



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

Arbeitsblätter

Fachkunde Elektrotechnik

6. Auflage

Bearbeitet von Lehrern und Ingenieuren an beruflichen Schulen

Lektorat: Klaus Tkotz

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

Europa-Nr.: 31204

Autoren der Arbeitsblätter Fachkunde Elektrotechnik:

Braukhoff, Peter	Reken
Käppel, Thomas	Münchberg
Neumann, Ronald	Oberkail
Tkocz, Klaus	Kronach

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Klaus Tkocz

Bildquellenverzeichnis:

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

- **Adobe Systems Software Ireland Ltd., Adobe Stock**, Dublin, Irland, 14-1 © somchainsom, 15-2 © Mousefamily, 97-2 © emmi, 155-1 rechts © h368k742, 189-1 © ludodesign
- **Autorenfotos**, 8-1, -2, 26, 27, 32-1, 34-1, 35-1, 38-1, 41-1, 42-1, 45-1, 67-1, 71-2, 81-1, 83-2, 95-3, -4, 102-3, 106-1, 108-1, 110-1, 112-1, 114-1, 120-1, 121-1, 122-1, 124-1, 125-1, 129-2, 131-2, 141-1, -2, -3, -4, 144-1, 159-1, 162-1, 164-2, 184-1, 188-2, -3, 189-2, 190-1, 191-1, 192-1, 193-1, -2, 194-4, 195-1, 200-1
- **Deutsches Kupferinstitut e. V., Düsseldorf**, 176-1
- **Eaton Electric GmbH**, Bonn, 70-2, 72-1, 132-1
- **ECE-Ing. Ehlers Co. Elektrogeräte GmbH**, Lüdenscheid-Bierbaum, 80-1
- **Elektromotorenwerk Grünhain GmbH**, Grünhain-Beierfeld, 181-1
- **Elako GmbH**, Fellbach, 68-1, 76-1
- **Finder GmbH**, Trebur, 74-1
- **Fluke Deutschland GmbH**, Kassel, 95-1, 95-2, 99-3
- **Hager Vertriebsgesellschaft mbH & Co. KG**, Blieskastel, 32-2, 137-1
- **Haller & Co, Relaisfabrik**, Wehingen, 71-1
- **Heinrich Kopp GmbH**, Kahl, 131-1
- **Hugo Brennenstuhl GmbH & Co. KG**, Tübingen, 31-3
- **GMC-I Gossen-Metrawatt GmbH**, Nürnberg, 93-2, 94-2, 97-3, 98-1, 99-2, 100-2, 157-1, 158-3
- **Güde GmbH & Co. KG**, Wolpertshausen, 34-2
- **licht.de**, Frankfurt, 65-1
- **MEV Verlag GmbH**, Augsburg, 188-1
- **Microchemicals GmbH**, Ulm, 104-1
- **OSRAM GmbH**, München, 153-2
- **Rhode & Schwarz GmbH & Co. KG**, München, 101-1, 102-1, 102-2, 103-2, 103-4
- **Schill GmbH & Co. KG**, Fellbach, 135-1
- **Shutterstock, Inc.**, New York, 112-1 © Lesya Girl, 155-1 links © OZaiachin
- **SIEMENS AG**, München, 27-2, 34 li. Spalte, 86-1, 185-1, 198-1, 200-2, 201-1
- **Therfloth, Sebastian**, Dresden, 62-4
- **Trafo-Schneider**, March-Buchheim, 172-1
- **Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG**, Remscheid, 90-1
- **Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVEH)**, Frankfurt am Main, 14-3

Bildbearbeitung:

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

6. Auflage 2023

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-7585-3245-0

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

© 2023 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

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

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

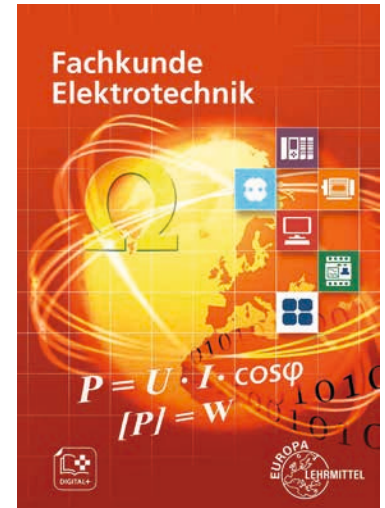
Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

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 **6. Auflage** der Arbeitsblätter wurde verbessert und an die Fachkunde Elektrotechnik angepasst. Weiterhin sind zu ausgewählten Themen der Arbeitsblätter, z. B. dem Gleichstromkreis, die interaktiven Simulationen zur Elektrotechnik „SimElektro Grundstufe 1.1“ 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 **SimElektro** einsetzen. Alle Seiten im Buch, bei denen die Simulationen eingesetzt werden können, sind mit dem SimElektro-Icon mit der entsprechenden Simulationsnummer gekennzeichnet.

Eine kostenlose **Demosimulation** 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

FE
Kap. 11.1 und 11.2






In der Kopfzeile findet man Hinweise, in welchem Kapitel der Fachkunde Elektrotechnik das betreffende Thema behandelt wird.

Zeichnung oder Skizze





Rechnungen

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: lektorat@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 (1)
	<input type="checkbox"/>	0.5	12	Umstellen von Formeln (2)
	<input type="checkbox"/>	0.6	13	Arbeiten mit Funktionen, Formeln und Diagrammen
	<input type="checkbox"/>	0.7	14	Hilfe zum Lösen von Rechenaufgaben
	<input type="checkbox"/>	0.8	15	Rechnen mit Potenzen, Quadrat-Wurzeln und Winkelfunktionen
	<input type="checkbox"/>	0.9	16	Zeichnen (1)
	<input type="checkbox"/>	0.10	17	Zeichnen (2)
	<input type="checkbox"/>	0.11	18	Zeichnen (3)
	<input type="checkbox"/>	0.12	19	Zeichnen (4)
 1. Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	<input type="checkbox"/>	1.1	20	Gesetze und Vorschriften sowie Erste Hilfe
	<input type="checkbox"/>	1.2	21	Sicherheitszeichen
	<input type="checkbox"/>	1.3	22	Die 5 Sicherheitsregeln
	<input type="checkbox"/>	1.4	23	Elektrischer Schlag
	<input type="checkbox"/>	1.5	24	Berührungsspannung und Körperstrom
 2. Grundbegriffe der Elektrotechnik	<input type="checkbox"/>	2.1	25	Elektrische Stromstärke
	<input type="checkbox"/>	2.2	26	Stromkreisarten
	<input type="checkbox"/>	2.3	27	Spannungen (1)
	<input type="checkbox"/>	2.4	28	Spannungen (2), Potenziale
	<input type="checkbox"/>	2.5	29	Elektrischer Widerstand
	<input type="checkbox"/>	2.6	30	Ohmsches Gesetz (1)
	<input type="checkbox"/>	2.7	31	Ohmsches Gesetz (2)
	<input type="checkbox"/>	2.8	32	Elektrische Energie und Arbeit
	<input type="checkbox"/>	2.9	33	Elektrische Leistung
	<input type="checkbox"/>	2.10	34	Wirkungsgrad
 3. Grundsaltungen der Elektrotechnik	<input type="checkbox"/>	3.1	35	Reihenschaltung von Widerständen (1)
	<input type="checkbox"/>	3.2	36	Reihenschaltung von Widerständen (2)
	<input type="checkbox"/>	3.3	37	Berechnung von Vorwiderständen
	<input type="checkbox"/>	3.4	38	Parallelschaltung von Widerständen (1)
	<input type="checkbox"/>	3.5	39	Parallelschaltung von Widerständen (2)
	<input type="checkbox"/>	3.6	40	Gemischte Schaltung und Ersatzwiderstand
	<input type="checkbox"/>	3.7	41	Spannungsteiler (1)
	<input type="checkbox"/>	3.8	42	Spannungsteiler (2)
	<input type="checkbox"/>	3.9	43	Brückenschaltung (1)
	<input type="checkbox"/>	3.10	44	Brückenschaltung (2)
	<input type="checkbox"/>	3.11	45	Spannungsquellen (1)
	<input type="checkbox"/>	3.12	46	Spannungsquellen (2)
 4. Elektrisches Feld	<input type="checkbox"/>	4.1	47	Grundgesetze
	<input type="checkbox"/>	4.2	48	Kondensator als Bauelement
	<input type="checkbox"/>	4.3	49	Kondensator an Gleichspannung
	<input type="checkbox"/>	4.4	50	Laden und Entladen von Kondensatoren (1)
	<input type="checkbox"/>	4.5	51	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	52	Magnete und magnetische Feldlinien (1)
	<input type="checkbox"/>	5.2	53	Magnete und magnetische Feldlinien (2)
	<input type="checkbox"/>	5.3	54	Elektromagnetismus (1)
	<input type="checkbox"/>	5.4	55	Elektromagnetismus (2)
	<input type="checkbox"/>	5.5	56	Magnetische Größen (1)
	<input type="checkbox"/>	5.6	57	Magnetische Größen (2)
	<input type="checkbox"/>	5.7	58	Magnetische Kennlinien
	<input type="checkbox"/>	5.8	59	Stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld (1)
	<input type="checkbox"/>	5.9	60	Stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld (2), Motorprinzip
	<input type="checkbox"/>	5.10	61	Elektromagnetische Induktion, Prinzip
	<input type="checkbox"/>	5.11	62	Elektromagnetische Induktion, Anwendungen
 6. Schaltungstechnik	<input type="checkbox"/>	6.1	63	Schaltungsunterlagen (1)
	<input type="checkbox"/>	6.2	64	Schaltungsunterlagen (2)
	<input type="checkbox"/>	6.3	65	Installationsschaltungen (1)
	<input type="checkbox"/>	6.4	66	Installationsschaltungen (2)
	<input type="checkbox"/>	6.5	67	Installationsschaltungen (3)
	<input type="checkbox"/>	6.6	68	Installationsschaltungen (4)
	<input type="checkbox"/>	6.7	69	Klingel- und Türöffneranlage
	<input type="checkbox"/>	6.8	70	Elektromagnetische Schalter (1)
	<input type="checkbox"/>	6.9	71	Elektromagnetische Schalter (2)
	<input type="checkbox"/>	6.10	72	Grundsaltungen mit Schützen (1)
	<input type="checkbox"/>	6.11	73	Grundsaltungen mit Schützen (2)
	<input type="checkbox"/>	6.12	74	Steuerschaltungen mit Zeitrelais (1)
	<input type="checkbox"/>	6.13	75	Steuerschaltungen mit Zeitrelais (2)
	<input type="checkbox"/>	6.14	76	Treppenlicht-Schaltungen
 7. Wechselstromtechnik	<input type="checkbox"/>	7.1	77	Sinusförmige Wechselspannung, Kenngrößen (1)
	<input type="checkbox"/>	7.2	78	Kenngrößen (2), Darstellungshilfen
	<input type="checkbox"/>	7.3	79	Ideales Verhalten elektrischer Bauelemente (1)
	<input type="checkbox"/>	7.4	80	Ideales Verhalten elektrischer Bauelemente (2)
	<input type="checkbox"/>	7.5	81	Die Spule an Wechselspannung
	<input type="checkbox"/>	7.6	82	Wechselstromleistungen
	<input type="checkbox"/>	7.7	83	Aufgaben
	<input type="checkbox"/>	7.8	84	Dreiphasenwechselspannung (1)
	<input type="checkbox"/>	7.9	85	Dreiphasenwechselspannung (2)
	<input type="checkbox"/>	7.10	86	Leistungen im Drehstromnetz (1)
	<input type="checkbox"/>	7.11	87	Leistungen im Drehstromnetz (2)
	<input type="checkbox"/>	7.12	88	Leiterfehler im Drehstromnetz (1)
	<input type="checkbox"/>	7.13	89	Leiterfehler im Drehstromnetz (2)
	<input type="checkbox"/>	7.14	90	Symmetrische Belastung in Drehstromnetzen
	<input type="checkbox"/>	7.15	91	Unsymmetrische Last in Drehstromnetzen (1)
	<input type="checkbox"/>	7.16	92	Unsymmetrische Last in Drehstromnetzen (2)
 8. Messtechnik	<input type="checkbox"/>	8.1	93	Analoge Messgeräte
	<input type="checkbox"/>	8.2	94	Digitale Messgeräte (1)
	<input type="checkbox"/>	8.3	95	Digitale Messgeräte (2)
	<input type="checkbox"/>	8.4	96	Messen elektrischer Spannung (1)
	<input type="checkbox"/>	8.5	97	Messen elektrischer Spannung (2)
	<input type="checkbox"/>	8.6	98	Messen elektrischer Stromstärke (1)
	<input type="checkbox"/>	8.7	99	Messen elektrischer Stromstärke (2)
	<input type="checkbox"/>	8.8	100	Leistungsmessungen
	<input type="checkbox"/>	8.9	101	Messen mit dem Oszilloskop (1)
	<input type="checkbox"/>	8.10	102	Messen mit dem Oszilloskop (2)
	<input type="checkbox"/>	8.11	103	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	104	Stromleitung in Halbleitern
<input type="checkbox"/>	9.2	105	PN-Übergang und Diode
<input type="checkbox"/>	9.3	106	Halbleiterwiderstände NTC, PTC und VDR (1)
<input type="checkbox"/>	9.4	107	Halbleiterwiderstände NTC, PTC und VDR (2)
<input type="checkbox"/>	9.5	108	Bipolare Transistoren (1)
<input type="checkbox"/>	9.6	109	Bipolare Transistoren (2)
<input type="checkbox"/>	9.7	110	Feldeffekttransistor (1)
<input type="checkbox"/>	9.8	111	Feldeffekttransistor (2)
<input type="checkbox"/>	9.9	112	Optoelektronische Sender und Empfänger (1)
<input type="checkbox"/>	9.10	113	Optoelektronische Sender und Empfänger (2)
<input type="checkbox"/>	9.11	114	Operationsverstärker (1)
<input type="checkbox"/>	9.12	115	Operationsverstärker (2)
<input type="checkbox"/>	9.13	116	Schaltalgebra (1)
<input type="checkbox"/>	9.14	117	Schaltalgebra (2)
<input type="checkbox"/>	9.15	118	Grundbegriffe der Digitaltechnik und logische Grundverknüpfungen (1)
<input type="checkbox"/>	9.16	119	Grundbegriffe der Digitaltechnik und logische Grundverknüpfungen (2)
<input type="checkbox"/>	9.17	120	Thyristor
<input type="checkbox"/>	9.18	121	Triac und Diac
<input type="checkbox"/>	9.19	122	Phasenanschnittsteuerung (1)
<input type="checkbox"/>	9.20	123	Phasenanschnittsteuerung (2)
<input type="checkbox"/>	9.21	124	Gleichrichterschaltungen (1)
<input type="checkbox"/>	9.22	125	Gleichrichterschaltungen (2)
<input type="checkbox"/>	9.23	126	Gedruckte Schaltungen (1)
<input type="checkbox"/>	9.24	127	Gedruckte Schaltungen (2)





**10. Elektrische Anlagen**

<input type="checkbox"/>	10.1	128	Netzformen für die Elektroenergieübertragung und -verteilung
<input type="checkbox"/>	10.2	129	Schmelzsicherungen (1)
<input type="checkbox"/>	10.3	130	Schmelzsicherungen (2)
<input type="checkbox"/>	10.4	131	Leitungsschutzschalter
<input type="checkbox"/>	10.5	132	Thermisches Überlastrelais und Motorschutzschalter
<input type="checkbox"/>	10.6	133	Leitungsberechnung (1)
<input type="checkbox"/>	10.7	134	Leitungsberechnung (2)
<input type="checkbox"/>	10.8	135	Leitungsberechnung (3)
<input type="checkbox"/>	10.9	136	Leitungsberechnung (4)
<input type="checkbox"/>	10.10	137	Zählerschrank mit Stromkreis- und Multimediaverteiler
<input type="checkbox"/>	10.11	138	Verdrahtung im Verteilerfeld

**11. Schutzmaßnahmen**

<input type="checkbox"/>	11.1	139	Isolationsfehler (1)
<input type="checkbox"/>	11.2	140	Isolationsfehler (2)
<input type="checkbox"/>	11.3	141	Fachbegriffe: Schutz gegen elektrischen Schlag (1)
<input type="checkbox"/>	11.4	142	Fachbegriffe: Schutz gegen elektrischen Schlag (2)
<input type="checkbox"/>	11.5	143	Netzsysteme (1)
<input type="checkbox"/>	11.6	144	Netzsysteme (2)
<input type="checkbox"/>	11.7	145	Schutzpotenzialausgleich (1)
<input type="checkbox"/>	11.8	146	Schutzpotenzialausgleich (2)
<input type="checkbox"/>	11.9	147	Schutz durch autom. Abschaltung der Stromversorgung im TN-System
<input type="checkbox"/>	11.10	148	Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) im N-System
<input type="checkbox"/>	11.11	149	Schutz durch autom. Abschalten der Stromversorgung im TT-System
<input type="checkbox"/>	11.12	150	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	151	Lichttechnische Größen bei Beleuchtungsanlagen (1)
	<input type="checkbox"/>	12.2	152	Lichttechnische Größen bei Beleuchtungsanlagen (2)
	<input type="checkbox"/>	12.3	153	Lampen (1)
	<input type="checkbox"/>	12.4	154	Lampen (2)
	<input type="checkbox"/>	12.5	155	Elektrogeräte – Aufbau und Funktion (1)
	<input type="checkbox"/>	12.6	156	Elektrogeräte – Aufbau und Funktion (2)
	<input type="checkbox"/>	12.7	157	Prüfung von Elektrogeräten (1)
	<input type="checkbox"/>	12.8	158	Prüfung von Elektrogeräten (2)
	<input type="checkbox"/>	12.9	159	Dämpfung und Verstärkung in Antennenanlagen
	<input type="checkbox"/>	12.10	160	Pegelrechnung in Antennenanlagen
	<input type="checkbox"/>	12.11	161	Planung einer DVB-T/DVB-S/UKW-Antennenanlage (1)
	<input type="checkbox"/>	12.12	162	Planung einer DVB-T/DVB-S/UKW-Antennenanlage (2)
	<input type="checkbox"/>	12.13	163	Planung einer BK-Antennenanlage
	<input type="checkbox"/>	12.14	164	Multimedia-Verkabelung
	<input type="checkbox"/>	12.15	165	Telekommunikation (1)
	<input type="checkbox"/>	12.16	166	Telekommunikation (2)
	<input type="checkbox"/>	12.17	167	Blitzschutz (1)
	<input type="checkbox"/>	12.18	168	Blitzschutz (2)
 13. Elektrische Maschinen	<input type="checkbox"/>	13.1	169	Aufbau und Arbeitsweise des Einphasentransformators
	<input type="checkbox"/>	13.2	170	Betriebsverhalten des Einphasentransformators (1)
	<input type="checkbox"/>	13.3	171	Betriebsverhalten des Einphasentransformators (2)
	<input type="checkbox"/>	13.4	172	Übersetzungen beim Einphasentransformator (1)
	<input type="checkbox"/>	13.5	173	Übersetzungen beim Einphasentransformator (2)
	<input type="checkbox"/>	13.6	174	Berechnungen am Einphasentransformator
	<input type="checkbox"/>	13.7	175	Drehfeld
	<input type="checkbox"/>	13.8	176	Drehstrom-Asynchronmotor, Kurzschlussläufermotor (1)
	<input type="checkbox"/>	13.9	177	Drehstrom-Asynchronmotor, Kurzschlussläufermotor (2)
	<input type="checkbox"/>	13.10	178	Drehstrom-Asynchronmotor am Dreh- und Wechselstromnetz
	<input type="checkbox"/>	13.11	179	Einschaltvorschriften und Stern-Dreieck-Anlassverfahren
	<input type="checkbox"/>	13.12	180	Drehstrom-Asynchronmotor, elektrische Drehzahländerung
	<input type="checkbox"/>	13.13	181	Kondensatormotor
	<input type="checkbox"/>	13.14	182	Aufbau der Gleichstrommotoren
	<input type="checkbox"/>	13.15	183	Arten von Gleichstrommotoren
	<input type="checkbox"/>	13.16	184	Spaltpolmotor
	<input type="checkbox"/>	13.17	185	Allgemeine Arbeitsweise der Elektromotoren
	<input type="checkbox"/>	13.18	186	Motor-Leistungsschild, Klemmbrett und Netzanschluss (1)
	<input type="checkbox"/>	13.19	187	Motor-Leistungsschild, Klemmbrett und Netzanschluss (2)
 14. Informationstechnik	<input type="checkbox"/>	14.1	188	Computersystem (1)
	<input type="checkbox"/>	14.2	189	Computersystem (2)
	<input type="checkbox"/>	14.3	190	PC-Mainboard (1)
	<input type="checkbox"/>	14.4	191	PC-Mainboard (2)
	<input type="checkbox"/>	14.5	192	Peripheriegeräte für Computer (1)
	<input type="checkbox"/>	14.6	193	Peripheriegeräte für Computer (2)
	<input type="checkbox"/>	14.7	194	Netzwerktechnik Grundlagen (1)
	<input type="checkbox"/>	14.8	195	Netzwerktechnik Grundlagen (2)
	<input type="checkbox"/>	14.9	196	Lokales Netzwerk nach Gigabit-Ethernet-Standard planen
	<input type="checkbox"/>	14.10	197	Lokales Netzwerk nach WLAN-Standard planen und umsetzen
 15. Automatisierungstechnik	<input type="checkbox"/>	15.1	198	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) (1)
	<input type="checkbox"/>	15.2	199	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) (2)
	<input type="checkbox"/>	15.3	200	Kleinststeuergeräte (1)
	<input type="checkbox"/>	15.4	201	Kleinststeuergeräte (2)
	<input type="checkbox"/>	15.5	202	Motorsteuerung mit SPS (1)
	<input type="checkbox"/>	15.6	203	Motorsteuerung mit SPS (2)
	<input type="checkbox"/>	15.7	204	Programmieren von Kleinststeuergeräten (1)
	<input type="checkbox"/>	15.8	205	Programmieren von Kleinststeuergeräten (2)
	<input type="checkbox"/>	15.9	206	Regelungstechnik Grundlagen (1)
	<input type="checkbox"/>	15.10	207	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

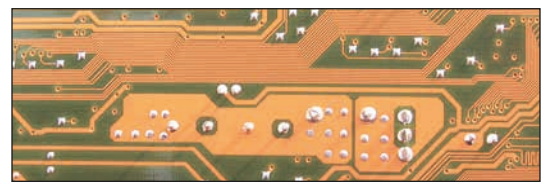


Bild 2: Unteransicht einer Leiterplatte

- 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
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			g oder kg
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 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



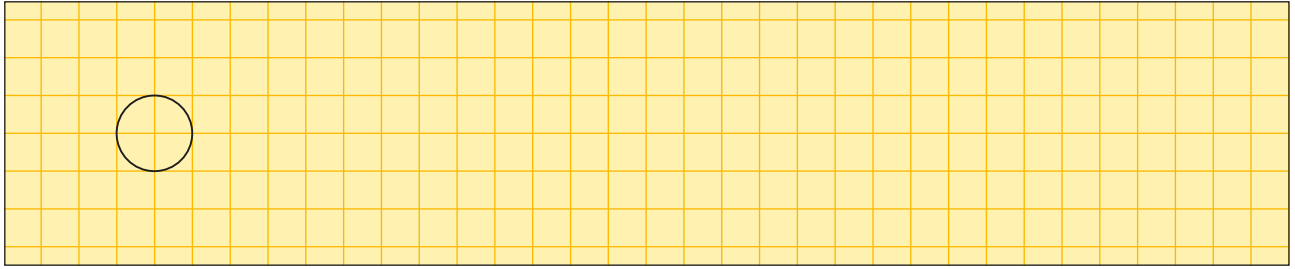
- Formeln beschreiben den mathematischen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen, z. B. Spannung, Strom und Widerstand.
- Formeln bestehen aus einem Formelzeichen, z. B. U , I , und Rechenzeichen, z. B. $+$, $-$.
- Formeln haben eine linke und rechte Seite, dazwischen verbunden mit einem Gleichheitszeichen.
- Die gesuchte Größe muss beim Umstellen von Formeln links neben dem Gleichheitszeichen alleine stehen.
- Beim Auflösen von Formeln müssen alle Rechenoperationen, z.B. Multiplizieren, an beiden Seiten der Gleichung ausgeführt werden (**Beispiel 1**).
- Formeln können auch mithilfe von Umkehrfunktionen umgestellt werden.
Bei einem Seitentausch wird aus: Multiplikation \Rightarrow Division; Addition \Rightarrow Subtraktion;
Potenzieren \Rightarrow Wurzelziehen und umgekehrt.

Beispiele zum Umstellen und Auflösen von Formeln

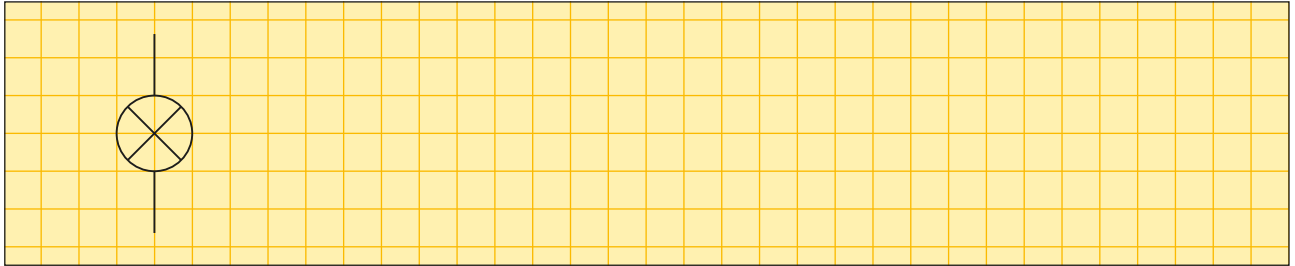
Beispiel 1: Auflösen nach U_1	Beispiel 2: Auflösen nach I
<p>Ausgangsformel: $U = U_1 + U_2$</p> <p>U_2 subtrahieren: $U - U_2 = U_1 + U_2 - U_2$</p> <p>$U - U_2 = U_1$</p> <p>Seiten vertauschen, Lösung: $U_1 = U - U_2$</p>	<p>Ausgangsformel: $U = R \cdot I$</p> <p>durch R dividieren und kürzen: $\frac{U}{R} = \frac{R}{R} \cdot I = I$</p> <p>Seiten vertauschen, Lösung: $I = \frac{U}{R}$</p>
Beispiel 3: Auflösen nach U	Beispiel 4: Auflösen nach R_1
<p>Ausgangsformel: $P = \frac{U^2}{R}$</p> <p>mit R multiplizieren und kürzen: $P \cdot R = \frac{U^2}{R} \cdot R = U^2$</p> <p>radizieren: (Hinweis: $\sqrt{U^2} = U$) $\sqrt{P \cdot R} = \sqrt{U^2}$</p> <p>Seiten vertauschen, Lösung: $U = \sqrt{P \cdot R}$</p>	<p>Ausgangsformel: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$</p> <p>subtrahieren von $\frac{1}{R_2}$: $\frac{1}{R} - \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_1}$</p> <p>Hauptnenner $R \cdot R_2$ bilden: $\frac{1}{R} - \frac{1}{R_2} = \frac{1 \cdot R_2 - 1 \cdot R}{R \cdot R_2} = \frac{R_2 - R}{R \cdot R_2}$</p> <p>Hauptnenner einsetzen: $\frac{R_2 - R}{R \cdot R_2} = \frac{1}{R_1}$</p> <p>Seiten vertauschen und Kehrwert bilden: $\frac{1}{R_1} = \frac{R_2 - R}{R \cdot R_2}$</p> <p>Lösung: $R_1 = \frac{R \cdot R_2}{R_2 - R}$</p>
Beispiel 5: Auflösen nach I	Beispiel 6: Auflösen nach C
<p>Ausgangsformel: $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$</p> <p>durch U dividieren und kürzen: $\frac{P}{U} = \frac{I \cdot \cancel{U} \cdot \cos \varphi}{\cancel{U}}$</p> <p>$\frac{P}{U} = I \cdot \cos \varphi$</p> <p>durch $\cos \varphi$ dividieren und kürzen: $\frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{I \cdot \cancel{\cos \varphi}}{\cancel{\cos \varphi}}$</p> <p>Seiten vertauschen, Lösung: $I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$</p>	<p>Ausgangsformel: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$</p> <p>durch $2 \cdot \pi$ dividieren und kürzen: $\frac{T}{2 \cdot \pi} = \frac{\cancel{2} \cdot \cancel{\pi} \cdot \sqrt{L \cdot C}}{\cancel{2} \cdot \cancel{\pi}}$</p> <p>quadrieren: $(\frac{T}{2 \cdot \pi})^2 = (\sqrt{L \cdot C})^2$</p> <p>$\frac{T^2}{4 \cdot \pi^2} = L \cdot C$</p> <p>durch L dividieren und kürzen: $\frac{T^2}{4 \cdot \pi^2 \cdot L} = \frac{\cancel{L} \cdot C}{\cancel{L}}$</p> <p>Seiten vertauschen, Lösung: $C = \frac{T^2}{4 \cdot \pi^2 \cdot L}$</p>



5. Erstellen Sie mit dem Bleistift nach dem Muster freihändig Kreise. Kreise kennzeichnen z.B. Teile von Leuchten.



6. Erstellen Sie mit dem Bleistift nach dem Muster jetzt das Schaltzeichen von Leuchten mit den beiden Anschlüssen.



7. In der Elektrotechnik gibt es genormte Betriebsmittelkennzeichnungen. Schreiben Sie je eine Zeile senkrecht die Kennzeichnungen E1, R2, X3, S4 und Q5 in 5 mm-Schriftgröße.

E1

R2

X3

S4

Q5

8. Bei technischen Zeichnungen verwendet man Normschrift. In Ihrer Ausbildung ist es von Vorteil manche Begriffe, z. B. Name und Firma, in Normschrift schreiben zu können. Schreiben Sie diese in Normschrift in das unten stehende Linienfeld. Die Muster, z. B. Messgerät, zeigen Ihnen die Linienführung.

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz-ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ

1234567890 \emptyset \square - [(! ? . ; " ' - = + \pm x \cdot $\sqrt{}$ % & /)] < >

Wir üben

230 V

Messgerät

Name des Ausbildungsbetriebes, Postanschrift,

Telefonnummer + evtl. Web-Adresse:



Der elektrische Strom transportiert elektrische Energie und überträgt Informationen. Die elektrische Stromstärke ist eine Grundgröße der Elektrotechnik.

- Warum leiten Metalle, z.B. Kupfer, den elektrischen Strom besonders gut?
- Was geschieht im Inneren eines metallischen Leiters, wenn in ihm ein elektrischer Strom fließt?
- Unter welchen Voraussetzungen kann ein elektrischer Strom fließen?
- Das **Bild 1** zeigt den vereinfachten Ausschnitt eines metallischen Leiters mit der Flussrichtung der Elektronen. Tragen Sie die Bezugspfeile und das Formelzeichen für die technische Stromrichtung ein.

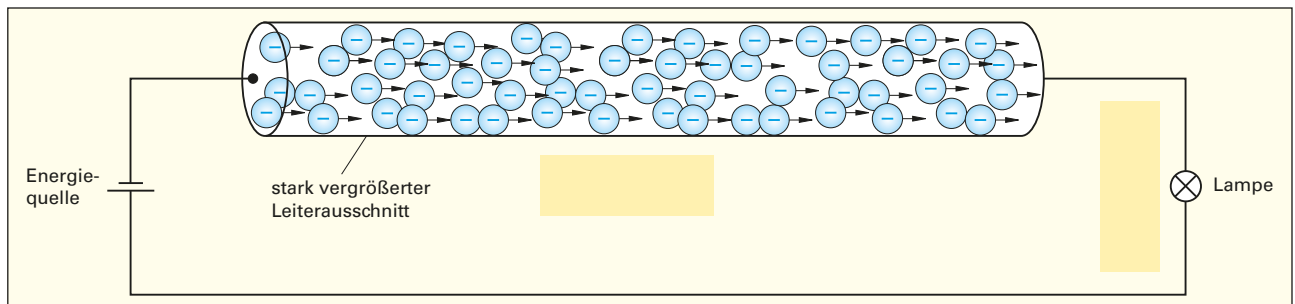


Bild 1: Stromfluss im Leiter

- Wie ist die elektrische Stromstärke I in einem metallischen Leiter festgelegt?
- Vergleichen Sie in **Tabelle 1** die Stromstärken I mit dem Beispiel 1. Verwenden Sie die Begriffe: *größer* und *kleiner*.
- Ergänzen Sie die **Tabelle 2**.

Tabelle 1: Stromstärkevergleich			
Beispiel-Nr.	Ladung Q	Zeitdauer t	Stromstärke I
1	5 As	2 s	klein
2	5 As	0,5 s	als bei Nr. 1
3	20 As	10 s	als bei Nr. 1

Tabelle 2: Stromstärke	
Formelzeichen	
Einheitenname	
Einheitenzeichen	

- Vergleichen Sie die Stromstärke I_1 vor und die Stromstärke I_2 nach dem Verbraucher (**Bild 2**). Begründen Sie Ihre Antwort.

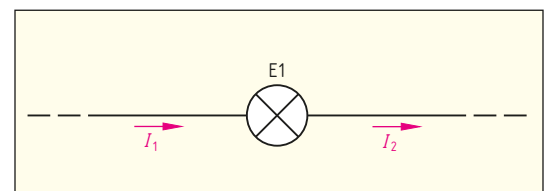


Bild 2: Stromstärke vor und hinter einem Verbraucher

- Rechnen Sie die Stromwerte mit großen und kleinen Einheitenvorsätzen in die geforderte Einheit um.

1 kA =	A	1 mA =	A	0,005 kA =	A	0,5 A =	mA
1 mA =	μA	600 A =	kA	0,36 A =	mA	2 mA =	A
250 mA =	A	3 A =	mA	20 mA =	A	100 kA =	A



6. Nennen Sie die Maschenregel (2. kirchhoffsche Regel).



Die Zählrichtung innerhalb einer Masche kann frei gewählt werden, entweder im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn. Beachten Sie, dass alle Spannungen in der Zählrichtung ein positives Vorzeichen erhalten, alle Spannungen gegen die Zählrichtung ein negatives Vorzeichen erhalten.

7. a) Stellen Sie die Maschenregel für die Reihenschaltung nach **Bild 1** auf und berechnen Sie daraus die Spannung U_2 für die Zählrichtung im Uhrzeigersinn und
 b) für die Zählrichtung gegen den Uhrzeigersinn.
 c) Welche Schlussfolgerung ziehen Sie aus dem Vergleich beider Ergebnisse?

Geg.:
Ges.:
Lösung:
a)
b)
c)

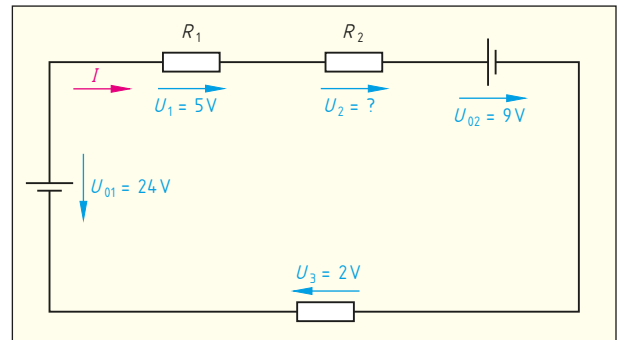


Bild 1: Reihenschaltung von drei Widerständen

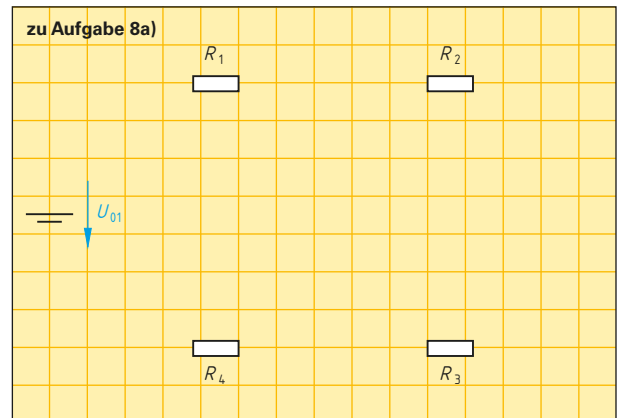


Bild 2: Reihenschaltung von vier Widerständen

8. Vier Teilwiderstände $R_1 = 22 \Omega$, $R_2 = 47 \Omega$, $R_3 = 15 \Omega$ und $R_4 = 33 \Omega$ sind in Reihe an eine Spannungsquelle mit $U_0 = 24 \text{ V}$ geschaltet.
- a) Verbinden Sie die Bauelemente im **Bild 2** und tragen Sie für den Strom I und alle Teilspannungen U_1 bis U_4 die Bezugspfeile ein.
- b) Berechnen Sie den Ersatzwiderstand R .
- c) Berechnen Sie die Stromstärke I .
- d) Berechnen Sie die Teilspannungen U_1 bis U_4 .
- e) Berechnen Sie die Summe U_1 bis U_4 .

Geg.:
Ges.:
Lösung:
b)
c)
d)
e)



1. Zeichnen Sie in die Mess-Schaltung (**Bild**) die Bezugspfeile für die Kondensatorspannung und die Pfeile für die Richtung des Kondensatorstroms beim Auf- und Entladen ein. Tragen Sie am Umschalter den Vorgang „Aufladen“ und „Entladen“ ein.

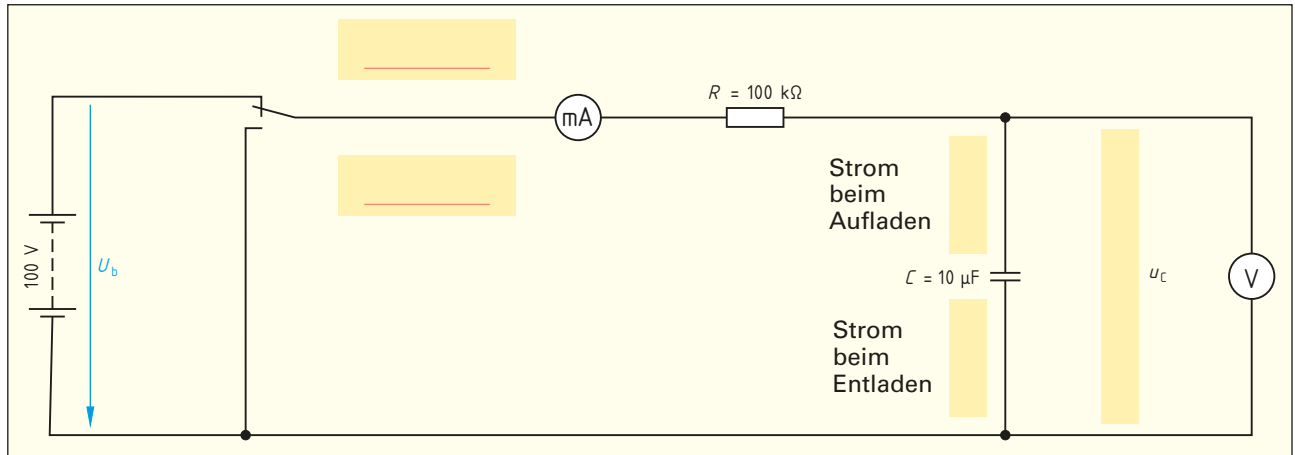


Bild: Laden und Entladen eines Kondensators

2. Ein Kondensator ist über einen Schalter und einen Widerstand an Gleichspannung angeschlossen (Bild).

a) Wann fließt der größte Strom?

b) Wie berechnet man die maximale Stromstärke I_{\max} des Ladestromes direkt nach dem Einschalten? Geben Sie die Formel für I_{\max} an.

c) Nach dem Einschalten steigt die Kondensatorspannung allmählich an. Wie verhält sich dabei die Ladestromstärke?

3. Ergänzen Sie die **Tabelle**.

Tabelle: Zeitkonstante einer RC-Schaltung			
Zeitkonstante/Formel			
τ	_____	Einheit:	_____
	Widerstand	Einheit:	_____
	Kapazität	Einheit:	_____

4. Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Ladezeit und der Kapazität des Kondensators sowie der Größe des Vorwiderstands?

5. Wie berechnet man die Zeitkonstante?

6. Wie lange dauert es, bis ein Kondensator theoretisch vollständig aufgeladen ist?

7. Nach welcher Zeit ist ein Kondensator praktisch vollständig aufgeladen?



Allgemeines Induktionsgesetz:

Immer wenn sich der magnetische Fluss Φ innerhalb einer Leiterschleife oder Spule ändert, wird eine Spannung in dieser Leiterschleife oder Spule induziert (erzeugt).

Der Induktionsvorgang wird besonders bei elektrischen Maschinen, z. B. Motoren und Generatoren genutzt. Die Besonderheiten des elektrischen Verhaltens von Bauelementen im Wechselstromkreis gegenüber dem Gleichstromkreis lassen sich mit dem Induktionsvorgang begründen.

1. Geben Sie fünf Möglichkeiten an, um den magnetischen Fluss Φ innerhalb einer Spule zu ändern.
Der magnetische Fluss Φ ändert sich in einer Spule, wenn ...

1. die Stromstärke und/oder die Richtung des Gleichstroms sich ändert,

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

2. Man kann die einzelnen Entstehungsursachen für eine Induktionsspannung in zwei Induktionsarten zusammenfassen. Ordnen Sie Ihre Möglichkeiten 1 bis 5 aus Aufgabe 1 in die Tabelle ein.

Tabelle: Induktionsarten

Induktionsart	Nr. der Möglichkeit (nach Aufgabe 1) Φ zu ändern
Bewegungs-induktion	_____
Ruhe-induktion	_____

3. Wie lautet die allgemeine Formel des Induktionsgesetzes?

Induktionsspannung:



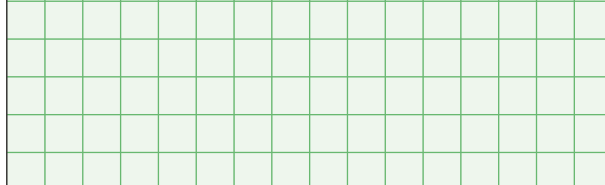
Das Minuszeichen im Induktionsgesetz berücksichtigt die lenzsche Regel.

4. Berechnen Sie die Induktionsspannung U_i in einer Spule mit 1000 Windungen, wenn sich der magnetische Fluss Φ im Zeitabschnitt Δt_2 zwischen 3 ms und 5 ms (Bild) ändert.

Geg.:

Ges.:

Lösung:



Antwortsatz: _____

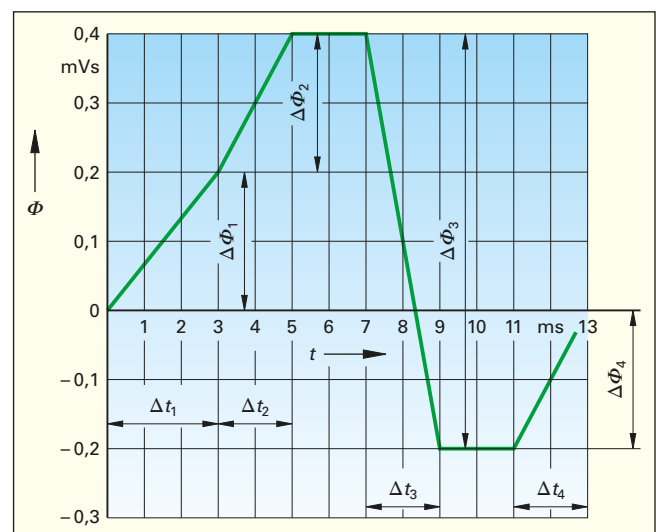


Bild: Magnetflussänderung $\Phi = f(t)$

5. Erklären Sie, was die lenzsche Regel aussagt.



Klingel- und Türöffneranlagen sind in fast allen Wohngebäuden anzutreffen. Meistens können sowohl die Klingel als auch der Türöffner von mehreren Orten aus bedient werden.

1. Der Übersichtsschaltplan im **Bild 1** (Kennbuchstaben der Betriebsmittel fehlen) zeigt eine Klingel- und Türöffneranlage für ein Gebäude mit zwei Wohnungen. Ergänzen Sie die **Tabelle** mit allen notwendigen Bestandteilen einer Klingel- und Türöffneranlage. Tragen Sie anschließend die entsprechenden Kennbuchstaben in **Bild 1** ein.

2. Wie werden mehrere Taster, die die gleiche Klingel bzw. den gleichen Türöffner ansteuern, geschaltet?

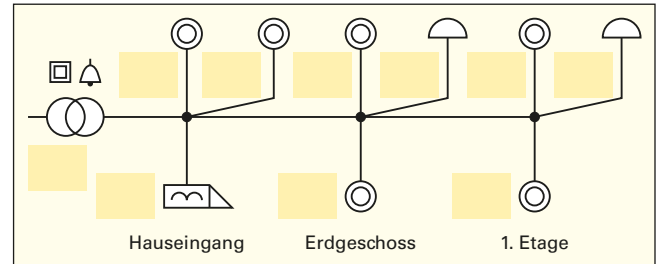


Bild 1: Übersichtsschaltplan

Tabelle: Bestandteile einer Klingel- und Türöffneranlage

Schaltzeichen	Betriebsmittel	Kennbuchstabe
	Klingeltrans- formator	T

3. Eine Klingel- und Türöffneranlage soll folgende Aufgaben erfüllen:

- S1 (Hauseingang) und S3 (Wohnungstür) betätigen die Klingel P1 (Erdgeschoss),
- S2 (Hauseingang) und S4 (Wohnungstür) betätigen die Klingel P2 (1. Etage),
- S5 (Wohnung Erdgeschoss) und S6 (Wohnung 1. Etage) betätigen den Türöffner M.

Ergänzen Sie

- a) die Kennbuchstaben im Übersichtsschaltplan (**Bild 1**) und
b) den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung (**Bild 2**).

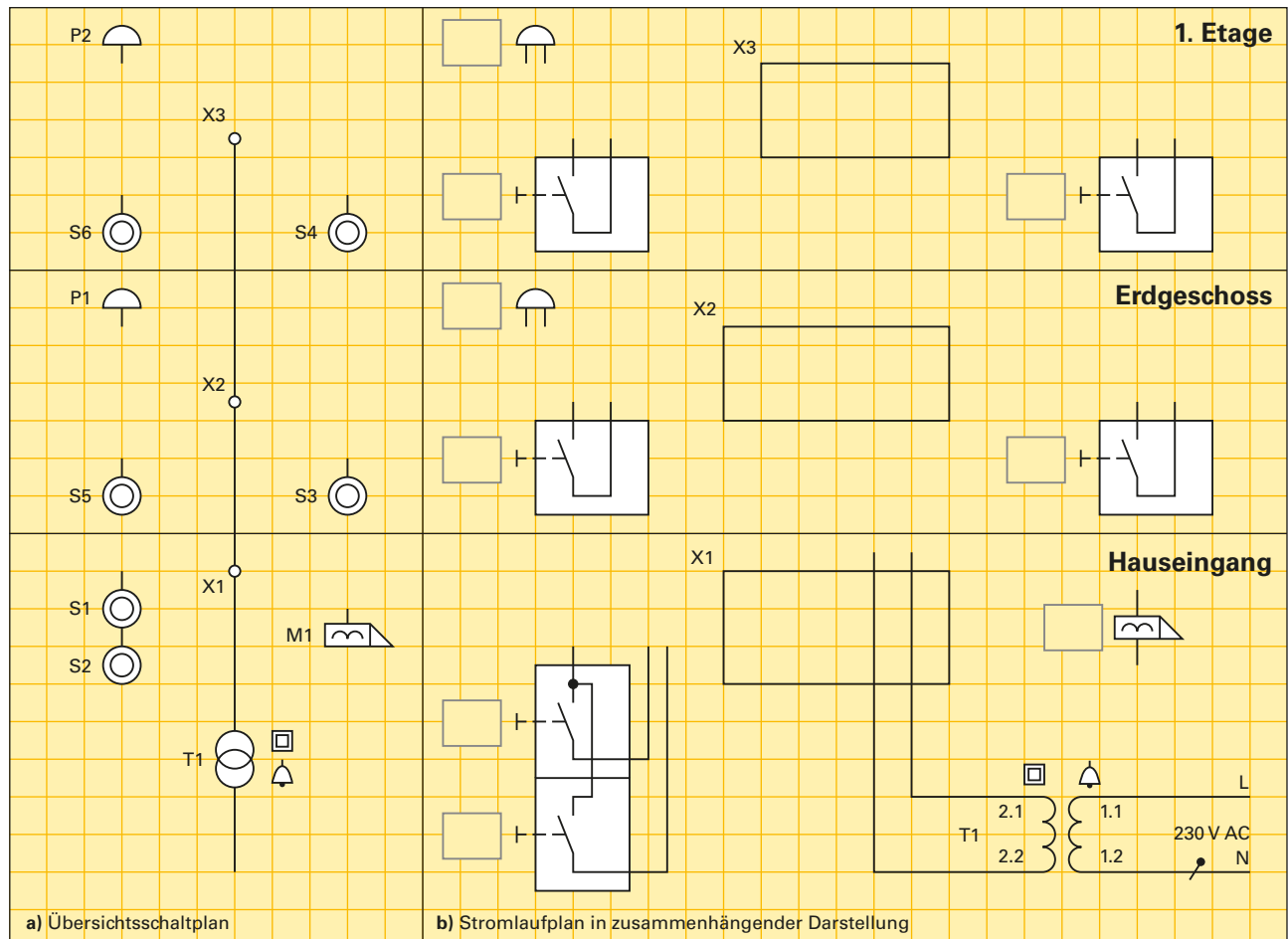


Bild 2: Klingel- und Türöffneranlage für zwei Wohnungen



6. Eine Phasenanschnittsteuerung (**Bild**) wird einmal mit einem Triac und einmal mit einem Thyristor aufgebaut. Als Last wird jeweils eine Glühlampe verwendet. Die Ansteuerung von Triac und Thyristor erfolgt mit Zündimpulsen. An beiden Schaltungen wird Netzspannung (**Bild a**) angelegt.

a) Ergänzen Sie in Abhängigkeit der Zündspannung (**Bild b**) den Verlauf der Lastspannung für die Schaltung mit dem Thyristor (**Bild c**) und dem Triac (**Bild d**).

b) Beschriften Sie in **Bild d** den Zündwinkel α und den Stromflusswinkel θ .

c) Welcher Zündwinkel α und Stromflusswinkel θ ergibt sich aus **Bild d**?

d) Berechnen Sie den minimalen Zündwinkel α bei einer Diac-Schaltspannung $U_s = 30 \text{ V}$ und einer Netzspannung $U = 230 \text{ V}$.

Geg.:

Ges.:

Lösung:

$$\sin \alpha = \frac{U_s}{\sqrt{2} \cdot U}$$

e) Welchen Verlauf und welche Phasenbeziehung hat der Laststrom zur Netzspannung? Begründen Sie Ihre Antwort.

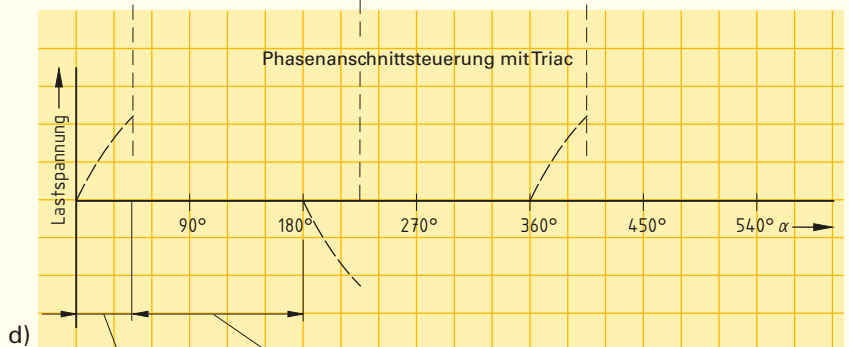
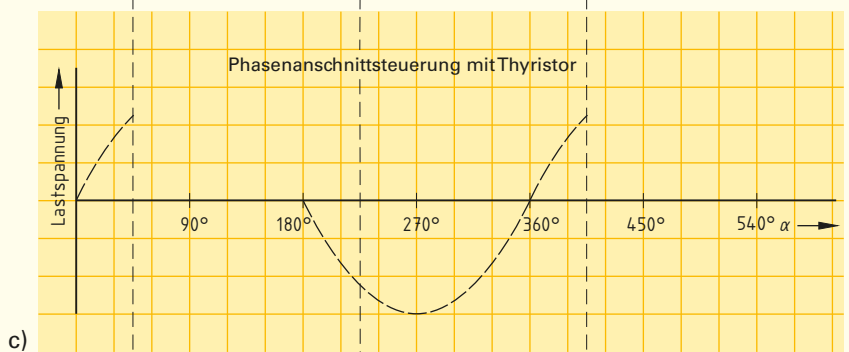
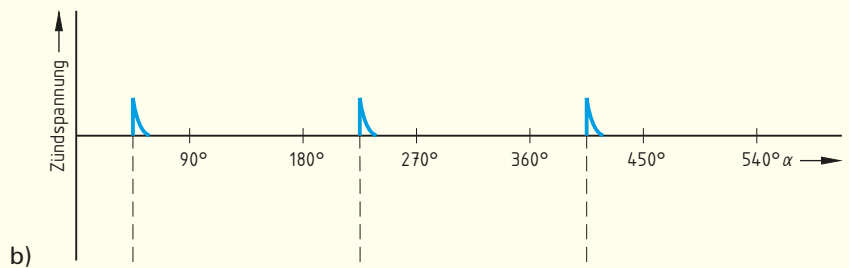
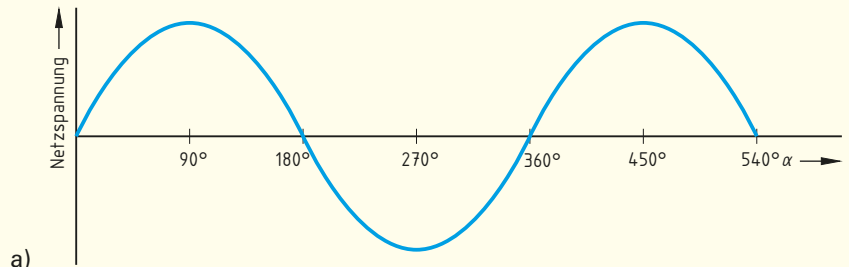
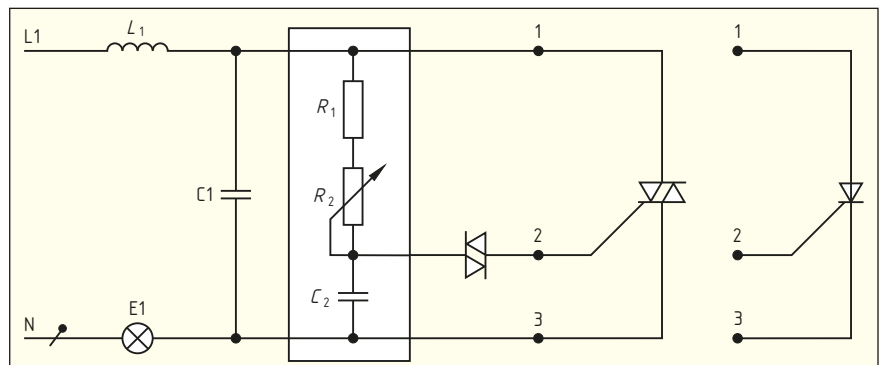


Bild: Ströme und Spannungen bei der Phasenanschnittsteuerung



In einer Gießerei soll ein neuer Motor installiert werden. Anhand der Daten auf dem Leistungsschild des Motors (**Bild**) soll der Querschnitt für die Leitung von der Verteilung zum Motor berechnet werden. Zusätzlich sind folgende Bedingungen zu berücksichtigen: Die Leitung soll in einem Installationskanal auf der Wand verlegt werden, in dem sich bereits drei mehradrige Leitungen befinden. Die Raumtemperatur kann bis zu 40 °C betragen. Es soll eine Mantelleitung NYM verwendet werden. Die notwendige Leitungslänge zwischen Unterverteilung und Motor beträgt 16 m.

- 1. Ermitteln Sie mithilfe des Leistungsschildes (Bild)**

- a) den Motortyp und
- b) legen Sie daraus die Anzahl der belasteten Adern der zu verlegenden Leitung fest.

a) _____ b) _____

- 2. Bestimmen Sie mithilfe des Leistungsschildes**

- die Stromaufnahme I_b des Motors bei Betrieb mit Bemessungsleistung und
- legen Sie die Verlegeart fest.

a) $I_b =$ _____ b) _____

○	Hersteller	○
3 ~ Motor	Nr.	
400 V Δ	29 A	
15 kW	$\cos \varphi = 0,85$	
1460/min	50 Hz	
Th. Cl. 155 (F)	IP 55	
DIN VDE 0530 EN 60034		
○		○

Bild: Motorleistungsschild

- ### 3. Bestimmen Sie

- den Bemessungsstrom I_N der Überstromschutzeinrichtung, wenn dreipolige Leitungsschutzschalter Typ C verwendet werden sollen und
- legen Sie daraus die Höhe der Strombelastbarkeit I_Z der Leitung fest.

a) $I_N =$

b) $I_Z \geq I_N \geq$

4. Welche Umrechnungsfaktoren müssen Sie für die Dimensionierung der Leitung berücksichtigen?

- 5. Bestimmen Sie die Umrechnungsfaktoren**

- a) f_1 für abweichende Umgebungstemperatur und
b) f_2 für Leitungshäufung.

a) Umgebungstemperatur: _____, Isolierung: _____ $\rightarrow f_1 =$ _____

b) Anzahl der mehradrigen Leitungen: _____, **Verlegung:** _____ $\rightarrow f_2 =$ _____

- 6.** Berechnen Sie mithilfe der Strombelastbarkeit I_Z und den Umrechnungsfaktoren f_1 und f_2

- a) den Bemessungswert der Strombelastbarkeit I_r der Leitung.
b) Legen Sie daraus den erforderlichen Leiterquerschnitt A fest.

Lösung: a)	b) Nach DIN VDE 0298-4 beträgt der erforderliche Leiterquerschnitt A =
------------	--

7. Berechnen Sie **a)** den Spannungsfall ΔU der Leitung und **b)** bewerten Sie das Ergebnis.

[illegible]

8. Geben Sie die genormte Bezeichnung der zu verwendenden Leitung an: _____



5. Ein Einphasentransformator mit einer Bemessungsleistung von 500 VA soll eine Eingangsspannung von 230 V auf eine Ausgangsspannung von 24 V herabtransformieren. Die Eingangswindungszahl beträgt 470. Berechnen Sie **a)** das Übersetzungsverhältnis des Transformators, **b)** seinen Eingangsstrom, **c)** seinen Ausgangsstrom und **d)** die Ausgangswindungszahl. **Hinweis:** Die Verluste des Transformators sind zu vernachlässigen.

Geg.:		Ges.: a)	b)	c)	d)
Lösung:					
a)				c)	
b)				d)	

6. Einphasentransformatoren werden auch als Spartransformatoren (**Bild**) hergestellt. Nennen Sie je einen Vorteil und Nachteil von Spartransformatoren.

Vorteil: _____

Nachteil: _____

7. Nennen Sie je ein Beispiel, wo **a)** Spartransformatoren eingesetzt werden und **b)** keine Spartransformatoren verwendet werden dürfen.

a) _____

b) _____

8. Bei Spartransformatoren unterscheidet man **a)** die Durchgangsleistung S_D und **b)** die Bauleistung S_B . Was versteht man unter diesen beiden Leistungen?

a) _____

b) _____

9. Ein Spartransformator 400/230 V hat eine Durchgangsleistung von 480 VA bei einem Wirkungsgrad von 0,9. Berechnen Sie **a)** die Bauleistung, **b)** den Eingangsstrom und **c)** den Ausgangsstrom.

Geg.:		Ges.: a)	b)	c)
Lösung:				
a)				
b)			c)	

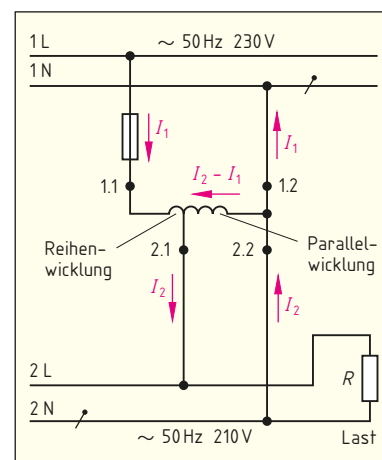


Bild: Spartransformator



Rotierende elektrische Maschinen werden in allen Bereichen von Industrie, Handwerk und Haushalt eingesetzt. Unabhängig von ihrer Bauart arbeiten alle rotierenden elektrischen Maschinen nach dem gleichen Prinzip.

1. In welche beiden Gruppen werden rotierende elektrische Maschinen hinsichtlich ihrer Arbeitsweise eingeteilt?

2. Eine rotierende elektrische Maschine (**Bild 1**) kann als Motor oder Generator verwendet werden. Motoren und Generatoren haben deshalb den gleichen Aufbau. Die Arbeitsweise Motor- oder Generatorbetrieb wird nur durch die Richtung der Energieumwandlung festgelegt. Ergänzen Sie das folgende Blockschaltbild eines Motors mit den Angaben „mechanische Energie“ bzw. „elektrische Energie“.

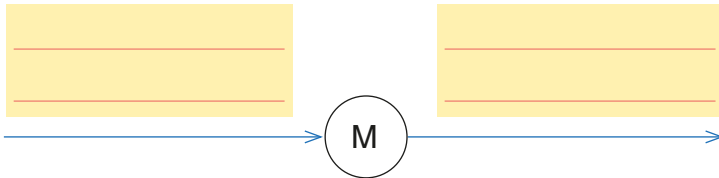


Bild 1: Elektrische Maschine (Beispiel)

3. Welche Wirkung des elektrischen Stromes wird bei den rotierenden elektrischen Maschinen ausgenutzt?

4. Unter welchen Bedingungen wird durch den Magnetismus eine Kraftwirkung hervorgerufen?

5. Wo befinden sich die beiden Magnetfelder in einer rotierenden elektrischen Maschine?

Ein Magnetfeld befindet sich _____

Das zweite Magnetfeld befindet sich _____

6. Bestimmen Sie mithilfe der Motorregel (**Bild 2**) die Bewegungsrichtungen des Läufers im Motorbetrieb und ergänzen Sie den Drehsinn in der Tabelle.

Tabelle: Drehrichtung von Motoren

_____	_____	_____

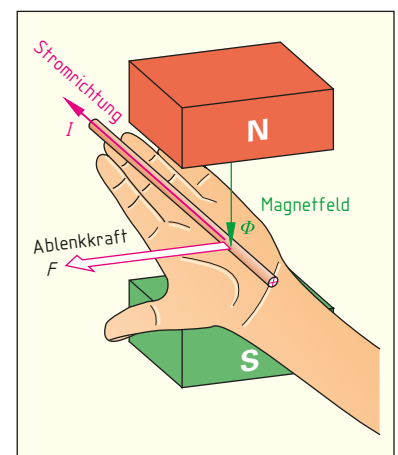


Bild 2: Motorregel (linke Hand)

7. Welche Arten von elektrischen Motoren unterscheidet man?
