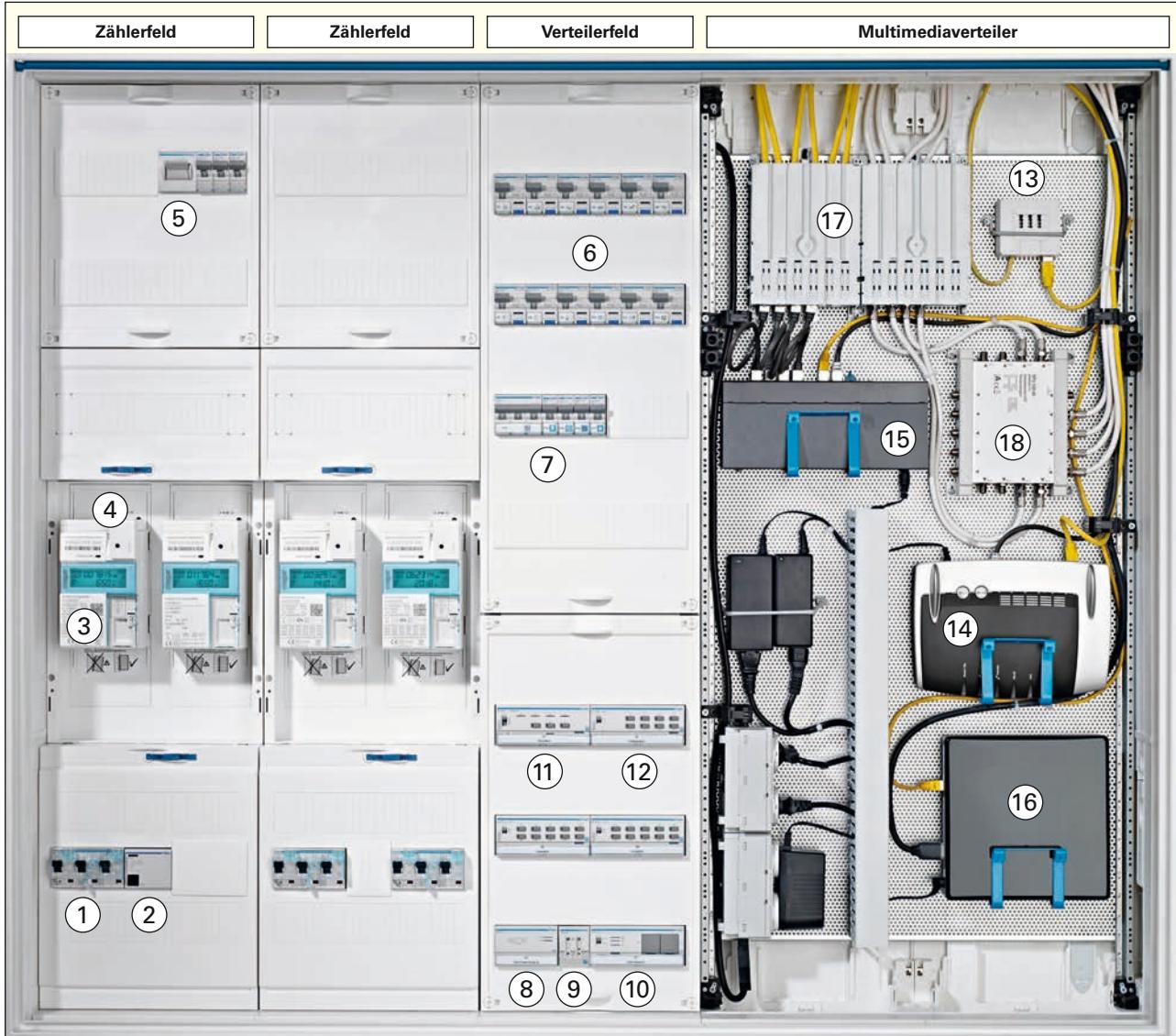


Bild: Zählerschrank eines Zweifamilienwohnhauses mit Stromkreis- und Multimediateile

- a)
- (1) _____
 - (2) **Überspannungsableiter**
 - (3) _____
 - (4) _____
 - (5) _____
 - (6) _____
 - (7) _____
 - (8) _____
 - (9) _____
 - (10) _____

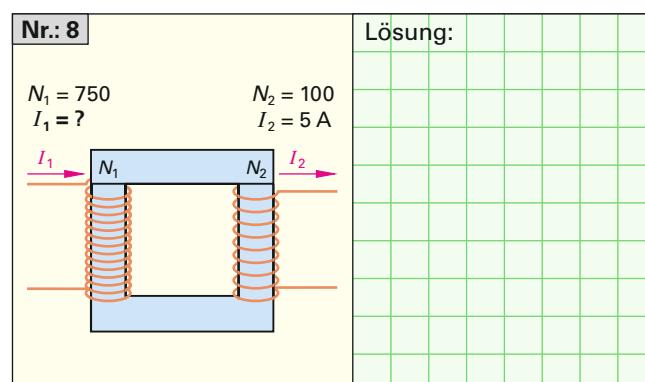
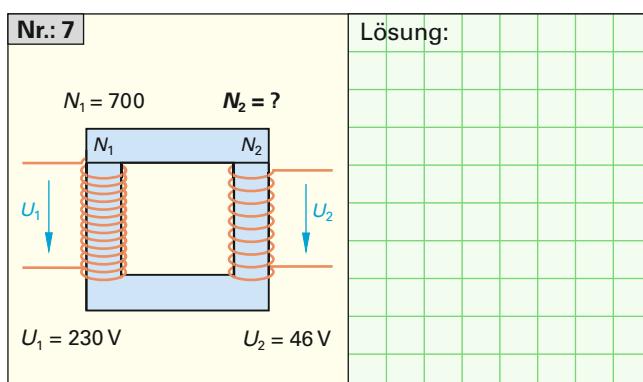
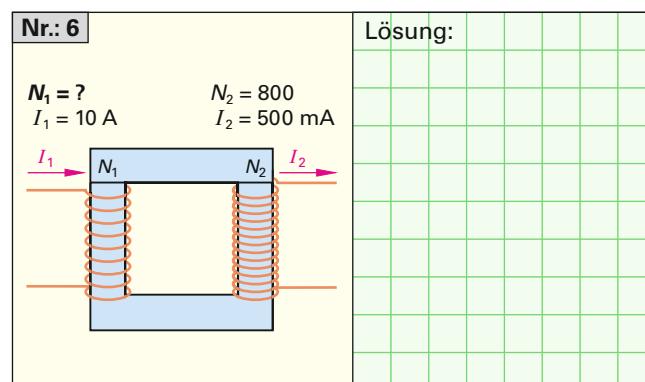
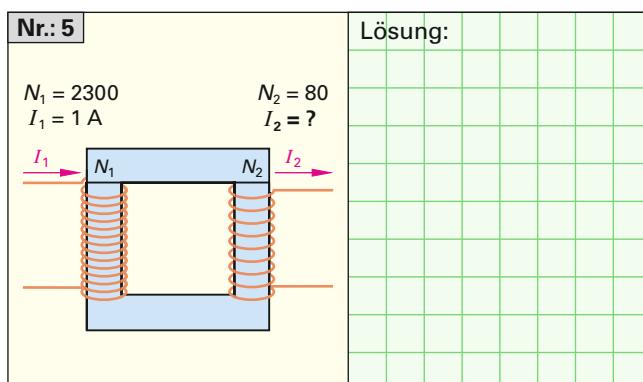
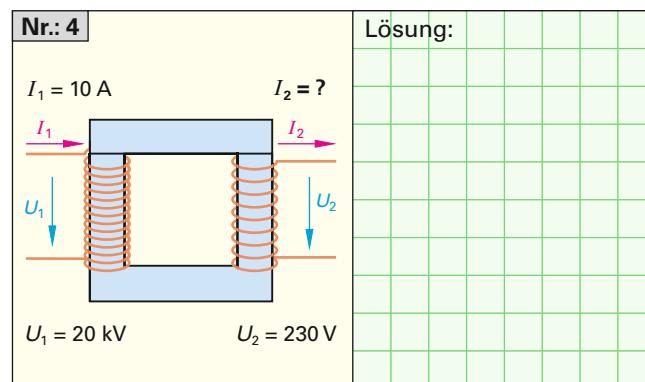
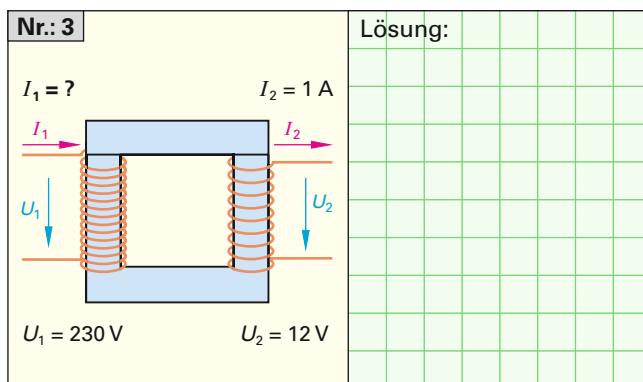
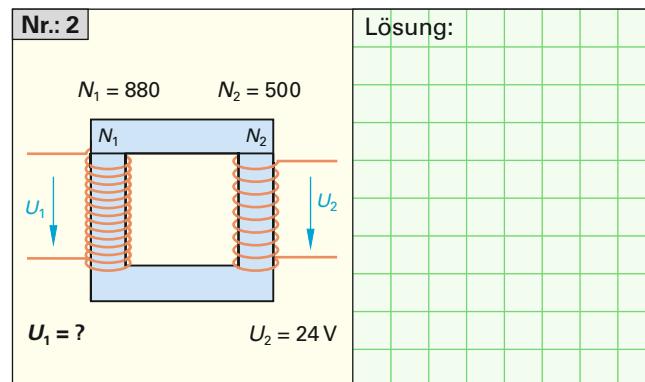
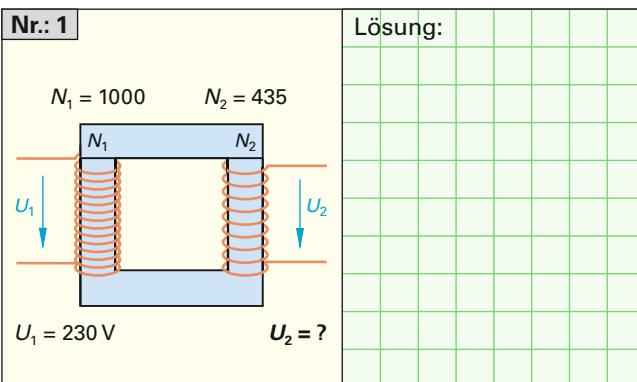
- (11) _____
- (12) _____

- b)
- (13) _____
 - (14) _____
 - (15) **Netzwerk-Switch**
 - (16) _____
 - (17) _____
 - (18) _____



Mithilfe eines Transformators kann man die verschiedensten Spannungen erzeugen, die sich mit der Formel zur Spannungsübersetzung auch berechnen lassen. Infolge der Spannungsübersetzung ändern sich dann auch die Ströme in den Wicklungen.

Berechnen Sie aus den angegebenen Werten der Transformatoren Nr. 1 bis Nr. 8 den Wert der jeweils gesuchten Größe.
Hinweis: Die Verluste des Transfomators sind zu vernachlässigen.



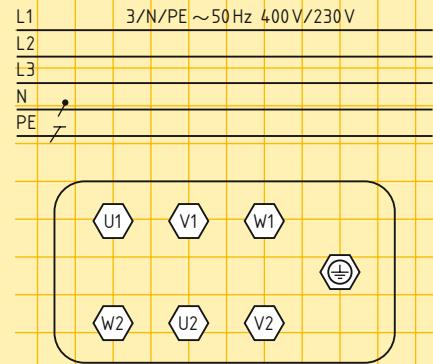
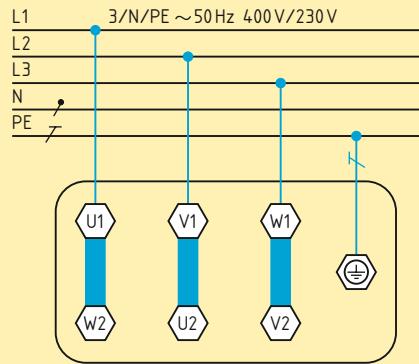


Mithilfe des Motor-Leistungsschildes und des Klemmbrettes eines Elektromotors kann man den Motortyp bestimmen und z.B. Spannungsangaben entnehmen, um den Motor an das vorhandene Verteilungsnetz anzuschließen.

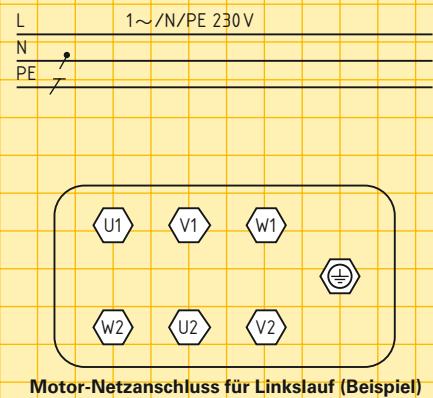
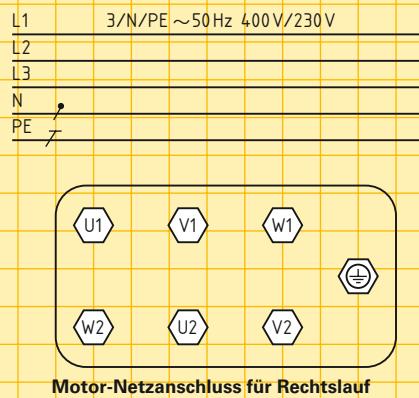
Bestimmen Sie mithilfe des Motor-Leistungsschildes den Motortyp und schließen Sie den Motor an das vorgegebene Verteilernetz an. Beachten Sie die Drehrichtung (Schutzeinrichtungen sind zu vernachlässigen).

Hersteller	
3 ~ Motor	Nr.
△ 400 V	10,7 A
5,5 kW S1	$\cos \varphi = 0,88$
1450/min	50 Hz
Th. Cl. 155 (F)	IP 55
DIN VDE 0530	EN 60034

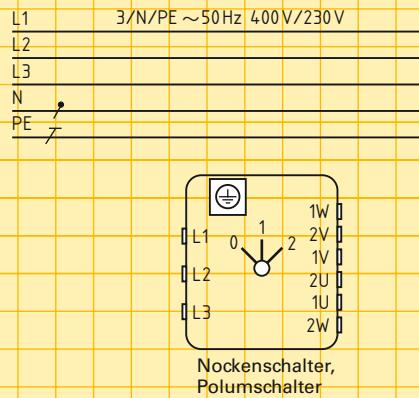
Drehstrom Asynchronmotor mit Kurzschlussläufer



Hersteller	
3 ~ Motor	Nr.
230/400 V	1,9 A
0,75 kW S1	$\cos \varphi = 0,8$
1440/min	50 Hz
Th. Cl. 155 (F)	IP 55
DIN VDE 0530	EN 60034



Hersteller	
3 ~ Motor	
△/YY 400 V	4,3/5,6 A
2/2,8 kW S1	$\cos \varphi = 0,8$
1460/2850/min	50 Hz
Th. Cl. 155 (F)	IP 64
DIN VDE 0530	EN 60034



Hersteller	
1 ~ Motor	KM 2140-2
230 V	8,1 A
1,25 kW S1	$\cos \varphi = 0,95$
1380/min	50 Hz
C _B 40 µF/400 V	IP 55
Th. Cl. 130 (B)	
DIN VDE 0530	EN 60034

