



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
Düsseldorfer Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 31204

Autoren der Arbeitsblätter Fachkunde Elektrotechnik:

Käppel, Thomas	Münchberg
Manderla, Jürgen	Berlin
Tkatz, 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
 - © **Ozaichin – shutterstock.com**
 - **Siemens AG**, 80333 München
 - **Terfloth, Sebastian**, 01069 Dresden
 - **Trafo-Schneider**, 79232 March-Buchheim
 - © **XONOVETS – 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 Tkatz; Kleinsteuergerät LOGO!: Siemens AG; erdquadrat – Fotolia.com (Weltkugel); Multimeter: ZF Friedrichshafen AG

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

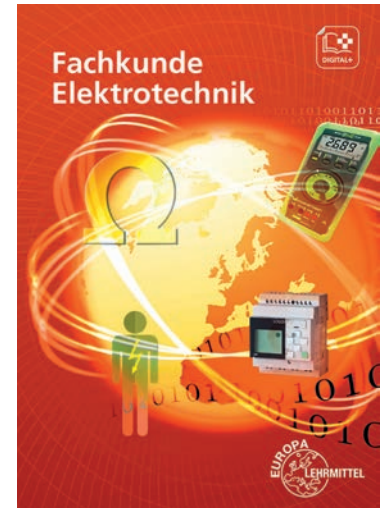
Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

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.




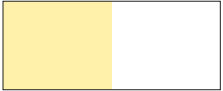
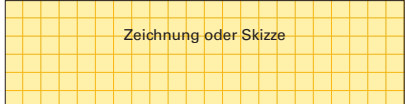
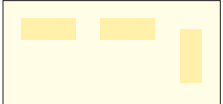
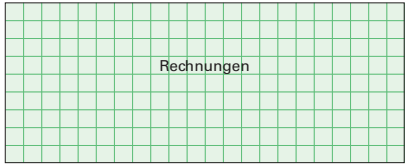
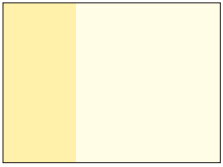
Eine besondere Bearbeitung kommt dem Themenkomplex **Basiskompetenzen** zu. Der Begriff der Basiskompetenz bezieht sich hier auf die fachlichen Bereiche des Lesens, der Mathematik, des technischen Zeichnens und Skizzierens, die zur Voraussetzung der Arbeit mit den Arbeitsblättern gehören. Sie sollten 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**.





Arbeitsblatt Fachkunde Elektrotechnik verschiedene Bearbeitungsflächen	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
  	
 <p>Zeichnung oder Skizze</p>	
 <p>Rechnungen</p>	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

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	<input type="checkbox"/>	0.1	8	Lesen von Fachtexten 1
	<input type="checkbox"/>	0.2	9	Lesen von Fachtexten 2
	<input type="checkbox"/>	0.3	10	Arbeiten mit Formelzeichen, Einheiten und -vorsätzen für physikalische Größen
	<input type="checkbox"/>	0.4	11	Umstellen von Formeln
	<input type="checkbox"/>	0.5	12	Arbeiten mit Funktionen, Formeln und Diagrammen
	<input type="checkbox"/>	0.6	13	Hilfe zum Lösen von Rechenaufgaben
	<input type="checkbox"/>	0.7	14	Rechnen mit Potenzen, Quadrat-Wurzeln und Winkelfunktionen
	<input type="checkbox"/>	0.8	15	Zeichnen (1)
	<input type="checkbox"/>	0.9	16	Zeichnen (2)
	<input type="checkbox"/>	0.10	17	Zeichnen (3)
	<input type="checkbox"/>	0.11	18	Zeichnen (4)
 1. Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	<input type="checkbox"/>	1.1	19	Gesetze und Vorschriften sowie Erste Hilfe
	<input type="checkbox"/>	1.2	20	Sicherheitszeichen
	<input type="checkbox"/>	1.3	21	Die 5 Sicherheitsregeln
	<input type="checkbox"/>	1.4	22	Elektrischer Schlag
	<input type="checkbox"/>	1.5	23	Berührungsspannung und Körperstrom
 2. Grundbegriffe der Elektrotechnik	<input type="checkbox"/>	2.1	24	Elektrische Stromstärke
	<input type="checkbox"/>	2.2	25	Stromkreisarten
	<input type="checkbox"/>	2.3	26	Spannungen (1)
	<input type="checkbox"/>	2.4	27	Spannungen (2), Potenziale
	<input type="checkbox"/>	2.5	28	Elektrischer Widerstand
	<input type="checkbox"/>	2.6	29	Ohmsches Gesetz (1)
	<input type="checkbox"/>	2.7	30	Ohmsches Gesetz (2)
	<input type="checkbox"/>	2.8	31	Elektrische Energie und Arbeit
	<input type="checkbox"/>	2.9	32	Elektrische Leistung
	<input type="checkbox"/>	2.10	33	Wirkungsgrad
 3. Grundsaltungen der Elektrotechnik	<input type="checkbox"/>	3.1	34	Reihenschaltung von Widerständen (1)
	<input type="checkbox"/>	3.2	35	Reihenschaltung von Widerständen (2)
	<input type="checkbox"/>	3.3	36	Berechnung von Vorwiderständen
	<input type="checkbox"/>	3.4	37	Parallelschaltung von Widerständen (1)
	<input type="checkbox"/>	3.5	38	Parallelschaltung von Widerständen (2)
	<input type="checkbox"/>	3.6	39	Gemischte Schaltung und Ersatzwiderstand
	<input type="checkbox"/>	3.7	40	Spannungsteiler (1)
	<input type="checkbox"/>	3.8	41	Spannungsteiler (2)
	<input type="checkbox"/>	3.9	42	Brückenschaltung (1)
	<input type="checkbox"/>	3.10	43	Brückenschaltung (2)
	<input type="checkbox"/>	3.11	44	Spannungsquellen (1)
	<input type="checkbox"/>	3.12	45	Spannungsquellen (2)
 4. Elektrisches Feld	<input type="checkbox"/>	4.1	46	Grundgesetze
	<input type="checkbox"/>	4.2	47	Kondensator als Bauelement
	<input type="checkbox"/>	4.3	48	Kondensator an Gleichspannung
	<input type="checkbox"/>	4.4	49	Laden und Entladen von Kondensatoren (1)
	<input type="checkbox"/>	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	<input type="checkbox"/>	5.1	51	Magnete und magnetische Feldlinien (1)
	<input type="checkbox"/>	5.2	52	Magnete und magnetische Feldlinien (2)
	<input type="checkbox"/>	5.3	53	Elektromagnetismus (1)
	<input type="checkbox"/>	5.4	54	Elektromagnetismus (2)
	<input type="checkbox"/>	5.5	55	Magnetische Größen (1)
	<input type="checkbox"/>	5.6	56	Magnetische Größen (2)
	<input type="checkbox"/>	5.7	57	Magnetische Kennlinien
	<input type="checkbox"/>	5.8	58	Stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld (1)
	<input type="checkbox"/>	5.9	59	Stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld (2), Motorprinzip
	<input type="checkbox"/>	5.10	60	Elektromagnetische Induktion, Prinzip
	<input type="checkbox"/>	5.11	61	Elektromagnetische Induktion, Anwendungen
 6. Schaltungstechnik	<input type="checkbox"/>	6.1	62	Schaltungsunterlagen (1)
	<input type="checkbox"/>	6.2	63	Schaltungsunterlagen (2)
	<input type="checkbox"/>	6.3	64	Installationsschaltungen (1)
	<input type="checkbox"/>	6.4	65	Installationsschaltungen (2)
	<input type="checkbox"/>	6.5	66	Installationsschaltungen (3)
	<input type="checkbox"/>	6.6	67	Installationsschaltungen (4)
	<input type="checkbox"/>	6.7	68	Klingel- und Türöffneranlage
	<input type="checkbox"/>	6.8	69	Elektromagnetische Schalter (1)
	<input type="checkbox"/>	6.9	70	Elektromagnetische Schalter (2)
	<input type="checkbox"/>	6.10	71	Grundsaltungen mit Schützen (1)
	<input type="checkbox"/>	6.11	72	Grundsaltungen mit Schützen (2)
	<input type="checkbox"/>	6.12	73	Steuerschaltungen mit Zeitrelais (1)
	<input type="checkbox"/>	6.13	74	Steuerschaltungen mit Zeitrelais (2)
	<input type="checkbox"/>	6.14	75	Treppenlicht-Schaltungen
 7. Wechselstromtechnik	<input type="checkbox"/>	7.1	76	Sinusförmige Wechselspannung, Kenngrößen (1)
	<input type="checkbox"/>	7.2	77	Kenngrößen (2), Darstellungshilfen
	<input type="checkbox"/>	7.3	78	Ideales Verhalten elektrischer Bauelemente (1)
	<input type="checkbox"/>	7.4	79	Ideales Verhalten elektrischer Bauelemente (2)
	<input type="checkbox"/>	7.5	80	Die Spule an Wechselspannung
	<input type="checkbox"/>	7.6	81	Wechselstromleistungen
	<input type="checkbox"/>	7.7	82	Aufgaben
	<input type="checkbox"/>	7.8	83	Dreiphasenwechselspannung (1)
	<input type="checkbox"/>	7.9	84	Dreiphasenwechselspannung (2)
	<input type="checkbox"/>	7.10	85	Leistungen im Drehstromnetz (1)
	<input type="checkbox"/>	7.11	86	Leistungen im Drehstromnetz (2)
	<input type="checkbox"/>	7.12	87	Leiterfehler im Drehstromnetz (1)
	<input type="checkbox"/>	7.13	88	Leiterfehler im Drehstromnetz (2)
	<input type="checkbox"/>	7.14	89	Symmetrische Belastung in Drehstromnetzen
	<input type="checkbox"/>	7.15	90	Unsymmetrische Last in Drehstromnetzen (1)
	<input type="checkbox"/>	7.16	91	Unsymmetrische Last in Drehstromnetzen (2)
 8. Messtechnik	<input type="checkbox"/>	8.1	92	Analoge Messgeräte
	<input type="checkbox"/>	8.2	93	Digitale Messgeräte (1)
	<input type="checkbox"/>	8.3	94	Digitale Messgeräte (2)
	<input type="checkbox"/>	8.4	95	Messen elektrischer Spannung (1)
	<input type="checkbox"/>	8.5	96	Messen elektrischer Spannung (2)
	<input type="checkbox"/>	8.6	97	Messen elektrischer Stromstärke (1)
	<input type="checkbox"/>	8.7	98	Messen elektrischer Stromstärke (2)
	<input type="checkbox"/>	8.8	99	Leistungsmessungen
	<input type="checkbox"/>	8.9	100	Messen mit dem Oszilloskop (1)
	<input type="checkbox"/>	8.10	101	Messen mit dem Oszilloskop (2)
	<input type="checkbox"/>	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

<input type="checkbox"/>	9.1	103	Stromleitung in Halbleitern
<input type="checkbox"/>	9.2	104	PN-Übergang und Diode
<input type="checkbox"/>	9.3	105	Halbleiterwiderstände NTC, PTC und VDR (1)
<input type="checkbox"/>	9.4	106	Halbleiterwiderstände NTC, PTC und VDR (2)
<input type="checkbox"/>	9.5	107	Bipolare Transistoren (1)
<input type="checkbox"/>	9.6	108	Bipolare Transistoren (2)
<input type="checkbox"/>	9.7	109	Feldeffekttransistor (1)
<input type="checkbox"/>	9.8	110	Feldeffekttransistor (2)
<input type="checkbox"/>	9.9	111	Optoelektronische Sender und Empfänger (1)
<input type="checkbox"/>	9.10	112	Optoelektronische Sender und Empfänger (2)
<input type="checkbox"/>	9.11	113	Operationsverstärker (1)
<input type="checkbox"/>	9.12	114	Operationsverstärker (2)
<input type="checkbox"/>	9.13	115	Schaltalgebra (1)
<input type="checkbox"/>	9.14	116	Schaltalgebra (2)
<input type="checkbox"/>	9.15	117	Grundbegriffe der Digitaltechnik und logische Grundverknüpfungen (1)
<input type="checkbox"/>	9.16	118	Grundbegriffe der Digitaltechnik und logische Grundverknüpfungen (2)
<input type="checkbox"/>	9.17	119	Thyristor
<input type="checkbox"/>	9.18	120	Triac und Diac
<input type="checkbox"/>	9.19	121	Phasenanschnittsteuerung (1)
<input type="checkbox"/>	9.20	122	Phasenanschnittsteuerung (2)
<input type="checkbox"/>	9.21	123	Gleichrichterschaltungen (1)
<input type="checkbox"/>	9.22	124	Gleichrichterschaltungen (2)
<input type="checkbox"/>	9.23	125	Gedruckte Schaltungen (1)
<input type="checkbox"/>	9.24	126	Gedruckte Schaltungen (2)



10. Elektrische Anlagen





<input type="checkbox"/>	10.1	127	Netzformen für die Elektroenergieübertragung und -verteilung
<input type="checkbox"/>	10.2	128	Schmelzsicherungen (1)
<input type="checkbox"/>	10.3	129	Schmelzsicherungen (2)
<input type="checkbox"/>	10.4	130	Leitungsschutzschalter
<input type="checkbox"/>	10.5	131	Thermisches Überlastrelais und Motorschutzschalter
<input type="checkbox"/>	10.6	132	Leitungsberechnung (1)
<input type="checkbox"/>	10.7	133	Leitungsberechnung (2)
<input type="checkbox"/>	10.8	134	Leitungsberechnung (3)
<input type="checkbox"/>	10.9	135	Leitungsberechnung (4)
<input type="checkbox"/>	10.10	136	Zählerschrank mit Stromkreis- und Multimediaverteiler
<input type="checkbox"/>	10.11	137	Verdrahtung im Verteilerfeld



11. Schutzmaßnahmen

<input type="checkbox"/>	11.1	138	Isolationsfehler (1)
<input type="checkbox"/>	11.2	139	Isolationsfehler (2)
<input type="checkbox"/>	11.3	140	Fachbegriffe: Schutz gegen elektrischen Schlag (1)
<input type="checkbox"/>	11.4	141	Fachbegriffe: Schutz gegen elektrischen Schlag (2)
<input type="checkbox"/>	11.5	142	Netzsysteme (1)
<input type="checkbox"/>	11.6	143	Netzsysteme (2)
<input type="checkbox"/>	11.7	144	Schutzpotenzialausgleich (1)
<input type="checkbox"/>	11.8	145	Schutzpotenzialausgleich (2)
<input type="checkbox"/>	11.9	146	Schutz durch autom. Abschaltung der Stromversorgung im TN-System
<input type="checkbox"/>	11.10	147	Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) im TN-System
<input type="checkbox"/>	11.11	148	Schutz durch autom. Abschalten der Stromversorgung im TT-System
<input type="checkbox"/>	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	<input type="checkbox"/>	12.1	150	Lichttechnische Größen bei Beleuchtungsanlagen (1)
	<input type="checkbox"/>	12.2	151	Lichttechnische Größen bei Beleuchtungsanlagen (2)
	<input type="checkbox"/>	12.3	152	Lampen (1)
	<input type="checkbox"/>	12.4	153	Lampen (2)
	<input type="checkbox"/>	12.5	154	Elektrogeräte – Aufbau und Funktion (1)
	<input type="checkbox"/>	12.6	155	Elektrogeräte – Aufbau und Funktion (2)
	<input type="checkbox"/>	12.7	156	Prüfung von Elektrogeräten (1)
	<input type="checkbox"/>	12.8	157	Prüfung von Elektrogeräten (2)
	<input type="checkbox"/>	12.9	158	Dämpfung und Verstärkung in Antennenanlagen
	<input type="checkbox"/>	12.10	159	Pegelrechnung in Antennenanlagen
	<input type="checkbox"/>	12.11	160	Planung einer DVB-T/DVB-S/UKW-Antennenanlage (1)
	<input type="checkbox"/>	12.12	161	Planung einer DVB-T/DVB-S/UKW-Antennenanlage (2)
	<input type="checkbox"/>	12.13	162	Planung einer BK-Antennenanlage
	<input type="checkbox"/>	12.14	163	Multimedia-Verkabelung
	<input type="checkbox"/>	12.15	164	Telekommunikation (1)
	<input type="checkbox"/>	12.16	165	Telekommunikation (2)
	<input type="checkbox"/>	12.17	166	Blitzschutz (1)
	<input type="checkbox"/>	12.18	167	Blitzschutz (2)
 13. Elektrische Maschinen	<input type="checkbox"/>	13.1	168	Aufbau und Arbeitsweise des Einphasentransformators
	<input type="checkbox"/>	13.2	169	Betriebsverhalten des Einphasentransformators (1)
	<input type="checkbox"/>	13.3	170	Betriebsverhalten des Einphasentransformators (2)
	<input type="checkbox"/>	13.4	171	Übersetzungen beim Einphasentransformator (1)
	<input type="checkbox"/>	13.5	172	Übersetzungen beim Einphasentransformator (2)
	<input type="checkbox"/>	13.6	173	Berechnungen am Einphasentransformator
	<input type="checkbox"/>	13.7	174	Drehfeld
	<input type="checkbox"/>	13.8	175	Drehstrom-Asynchronmotor, Kurzschlussläufermotor (1)
	<input type="checkbox"/>	13.9	176	Drehstrom-Asynchronmotor, Kurzschlussläufermotor (2)
	<input type="checkbox"/>	13.10	177	Drehstrom-Asynchronmotor am Dreh- und Wechselstromnetz
	<input type="checkbox"/>	13.11	178	Einschaltvorschriften und Stern-Dreieck-Anlassverfahren
	<input type="checkbox"/>	13.12	179	Drehstrom-Asynchronmotor, elektrische Drehzahländerung
	<input type="checkbox"/>	13.13	180	Kondensatormotor
	<input type="checkbox"/>	13.14	181	Aufbau der Gleichstrommotoren
	<input type="checkbox"/>	13.15	182	Arten von Gleichstrommotoren
	<input type="checkbox"/>	13.16	183	Spaltpolmotor
	<input type="checkbox"/>	13.17	184	Allgemeine Arbeitsweise der Elektromotoren
	<input type="checkbox"/>	13.18	185	Motor-Leistungsschild, Klemmbrett und Netzanschluss (1)
	<input type="checkbox"/>	13.19	186	Motor-Leistungsschild, Klemmbrett und Netzanschluss (2)
 14. Informationstechnik	<input type="checkbox"/>	14.1	187	Computersystem (1)
	<input type="checkbox"/>	14.2	188	Computersystem (2)
	<input type="checkbox"/>	14.3	189	PC-Mainboard (1)
	<input type="checkbox"/>	14.4	190	PC-Mainboard (2)
	<input type="checkbox"/>	14.5	191	Peripheriegeräte für Computer (1)
	<input type="checkbox"/>	14.6	192	Peripheriegeräte für Computer (2)
	<input type="checkbox"/>	14.7	193	Netzwerktechnik Grundlagen (1)
	<input type="checkbox"/>	14.8	194	Netzwerktechnik Grundlagen (2)
	<input type="checkbox"/>	14.9	195	Lokales Netzwerk nach Fast Ethernet-Standard planen
	<input type="checkbox"/>	14.10	196	Lokales Netzwerk nach WLAN-Standard planen und umsetzen
 15. Automatisierungstechnik	<input type="checkbox"/>	15.1	197	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) (1)
	<input type="checkbox"/>	15.2	198	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) (2)
	<input type="checkbox"/>	15.3	199	Kleinsteuergeräte (1)
	<input type="checkbox"/>	15.4	200	Kleinsteuergeräte (2)
	<input type="checkbox"/>	15.5	201	Motorsteuerung mit SPS (1)
	<input type="checkbox"/>	15.6	202	Motorsteuerung mit SPS (2)
	<input type="checkbox"/>	15.7	203	Programmieren von Kleinsteuergeräten (1)
	<input type="checkbox"/>	15.8	204	Programmieren von Kleinsteuergeräten (2)
	<input type="checkbox"/>	15.9	205	Regelungstechnik Grundlagen (1)
	<input type="checkbox"/>	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).

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.

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.



Bild 1: Kupferkabel zur Elektroenergieübertragung

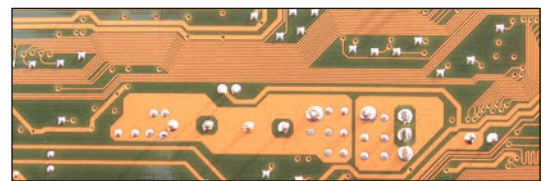


Bild 2: Unteransicht einer Leiterplatte

- 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 Einheitenvorsätze beachtet.

Einheitenvorsatz
Größe $U = 1 \text{ mV}$
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	F	Newton	N
Masse			
Temperatur		Grad Celsius	
Zeit			s
Länge		Meter	
Durchmesser	d		
Querschnittsfläche		Quadratmillimeter	
Stromstärke	I		
Spannung		Volt	
ohmscher Widerstand			Ω
elektrische Leitfähigkeit		—	$\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$
elektrische Arbeit	W		
elektrische (Wirk-)Leistung			
elektrische Kapazität	C	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 Einheitenvorsätze				
Vorsatz- zeichen	Vorsatz- name	Faktor als		Beispiele
		Zehnerpotenz	Dezimalzahl oder -bruch	
k	Kilo	10^3	1 000	380 kV = $380 \cdot 10^3 \text{ V}$ = 380 000 V
M				50 MW = W
G				4 GWh = Wh
d				20 dm = m
c				0,63 cm = m
m				44 mΩ = Ω
μ				60 μF = F
n				2000 nF = F



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

z.B. $U = I \cdot R$
 $I = \frac{U}{R}$
 $R = \frac{U}{I}$

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



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.

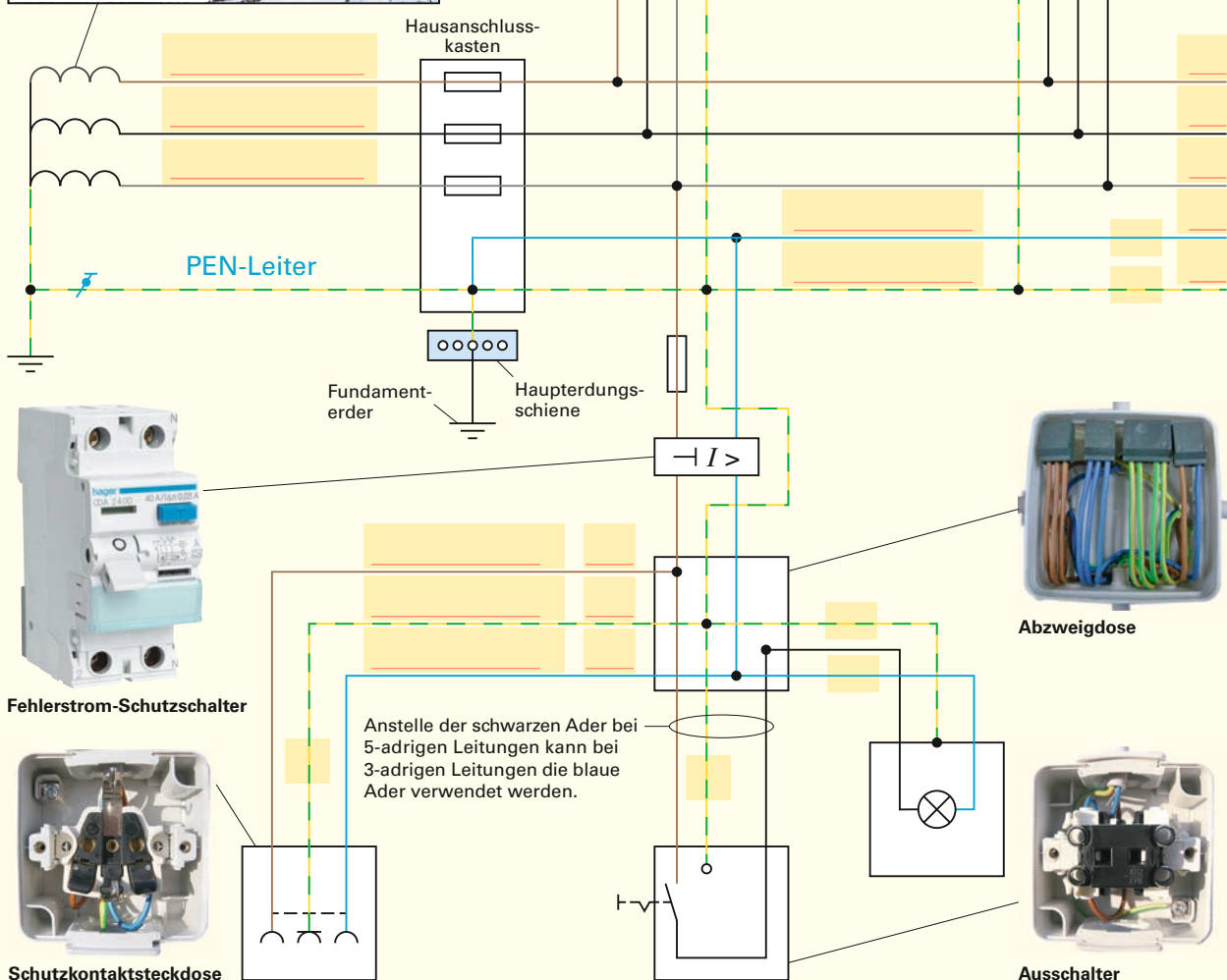
9. Vervollständigen Sie die folgende **Tabelle**. Skizzieren Sie das jeweilige Schaltzeichen in vorgesehenen Feldern. Erklären Sie, um welches Schaltzeichen es sich handelt.

Schaltzeichen	Schaltzeichen-Übungen						Bedeutung
							Wechsel- schalter



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

Einphasen-Wechselstromkreise



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

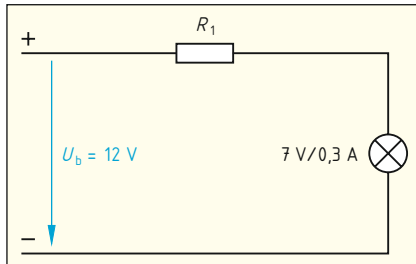


Bild 1: Leuchte mit Vorwiderstand

Hinweis: U_b = Betriebsspannung, U_L = Lampenspannung

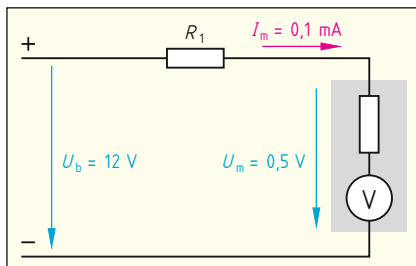


Bild 2: Spannungsmesser mit Vorwiderstand

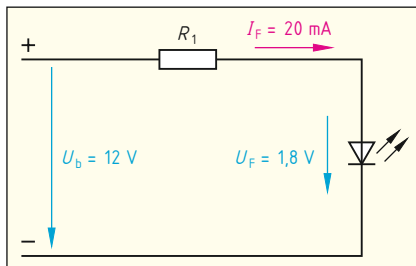


Bild 3: LED mit Vorwiderstand

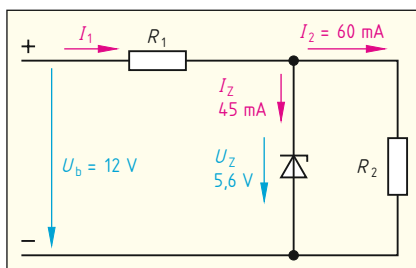


Bild 4: Z-Diode mit Vorwiderstand

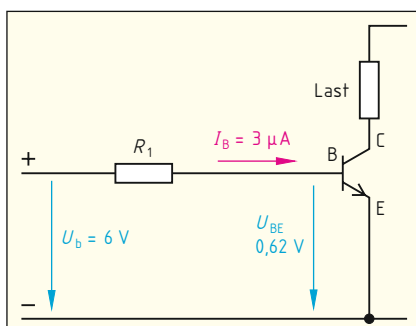


Bild 5: Transistor mit Vorwiderstand



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**.

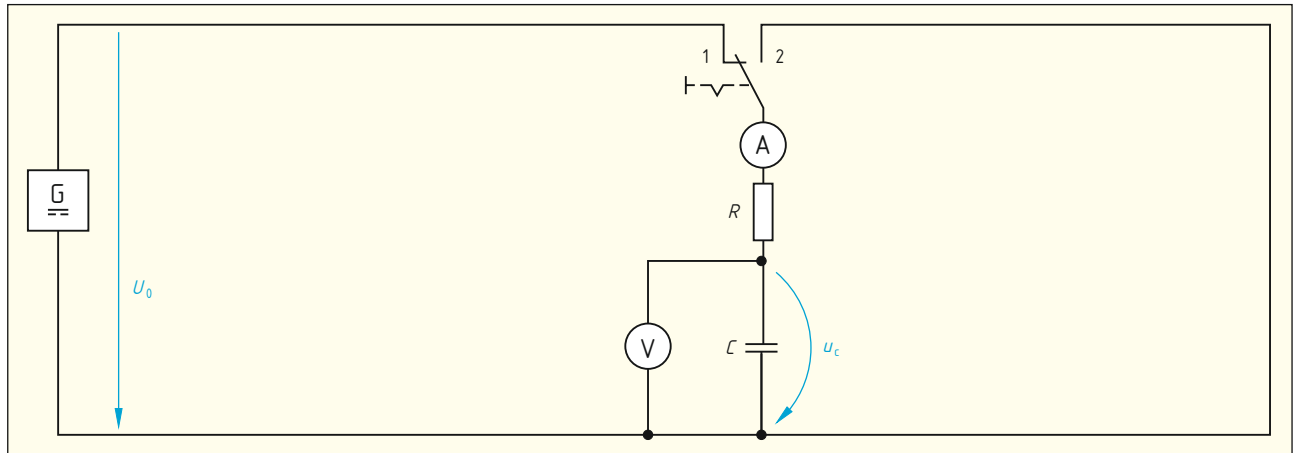


Bild: Prüfen eines Kondensators

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.

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

[illegible]

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

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 $U_1 = 230 \text{ V}$ anliegt.

[illegible]

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**).

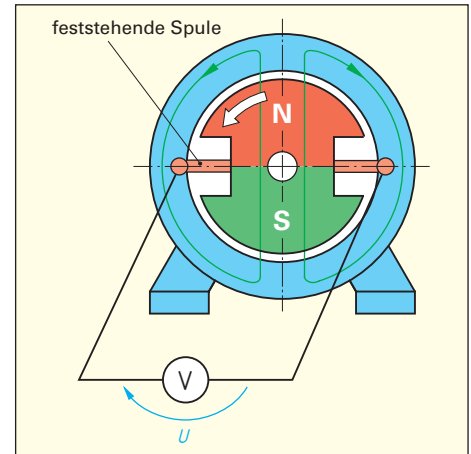


Bild 1: Generatorprinzip

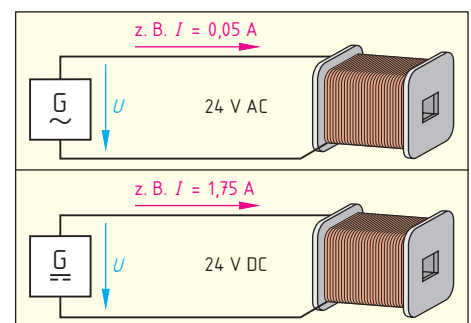


Bild 2: Spule an AC und an DC

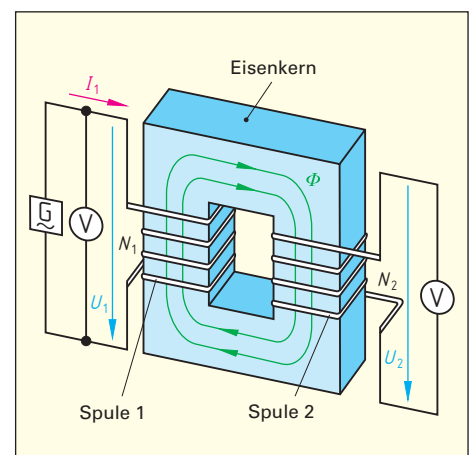


Bild 3: Transformatorprinzip

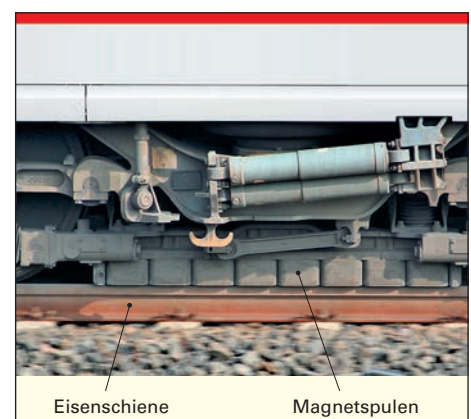


Bild 4: Wirbelstrombremse eines ICE-3-DB-Zuges (aktiviert)



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.

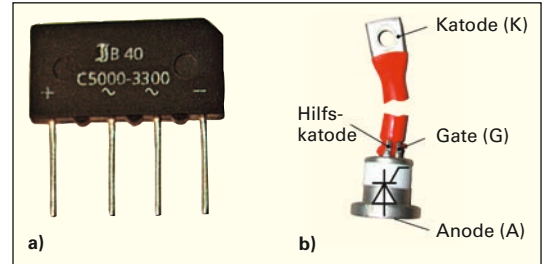


Bild: a) Ungesteuerter und b) gesteuerter Gleichrichter

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	Kurzzeichen	Spannungsverlauf an der Last
<p>Einpuls-Einwegschaltung</p>	_____	
<p>Zweipuls-Mittelpunktschaltung</p>	_____	
<p>Zweipuls-Brückenschaltung</p>	_____	
<p>Sechspuls-Brückenschaltung</p>	_____	



Ein Zählerschrank mit Stromkreis- und Multimediaverleiter 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 Multimediaverleiter im **Bild** mit den Ziffern 13 bis 18 gekennzeichneten Bauteile, Baugruppen und Anschlüsse.

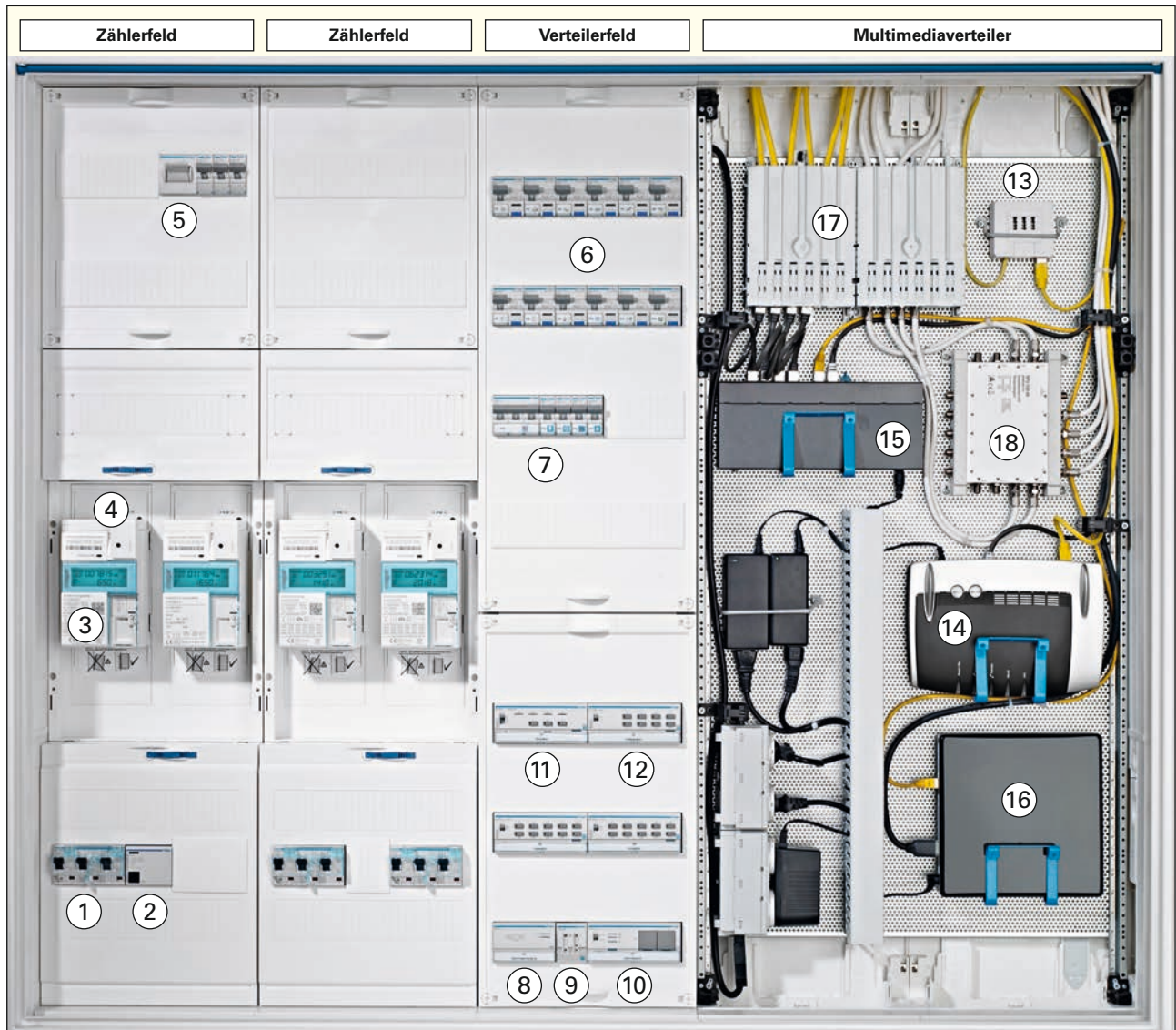


Bild: Zählerschrank eines Zweifamilienwohnhauses mit Stromkreis- und Multimediaverleiter

- a) ① _____ ⑪ _____
② Überspannungsableiter ⑫ _____
③ _____
④ _____ b) ⑬ _____
⑤ _____ ⑭ _____
⑥ _____ ⑮ Netzwerk-Switch
⑦ _____ ⑯ _____
⑧ _____ ⑰ _____
⑨ _____ ⑱ _____
⑩ _____



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 Transformators sind zu vernachlässigen.

Nr.: 1

$N_1 = 1000$ $N_2 = 435$

$U_1 = 230 \text{ V}$ $U_2 = ?$

Lösung:

Nr.: 2

$N_1 = 880$ $N_2 = 500$

$U_1 = ?$ $U_2 = 24 \text{ V}$

Lösung:

Nr.: 3

$I_1 = ?$ $I_2 = 1 \text{ A}$

$U_1 = 230 \text{ V}$ $U_2 = 12 \text{ V}$

Lösung:

Nr.: 4

$I_1 = 10 \text{ A}$ $I_2 = ?$

$U_1 = 20 \text{ kV}$ $U_2 = 230 \text{ V}$

Lösung:

Nr.: 5

$N_1 = 2300$ $N_2 = 80$
 $I_1 = 1 \text{ A}$ $I_2 = ?$

Lösung:

Nr.: 6

$N_1 = ?$ $N_2 = 800$
 $I_1 = 10 \text{ A}$ $I_2 = 500 \text{ mA}$

Lösung:

Nr.: 7

$N_1 = 700$ $N_2 = ?$

$U_1 = 230 \text{ V}$ $U_2 = 46 \text{ V}$

Lösung:

Nr.: 8

$N_1 = 750$ $N_2 = 100$
 $I_1 = ?$ $I_2 = 5 \text{ A}$

Lösung:

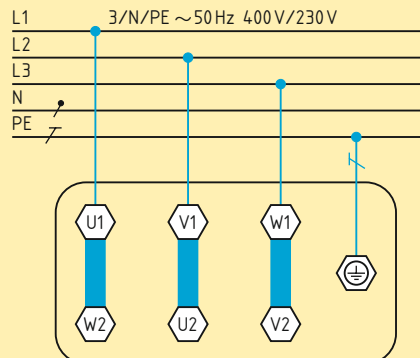


Mithilfe des Motor-Leistungsschildes und des Klemmbrettes eines Elektromotors kann man den Motortyp bestimmen und z. B. Spannungsangaben entnehmen, um den Motor an das vorhandene Verteilungsnetz anzuschließen.

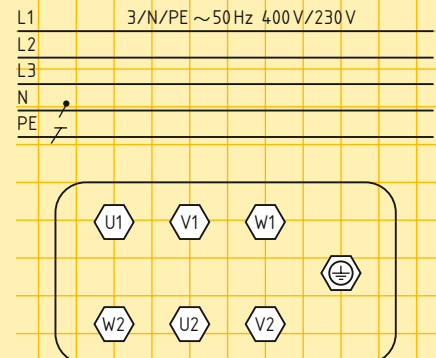
Bestimmen Sie mithilfe des Motor-Leistungsschildes den Motortyp und schließen Sie den Motor an das vorgegebene Verteilnetz an. Beachten Sie die Drehrichtung (Schutzeinrichtungen sind zu vernachlässigen).

Hersteller	
3 ~ Motor	Nr.
Δ 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

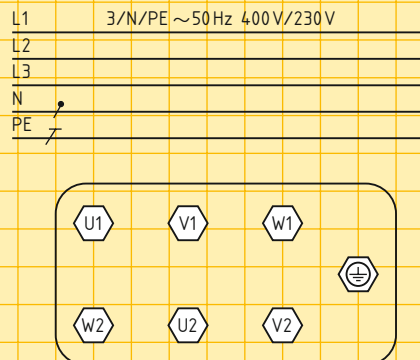


Motor-Netzanschluss für Rechtslauf

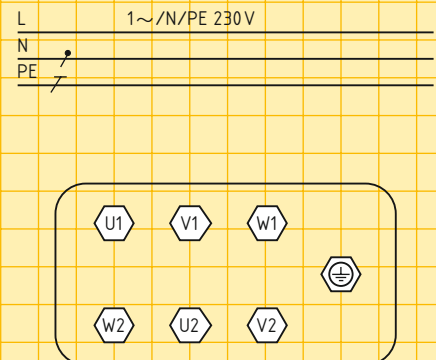


Motor-Netzanschluss für Linkslauf (Beispiel)

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	

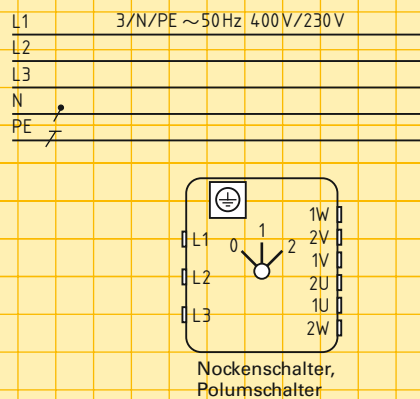


Motor-Netzanschluss für Rechtslauf

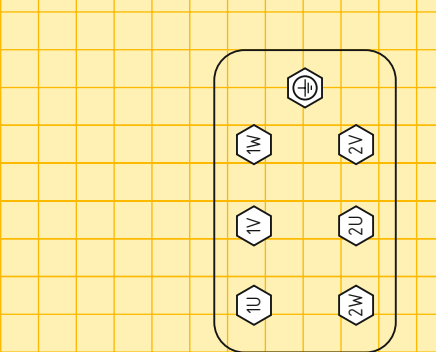


Motor-Netzanschluss für Linkslauf (Beispiel)

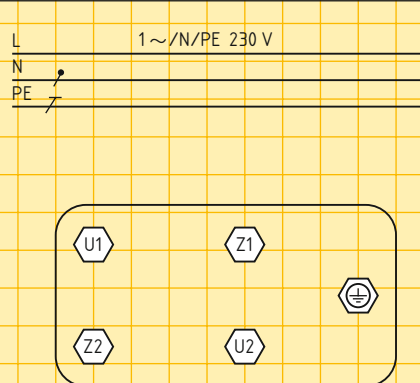
Hersteller	
3 ~ Motor	
Δ /YY 400 V	4,3/5,6 A
2/2,8 kW S1	$\cos \varphi = 0,8$
1460/2850/min	50 Hz
Th. Cl. 155 (F)	IP 64
DIN VDE 0530 EN 60034	



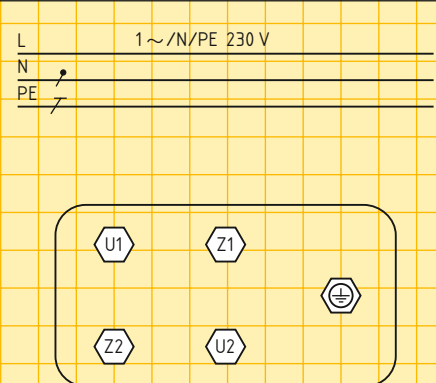
Motor-Netzanschluss für Rechtslauf



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 μ F/400 V	IP 55
Th. Cl. 130 (B)	
DIN VDE 0530 EN 60034	



Motor-Netzanschluss für Rechtslauf



Motor-Netzanschluss für Linkslauf