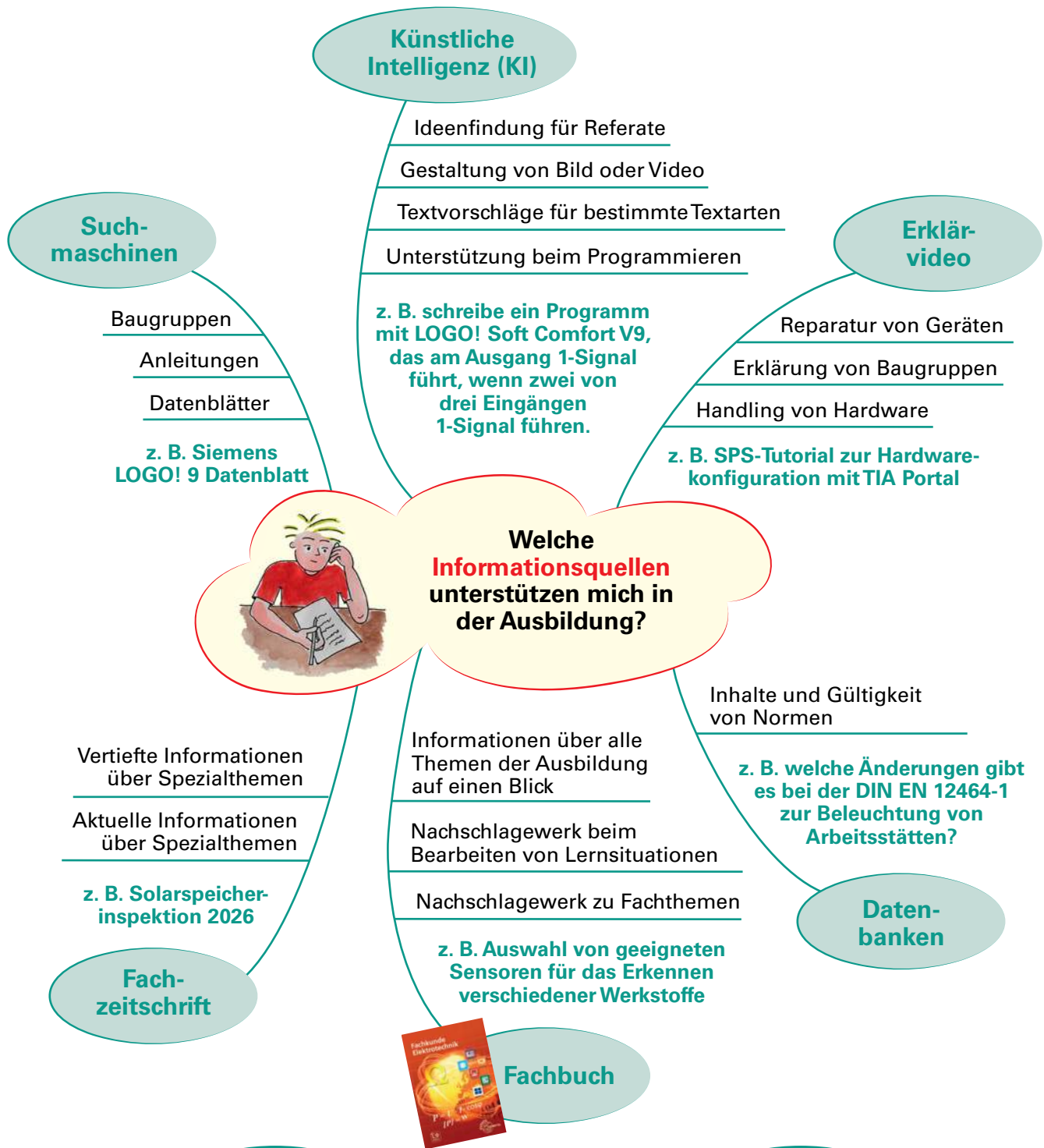




Tipps

- Beschreibe die gesuchte Information so genau wie möglich.
- Überprüfe das Ergebnis kritisch, z. B. Urheber, Jahresangabe, weitere Quellen, Bewertungen.



Bitte beachten

- Verletze niemals Urheberrechte.
- Kennzeichne fremde Textstellen und Bilder (auch von KI erzeugte).
- Hausarbeiten ohne Quellenangaben gelten als Täuschungsversuch.
- KI ist ein Werkzeug und kein Ersatz für kritisches Denken und menschlichen Sachverstand.



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Elektrotechnik

Arbeitsbuch Elektrotechnik

Lernfelder 5 – 13

7. Auflage

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

Lektorat: Werner Klee

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

Europa-Nr.: 37566

Autoren des Arbeitsbuches Elektrotechnik:

Blomberg, Andreas	Rheda-Wiedenbrück	Feustel, Bernd	Kirchheim
Braukhoff, Peter	Reken	Gmeiner, Christian	Oppenau
Bumiller, Horst	Freudenstadt	Schwarz, Jürgen	Tettngang
Burgmaier, Monika	Durbach	Tkocz, Klaus	Kronach
Duhr, Christian	Rednitzhembach		

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises: Werner Klee

Bildbearbeitung: Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel GmbH & Co. KG, 73760 Ostfildern

Bildquellenverzeichnis:

Bilder im Lehrbuch ohne Bildquellenangabe wurden von den Autoren und vom Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern bearbeitet und erstellt. Die Autoren bedanken sich bei den nachfolgenden Firmen und Institutionen für Ihre Unterstützung.

ALBRECHT JUNG GMBH & CO. KG,
Schalksmühle: 223/2, 224/1, 225/1,
225/2, 225/3, 228/1, 228/4, 228/5, 228/6,
266/1, 267/1

AMOS Sensoren & Messtechnik,
Mannheim: 85/T1f
balcom electronic GmbH,
Kirchhundem: 128/2

BAUER Solar GmbH, Selzen: 167/2 e,
169/2, 174/1, 258/1

BEHA-AMPROBE GmbH, Glottertal:
32/1

beta Sensorik GmbH, Küps: 101/1 a
Bureau Veritas Germany Holding
GmbH, Hamburg: 188/1

Busch-Jaeger Elektro GmbH,
Lüdenscheid: 52/T1b, 52/T1c, 55/2

BYD Company Ltd, CN-Shenzhen:
170/3, 181/1, 261/1

DEHN SE, Neumarkt: 186/2, 187/1, 262/1
Eaton Electric GmbH, Bonn: 45/1, 95/1,
114/1

Elektro Beck GmbH, Mengerskirchen:
87/T1a

Elektromotorenwerk Grünhain GmbH,
Grünhain-Beierfeld: 113/3

enerix Franchise GmbH & Co. KG,

Regensburg: 167/2 c

ep Elektropraktiker, HUSS-MEDIEN
GmbH, Berlin: 167/2 b

ET Instrumente GmbH, Hockenheim:
174/3

EVU-Messtechnik, Bad Iburg: 198/2

Fritz! GmbH, Berlin: 145/T1a

Fronius International GmbH, AT-Wels:
167/2 d, 178/1, 180/1, 181/2, 185/2, 259/1,
260/1

Gebrüder Engelfried oHG,
Unterkochen: 195/1

Gira Giersiepen GmbH & Co. KG,
Radevormwald: 203/3, 213/3

GMC-I Gossen-Metrawatt GmbH,
Nürnberg: 61/1, 146/2, 162/1

Hager Vertriebsgesellschaft mbH & Co.
KG, Blieskastel: 18/1, 185/1

Heinrich Kopp GmbH, Kahl am Main:
166/2

HELU KABEL GmbH, Hemmingen:
182/2

homeway GmbH, Neustadt bei
Coburg: 142/2, 142/3, 250/1, 250/2,
250/3, 250/4, 250/5, 250/6, 250/7, 250/8,
250/9, 250/10, 250/11, 250/12, 250/13,
250/14, 250/15, 250/16

KATHREIN-Werke KG, Rosenheim: 133/
T1a, 133/T1b, 133/T1c, 133/T1d, 133/T1e,
133/T1f, 133/T1g, 133/T1h, 139/1

KNX® Association, BEL-Diegem
(Brüssel): 208/1, 209/1, 209/2, 209/3,
210/2, 210/3, 211/1, 211/2, 212/1, 212/2,
213/1, 213/2

KOBOLD Messring GmbH, Hofheim am
Taunus: 79/T1e, 92/2, 252/2

Leuze electronic Deutschland GmbH +

Co. KG, Owen: 101/1 b

licht.de, Frankfurt am Main: 147/3

Morschheuser, Frank, Ostrach: 214/1

OSRAM GmbH, München: 151/1,
156/1 b

Philips Signify GmbH, Hamburg:
156/1 c

Q-Cells SE, Bitterfeld-Wolfen: 169/1

SAFEPART Wolfgang Oehlert, Hameln:
85/T1c

Schneider Electric GmbH c/o Merten,
Wiehl: 52/T1a

Siemens AG, München: 79/T1a, 79/T1b,
79/T1c, 79/T1d, 79/T1f, 79/T1g, 85/T1a,
85/T1b, 85/T1d, 85/T1g, 85/T1h, 92/1,
125/1, 125/2, 203/1, 203/2, 203/4, 204/4,
204/5, 229/2, 231/2, 235/1, 235/2, 235/
T1a, 235/T1b, 235/T1c, 235/T1d, 235/
T1e, 235/T1f, 235/T1g, 236/1, 236/2,
237/1, 238/1, 241/1

Stiftung Warentest: 168/1

Trilux GmbH & Co. KG, Arnsberg: 152/2,
154/1, 156/1 a, 156/2

Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG,
Remscheid: 26/1, 157/1, 159/1, 169/4

Verlag Europa-Lehrmittel/Autorenfoto,
KI: 17/1

WERMA Signaltechnik GmbH + Co. KG,
Rietheim-Weilheim: 87/T1b, 106/1

Zentralverband der Deutschen
Elektro- und Informationstechnischen
Handwerke (ZVEH): 164/1

7. Auflage 2026

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-8085-3960-6

Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an produktsicherheit@europa-lehrmittel.de.

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

© 2026 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten

www.europa-lehrmittel.de

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagbilder: Icons: braunwerbeagentur und Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH; Zeichnung: Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel; Produktbild PROFITEST MTECH + : Gossenmetrawatt; Kabel: chappyvector071 – stock.adobe.com

Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Liebe Leserin, lieber Leser,

mit großer Freude legen wir Ihnen die 7. Auflage des *Arbeitsbuches Elektrotechnik, Lernfelder 5–13* vor. Das Buch hat sich über viele Jahre hinweg in der beruflichen Aus- und Weiterbildung sowie in Unterricht und Praxis bewährt. Nun erscheint es in einem frischen, neuen Erscheinungsbild, das den modernen Anforderungen an Übersichtlichkeit und Nutzbarkeit gerecht wird.

Dieses Buch ist die Fortsetzung des bewährten *Arbeitsbuches Elektrotechnik, Lernfelder 1–4* und führt die beruflichen Lernprozesse konsequent weiter. Ziel des Buches ist es, fachliche Kenntnisse mit handlungsorientierten Aufgaben durch Lernsituationen zu verbinden und so Ihre beruflichen Kompetenzen nachhaltig zu stärken. Die Arbeitsaufträge in jeder Lernsituation haben eine logische Abfolge und werden durch fachliche Informationen und Hinweise ergänzt. Die Kapitel sind so strukturiert, dass sie sowohl im Unterricht als auch in selbstgesteuerten Lernphasen praxisnah eingesetzt werden können.

Besonders hinweisen möchten wir auf die neuen und die stark aktualisierten Lernsituationen, die aktuelle Entwicklungen der Elektrotechnik widerspiegeln. Themen wie beispielsweise *Photovoltaik* und die *Gebäudeautomation* mit *KNX* sind mit modernen, berufsrelevanten Aufgabenstellungen vertreten. Damit möchten wir Sie dabei unterstützen, sich gezielt auf die Anforderungen einer sich rasch wandelnden Arbeitswelt vorzubereiten.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg und Freude bei der Arbeit mit diesem Buch. Möge es Sie bei der Vorbereitung auf berufliche Herausforderungen kompetent begleiten.

Falls Sie Hinweise und Verbesserungsvorschläge haben, freuen wir uns auf einen Dialog mit Ihnen. Schreiben Sie uns gerne an lektorat@europa-lehrmittel.de.

Ihre Autoren und Ihr Verlag Europa-Lehrmittel

Sommer 2026

Tipps zum Arbeiten mit dem Buch

- ▶ Lesen Sie die Aufgabenstellungen sorgfältig durch.
- ▶ Machen Sie sich eventuell Notizen auf einem separaten Blatt.
- ▶ Tragen Sie Ihre Lösung an der entsprechenden Stelle im Arbeitsbuch ein und achten Sie dabei von vorneherein auf den zur Verfügung stehenden Platz.
- ▶ Kontrollieren Sie nochmals Ihre Lösung. Gehen Sie sie dazu Schritt für Schritt gedanklich durch.
- ▶ Bei schwierigen Aufgaben ist es sinnvoll, diese zu zweit oder in Teamarbeit zu lösen.
- ▶ Haben Sie die Lernsituation bearbeitet, beantworten Sie zum Abschluss die Seiten „Testen Sie Ihre Fachkompetenz“ am jeweiligen Kapitelende.

Für wen ist das Buch geeignet?

- ▶ Elektroniker/-in Energie- u. Gebäudetechnik
- ▶ Elektroniker/-in für Betriebstechnik
- ▶ alle weiteren Elektroberufe in Industrie und Handwerk
- ▶ Fachschulen, Meisterschulen, Berufskollegs und Berufsfachschulen
- ▶ überbetriebliche Ausbildungsstätten

Weitere Bücher aus dieser Reihe:



- ▶ Arbeitsbuch Elektrotechnik, Lernfelder 1–4 (Europa-Nr.: 37469)



- ▶ Interaktive Versionen der Arbeitsbücher mit einblendbaren Musterlösungen (Europa-Nr.: E37566V4 und E37469V4)

Wenn Sie Hilfe benötigen:



- ▶ Fachkunde Elektrotechnik (Europa-Nr.: 30138)

- ▶ Rechenbuch Elektrotechnik (Europa-Nr.: 30766)
- ▶ Tabellenbuch Elektrotechnik (Europa-Nr.: 30103)
- ▶ Praxis Elektrotechnik (Europa-Nr.: 30812)
- ▶ Formeln für Elektrotechniker Plus+ (Europa-Nr.: 30289)
- ▶ Prüfungsvorbereitung Elektrotechnik (Europa-Nr.: 30650, 32375, 32771)
- ▶ SimElektro – Interaktive Simulationen (Europa-Nr.: E86990V4, E86992V4)



Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren

• Eine Leuchtstofflampe an Wechselspannung untersuchen	8
▶ Errechnen von Spannungswerten und Zeichnen einer Sinuslinie.	8
▶ Kenngrößen zur sinusförmigen Wechselspannung bzw. Wechselstrom erarbeiten	9
▶ Messungen an der Leuchtstofflampen-Schaltung durchführen	11
▶ Messwerte der Leuchtstofflampen-Schaltung auswerten	12
Testen Sie ihre Fachkompetenz.	15
• Außensteckdose mit einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) nachrüsten	17
▶ Wirksamkeit der vorhandenen Schutzmaßnahme für die Außensteckdose überprüfen.	17
▶ Die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) kennenlernen.	18
▶ Vorteile der RCD als Schutzmaßnahme im TN-S-System benennen	21
▶ Die RCD in der Verteilung anschließen	22
▶ Den Außensteckdosenstromkreis prüfen	23
Testen Sie ihre Fachkompetenz.	24
• Anschlussanalyse für eine Wärmepumpenheizung an 400 V (Drehstrom-Netz)	26
▶ Begriffe des Dreiphasenwechselstromes (Drehstrom) erarbeiten	26
Testen Sie ihre Fachkompetenz.	30
• Netzsysteme erkennen und bewerten	32
▶ Arten von Netzsystemen kennenlernen	32
▶ Schutz in elektrischen Anlagen gewährleisten.	33
▶ Schutz im TN-System gewährleisten.	34
▶ Schutzmaßnahmen im TT-System realisieren	35
▶ Schutzmaßnahmen im IT-System realisieren.	35
Testen Sie ihre Fachkompetenz.	36
• Neutralleiterstrom in der Sternschaltung und Sternpunktverschiebung	37
▶ Außenleiterströme und den Neutralleiterstrom ermitteln	37
▶ Neutralleiterstrom bei symmetrischer Belastung ermitteln.	38
▶ Fehleranalyse bei einer Sternpunktverschiebung	38
▶ Die Bedeutung des Neutralleiters im Drehstromsystem kennenlernen.	40
Testen Sie ihre Fachkompetenz.	41
• Drehstrommotor am TN-System betreiben	42
▶ Leistungsschild (Bild 1) auswerten	42
▶ Motor an das vorhandene TN-S-System anschließen	43
▶ Leistungen des Drehstrommotors berechnen	43
▶ Zuleitung von der Kleinverteilung zum Motor dimensionieren	44
▶ Motorschutz auswählen	45
▶ Kleinverteilung entwerfen	46
▶ Schaltpläne entwerfen	46
▶ Anlagenerweiterung installieren	47
▶ Installation der Anlagenerweiterung überprüfen	47
Testen Sie ihre Fachkompetenz.	49



Elektrotechnische Systeme analysieren und prüfen

• Konferenzraumbeleuchtung anpassen	51
▶ Vorhandene Installation ermitteln	51
▶ Betriebsmittel auswählen	52
▶ Arbeitsplanung und Unterlagen erstellen.	53
▶ Arbeitsreihenfolge festlegen.	54
▶ Kosten der Installationsänderung ermitteln	54
Testen Sie ihre Fachkompetenz.	55
• Transistor als elektronisches Bauteil kennenlernen	56
▶ Anwendungen von Transistoren nennen	56
▶ Arten und Typen von Transistoren und deren Anschlüsse nennen	56
▶ Bipolaren Transistor als Schalter kennenlernen.	57
▶ Mit Transistorkennlinien arbeiten	59
Testen Sie ihre Fachkompetenz.	60
• Netzgeräte für elektronische Schaltungen untersuchen	61
▶ Grundlagen von Netzgeräten erarbeiten	61
▶ Stabilisierungsschaltungen für Gleichspannungen kennenlernen	64
▶ Gesteuerte Gleichrichterschaltungen untersuchen.	67
Testen Sie ihre Fachkompetenz.	69

• Warnblinklicht für eine Baustelle entwerfen	71
▶ Arten von Kippschaltungen festlegen	71
▶ Astabile Kippschaltung mit dem IC NE 555 dimensionieren	72
Testen Sie ihre Fachkompetenz	74



Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren

• Projektierung eines Installationsbus-Systems (KNX) für den Verkaufsraum einer Bäckerei	75
▶ Installationsschaltungen analysieren	75
▶ Stromlaufplan vervollständigen	75
Testen Sie ihre Fachkompetenz	77
• Betriebseinrichtungen einer Tiefgarage mit einer SPS steuern	78
▶ Belüftungsanlage mit Lüfterüberwachung programmieren	78
▶ Torsteuerung der Einfahrt programmieren	84
▶ Ampel für die Garagenbelegung programmieren	87
▶ Programm für die Ampel Garagenbelegung erweitern	90
Testen Sie ihre Fachkompetenz	92
• Lernsituation: Hebebühne mit einer SPS steuern	94
Testen Sie ihre Fachkompetenz	95
• Förderanlage mit einer SPS steuern	96
Testen Sie ihre Fachkompetenz	99
• Eine Bauschutt-Recycling-Anlage soll auf Automatik-Betrieb umgestellt werden	100
▶ Sensoren und Aktoren auswählen	100
▶ Kleinststeuerung programmieren	103
▶ Fehlersuche und defekte Baugruppen austauschen	106
Testen Sie ihre Fachkompetenz	107



Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren

• Eignung eines Antriebsmotors feststellen	108
▶ Fehlerursache erkunden	108
▶ Angaben auf dem Leistungsschild auswerten	110
▶ Betriebssicherheit nach Motoraustausch erhöhen	111
Testen Sie ihre Fachkompetenz	112
• Antriebsmotor einer Kreissäge austauschen	113
▶ Merkmale der Kreissägenmotoren ermitteln	113
▶ Motorschutz und Arbeitssicherheit gewährleisten	114
▶ Einen neuen Motor auswählen	115
▶ Geeigneten Motorschutzschalter auswählen	116
▶ Motorsteuerung planen	117
▶ Projektkontrolle durchführen	118
Testen Sie ihre Fachkompetenz	121
• Hubantrieb mit Drehstrom-Asynchronmotor und Frequenzumrichter ausrüsten	123
▶ Motor auswählen	123
▶ Frequenzumrichter analysieren	124
▶ Frequenzumrichter auswählen	125
▶ Frequenzumrichter an den Motor anpassen	125
▶ Frequenzumrichter parametrieren	126
Testen Sie ihre Fachkompetenz	127



Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren

• Hausrufanlage ändern	128
▶ Vorhandene Hausrufanlage analysieren	128
▶ Änderungsvorschlag erarbeiten	128
▶ Ausbau der Haussprechanlage erarbeiten	129
Testen Sie ihre Fachkompetenz	131
• Installation einer Antennenanlage	132
▶ Empfangsmöglichkeiten im TV-Bereich kennenlernen	132
▶ Wichtige Bauteile in Antennenanlagen kennenlernen	133
▶ Netzstrukturen von Antennenanlagen kennenlernen	134
▶ Dämpfungen von Koaxialkabeln bestimmen	134

▶ Pegel in Antennenanlagen berechnen	135
▶ Aufbau der Antennenanlage	136
▶ Dämpfungen bestimmen, Pegelberechnungen durchführen	137
▶ Antennen montieren und Leitungen verlegen	139
▶ Prüfen der Antennenanlage	139
Testen Sie ihre Fachkompetenz	140

• Fernsehanschluss zum Multimediaanschluss umrüsten	142
▶ Das benötigte Material für die Umrüstung ermitteln	143
▶ Dem Kunden die WLAN-Hardware beschreiben	143
▶ Dem Kunden Fachbegriffe erklären	144
▶ Die Arbeitsreihenfolge der Umrüstung festlegen	144
Testen Sie ihre Fachkompetenz	145

Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben

• Innenraum-Beleuchtungsanlage einer Schule beurteilen und planen	146
▶ Bestand der bestehenden Beleuchtungsanlage aufnehmen	146
▶ Die Beleuchtungsanlage im Klassenzimmer analysieren	149
▶ Beleuchtung des neuen Bauabschnittes analysieren	152
Testen Sie ihre Fachkompetenz	155
• Installation eines Durchlauferhitzers am Dreiphasenwechselstrom-Netz (Drehstrom-Netz)	157
▶ Herstellerunterlagen eines Durchlauferhitzers sichten	157
▶ Größen der Wärmeerzeugung erarbeiten	158
▶ Kosten der Warmwassererzeugung berechnen	159
▶ Bauelemente eines Durchlauferhitzers benennen	159
▶ Schutzeinrichtungen auswählen	160
▶ Zuleitung des Durchlauferhitzers dimensionieren	161
▶ Schaltplanunterlagen erstellen	161
▶ Anlage installieren	162
▶ Anlagenerweiterung überprüfen	162
▶ Anlage an den Kunden übergeben	163
Testen Sie ihre Fachkompetenz	165

Energetische Systeme errichten, in Betrieb nehmen und instand halten

• Photovoltaikanlage errichten und in Betrieb nehmen	167
▶ Kundenberatung und Kundengespräch vorbereiten	167
▶ Kundengespräch führen und Fachbegriffe erklären	168
▶ Photovoltaikanlage planen	174
▶ Batteriespeicher auswählen	181
▶ Leitungen dimensionieren	182
▶ Solarmodulleitung bzw. Strangleitung dimensionieren	182
▶ DC-Leitung von Wechselrichter zum Batteriespeicher	184
▶ Wechselstromanschlussleitung (AC-Leitung)	184
▶ Datenleitung	184
▶ DC-Lasttrennschalter	185
▶ Blitzschutz, Überspannungsschutz und Erdung analysieren	186
▶ Netzeinspeisepunkt, Netzanschluss	187
▶ Angebot erstellen	188
▶ Auftrag ausführen	189
▶ Photovoltaikanlage übergeben	191
▶ Wallbox installieren, steuern und überwachen	192
Testen Sie ihre Fachkompetenz	194
• Elektrische Anlage zum Anschluss einer Hobelmaschine planen	195
▶ Kompensationsart auswählen	195
▶ Leiterquerschnitt für die Hobelmaschine bestimmen	196
▶ Kompensationseinrichtung auswählen	196
Testen Sie ihre Fachkompetenz	198

Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren

• Umbau eines Büros von konventioneller Installationstechnik auf ein Installationsbus-System (KNX)	199
▶ Kundenberatung	200
▶ Bestehende Anlage aufnehmen und analysieren	202
▶ Lastenheft lesen	203
▶ Projekt beschreiben	205

▶ Geräteliste erstellen	206
▶ KNX-Symbole benennen	207
▶ Kundengespräch führen	207
▶ Neues Projekt mit Engineering-Tool-Software ETS anlegen	208
▶ Betriebsmittel auswählen und adressieren	209
▶ Anlage projektieren	210
Testen Sie ihre Fachkompetenz	219

• Regelung der Raumtemperatur mit einem Bussystem (KNX)	221
▶ Informationen über Steuern und Regeln beschaffen	221
▶ Temperaturregler auswählen und beschreiben	223
▶ Stellantrieb auswählen	224
▶ Einzelraum-Temperaturregelung planen	224
▶ Mit der Engineering-Tool-Software ETS projektieren	225
▶ Raumtemperaturregler montieren	226
▶ Funktionsprüfung der Anlage durchführen und Fehler analysieren	226
▶ Kunden in die Funktion des Temperaturreglers einweisen	226
Testen Sie ihre Fachkompetenz	229

Energie- und gebäudetechnische Systeme anpassen und dokumentieren

• Elektroinstallation in einem Hotel erneuern	230
▶ Modernisierung der Außenbeleuchtung	230
▶ Installation einer Wallbox	235
▶ Instandhaltung der Verladerampe	238
Testen Sie ihre Fachkompetenz	240

Infoteil mit Datenblättern

▶ Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen	242
▶ Umrechnungsfaktoren, Strombelastbarkeit, Mindestquerschnitte elektrischer Leiter	243
▶ Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen	244
▶ Betriebsdaten von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Kurzschlussläufer	245
▶ Datenblatt Antriebssysteme	246
▶ NPN-Transistor	247
▶ Zeitgeber-Schaltung NE 555	248
▶ Datenblatt und Installationshinweise Haussprechanlage	249
▶ Haussprechanlage mit vier Teilnehmern	249
▶ Videosprechanlage mit vier Teilnehmern	249
▶ Datenblatt Multimedia	250
▶ Datenblatt Antennentechnik	251
▶ Elektronischer Strömungssensor für Luft und Gas (Auszug aus dem Datenblatt)	252
▶ Sicherheitsdruckleiste: Informationsblatt	252
▶ Datenblatt Frequenzumrichter SINAMICS G120C	253
▶ Analyse einer Beleuchtungsanlage nach DIN EN 12464	254
▶ Beleuchtungsplanung	255
▶ Datenaufnahme zur Installation einer Photovoltaikanlage (1)	256
▶ Datenaufnahme zur Installation einer Photovoltaikanlage (2)	257
▶ Datenblatt Solarmodule	258
▶ Datenblatt Wechselrichter (1)	259
▶ Datenblatt Wechselrichter (2)	260
▶ Datenblatt Batteriespeicher	261
▶ Übersicht Überspannungsschutz, Erdung	262
▶ Übersichtsschaltplan	263
▶ Datenblatt für Erzeugungsanlagen und/oder Speicher (Anhang F.2 der VDE-AR-N 4105)	264
▶ Stetigregler, Funktionsbeschreibung (Auszug)	266
▶ Datenblatt Helligkeitsregler (Auszug aus einer Produktdokumentation)	267
▶ Informationen zur Abschlussprüfung in den Elektroberufen in Handwerk und Industrie	268
▶ Informationen zum Berufsbildungsgesetz	269
▶ Welche wesentlichen Angaben muss der Ausbildungsvertrag mindestens enthalten?	272
▶ Welche Informationsquellen unterstützen mich in der Ausbildung?	US-Seite 2
▶ Abschlussprüfung Fachgespräch	US-Seite 3

In diesem Buch finden sich Verweise/Links aus Internetseiten. Für die Inhalte auf diesen Seiten sind ausschließlich die Betreiber verantwortlich, weshalb eine Haftung ausgeschlossen wird. Für den Fall, dass Sie auf den angegebenen Internetseiten auf illegale oder anstößige Inhalte treffen, bitten wir Sie, uns unter info@europa-lehrmittel.de davon in Kenntnis zu setzen, damit wir beim Nachdruck dieses Buches den entsprechenden Link entfernen können.

Lernsituation 1 Eine Leuchtstofflampe an Wechselspannung untersuchen

Ihr Betrieb soll in einer Schule die veraltete Leuchtstofflampen-Deckenbeleuchtung einiger Unterrichtsräume (**Bild 1**) durch neue LED-Leuchtröhren ersetzen.

Da Sie bisher noch keine Kenntnis zu Leuchtstofflampen haben, fragen Sie Ihren Ausbilder, woraus die Leuchtstofflampenschaltung besteht.

Ihr Ausbilder erklärt Ihnen, dass aufgrund der EU-Verordnung 244/2009 (Lampenverordnung), Leuchtstofflampen seit dem Jahr 2023 nicht mehr verkauft werden dürfen, aber noch viele Leuchtstofflampen in Betrieb sind. Um die Leuchtstofflampenschaltung zu verstehen, erteilt Ihnen Ihr Ausbilder den Auftrag, sich zuerst über die Besonderheiten von Wechselstrom und Wechselspannung zu informieren.

Er übergibt Ihnen eine ältere Leuchte, damit Sie die einzelnen Bauteile kennenlernen und sich den Schaltplan für die Grundschaltung einer Leuchtstofflampe erarbeiten können.

Um das elektrische Zusammenwirken der Bauelemente an Wechselspannung zu erkennen, sollten Sie eine Leuchtstofflampenschaltung im Schulunterricht oder im Ausbildungsbetrieb aufbauen, daran elektrische Messungen durchführen und die Messergebnisse auswerten.



Bild 1: Deckenbeleuchtung mit Leuchtstofflampen

1 Errechnen von Spannungswerten und Zeichnen einer Sinuslinie

Eine sinusförmige Wechselspannung entsteht in einer Leiterschleife oder Spule, wenn diese in einem homogenen Magnetfeld mit gleichbleibender Geschwindigkeit gedreht wird (**Tabelle 1**).

- Berechnen Sie für den jeweiligen Drehwinkel α der sich drehenden Spule die Augenblickswerte u der erzeugten Spannung.
Der Scheitelwert der Spannung beträgt $\hat{u} = 325 \text{ V}$.
- Tragen Sie die Augenblickswerte in die **Tabelle 1** ein und übernehmen Sie dann diese Augenblickswerte in das Liniendiagramm (**Bild 2**).
- Zeichnen Sie den Verlauf der Spannung.



Augenblickswert einer sinusförmigen Wechselspannung

$$u = \hat{u} \cdot \sin \alpha$$

u

Augenblickswert

$\hat{u}$

Scheitelwert

$\sin \alpha$

Sinuswert des Drehwinkels α

Beispiel:

Bei $\hat{u} = 325 \text{ V}$ und $\alpha = 30^\circ$ beträgt der Augenblickswert

$$u = \hat{u} \cdot \sin \alpha = 325 \text{ V} \cdot \sin 30^\circ = 325 \text{ V} \cdot 0,5 = 162,5 \text{ V}$$



Hinweis zum Taschenrechner (TSR):

Modus DEG oder D einstellen (je nach TSR),

Bsp.: $\sin$ 30 $=$ (Ergebnis: 0,5)

Tabelle 1: Augenblickswerte und Liniendiagramm

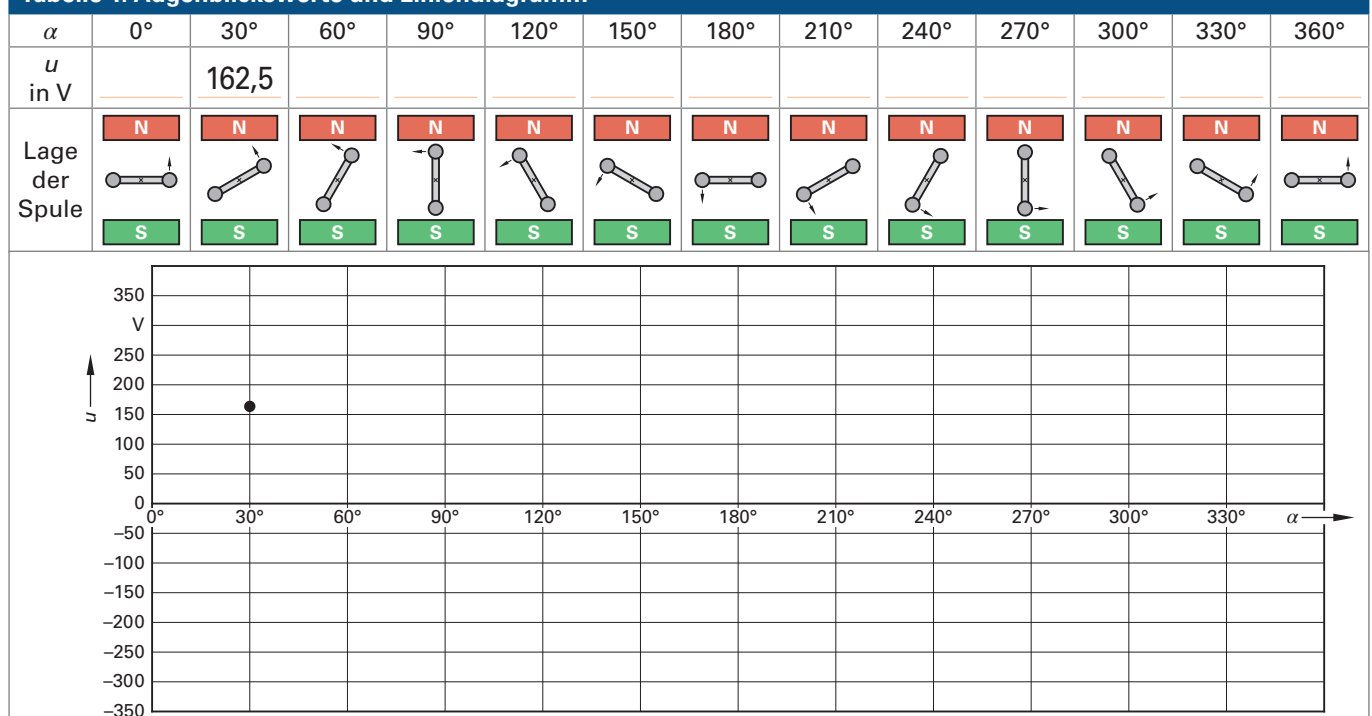


Bild 2: Liniendiagramm

2 **Kenngrößen zur sinusförmigen Wechselspannung bzw. Wechselstrom erarbeiten**

Bevor Sie die Bauteile und die Funktion der Leuchtstofflampe untersuchen, überprüfen und festigen Sie Ihre Kenntnisse über Wechselspannung und Wechselstrom.

 Fachkunde Elektrotechnik, Kapitel: Wechselstromtechnik

1. Erklären Sie die Begriffe: Sinusförmige Wechselspannung bzw. sinusförmiger Wechselstrom.

2. Tragen Sie die Kenngrößen und Formelzeichen einer Sinus-Wechselspannung im **Bild 1** ein.

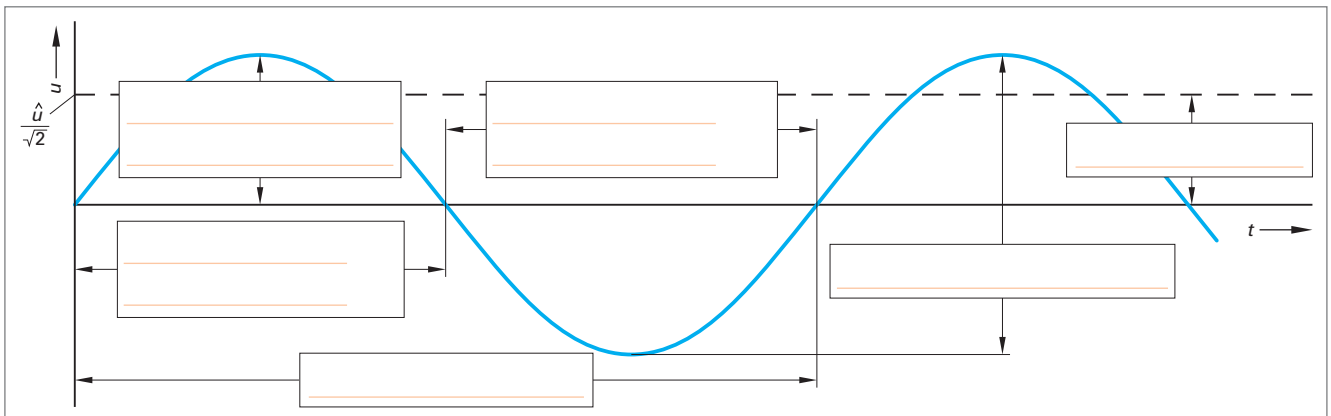


Bild 1: Sinusspannung

- 3. Was versteht man bei einem sinusförmigen Wechselstrom unter dem Effektivwert?**



Achtung! In Netzen mit z.B. drehzahlgesteuerten Motoren, Stromversorgungen für Bürogeräte, elektronischen Transformatoren und Dimmern kann der Effektivwert fehlerhaft gemessen werden, da die Wechselspannungen und -ströme nicht mehr sinusförmig sind. Nur Echt-Effektivwert-Multimeter (Geräte mit True RMS) messen nicht sinusförmige Größen genau. Der Crestfaktor und die Frequenzbandbreite des Multimeters müssen beachtet werden.

4. Berechnen Sie den Effektivwert U für die Wechselspannung aus Arbeitsauftrag 1, Aufgabe 1 (**Seite 8**).

[illegible]

5. Berechnen Sie die Periodendauer T einer 50-Hz-Wechselspannung.

[illegible]

6. Das **Bild 2** zeigt das Oszillogramm einer sinusförmigen Wechselspannung. Berechnen Sie **a)** den Effektivwert U und **b)** die Frequenz f .

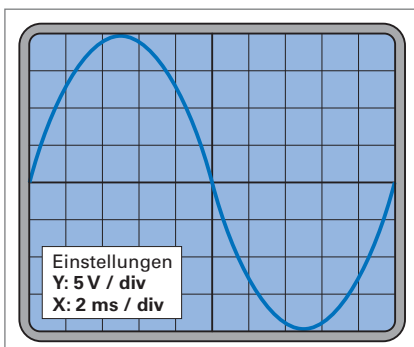


Bild 2: Oszillogramm einer sinusförmigen Wechselspannung

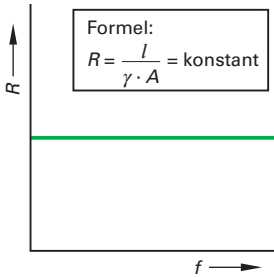
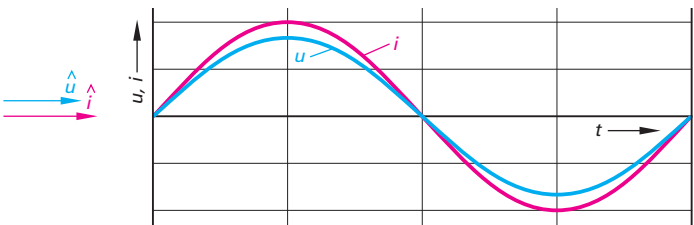
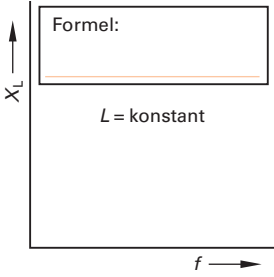
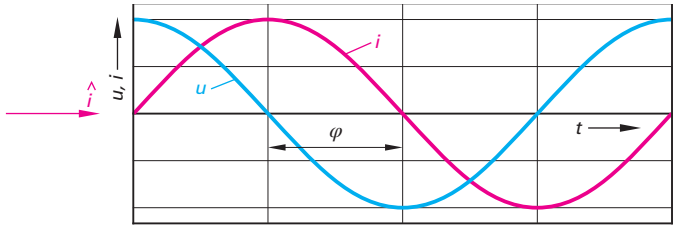
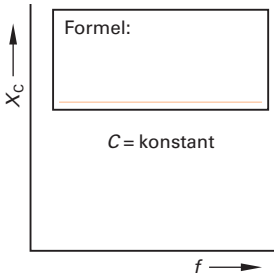
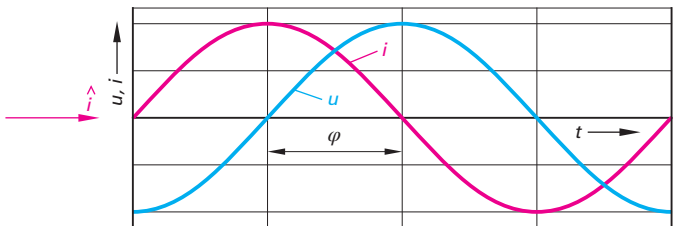
[illegible]



Jedes reale Bauelement, z. B. eine Spule, besitzt immer gleichzeitig 3 Eigenschaften: 1. ohmsches Widerstandsverhalten, 2. induktives Widerstandsverhalten und 3. kapazitives Widerstandsverhalten. Praktisch kann man meist eine oder zwei Eigenschaften vernachlässigen. Wird nur die Haupteigenschaft eines Bauelementes betrachtet, z. B. die Induktivität einer Spule, so nennt man ein solches Bauelement **ideales Bauelement**.

7. Ergänzen Sie in der **Tabelle 1** die fehlenden Angaben für den induktiven und kapazitiven Blindwiderstand. Beachten Sie das Beispiel für den Wirkwiderstand R .

Tabelle 1: Ideale Bauelemente an Wechselspannung

Widerstandsart	Frequenzabhängigkeit	$\hat{u}$ - $\hat{i}$ -Zeigerbild und Liniendiagramm von Spannung u und Strom i
Wirkwiderstand R (ohmscher Widerstand R) Schaltzeichen: 	Formel: $R = \frac{l}{\gamma \cdot A} = \text{konstant}$ 	 u und i sind in Phase; $\varphi = 0^\circ$
induktiver Blindwiderstand X_L Schaltzeichen: 	Formel: $X_L = 2\pi f L$ $L = \text{konstant}$ 	
kapazitiver Blindwiderstand X_C Schaltzeichen: 	Formel: $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$ $C = \text{konstant}$ 	

8. In Wechselstromkreisen unterscheidet man verschiedene Leistungsarten (**Tabelle 2**). Beschreiben Sie in der **Tabelle 2**, was man unter diesen Leistungen versteht. Geben Sie die Formeln der Leistungen an.

Tabelle 2: Wechselstromleistungen

Wirkleistung P	Induktive Blindleistung Q_L	Kapazitive Blindleistung Q_C
Formel: 	Formel: 	Formel:
Scheinleistung S		
Formel: 		

Das **Bild 1** zeigt das geöffnete Gehäuse einer Leuchte mit der Lage der einzelnen Bauteile.

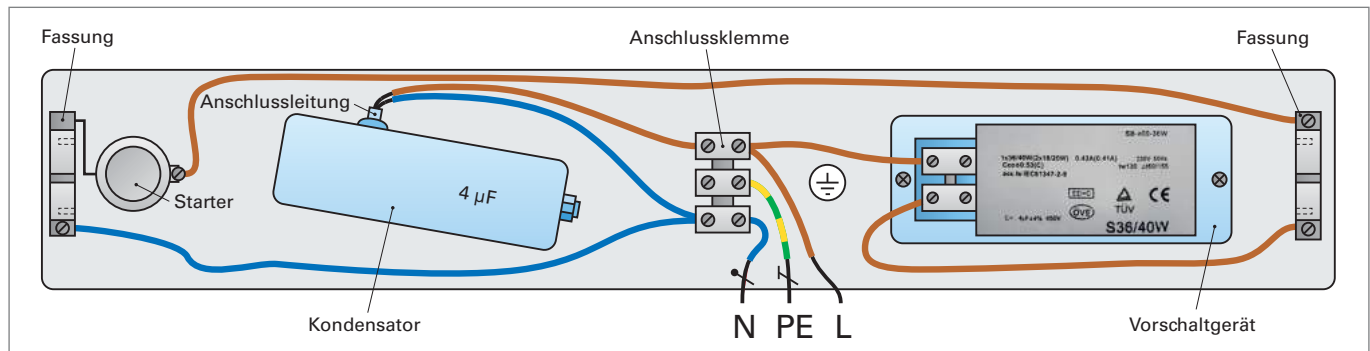


Bild 1: Verdrahtungsplan einer Leuchtstofflampe

3 Messungen an der Leuchtstofflampen-Schaltung durchführen

Im Ausbildungsbetrieb oder in der Schule können Sie z. B. im Team die Funktion einer 18-W-Leuchtstofflampen-Schaltung messtechnisch untersuchen (**Bild 2**).



Wenn Sie keine eigenen Messungen ausführen können, nutzen Sie für die Bearbeitung der entsprechenden Arbeitsaufträge die Vergleichswerte in der **Tabelle 1** auf **Seite 12**.

1. a) Zeichnen Sie im Schaltplan der Leuchtstofflampen-Schaltung (ohne Kondensator) (**Bild 4**) einen Leistungsmesser ein, um die Wirkleistung P der Leuchte direkt messen zu können, sowie einen Spannungs- und einen Strommesser, um die Betriebsspannung U und den Strom I zu messen.
- b) Messen Sie die elektrischen Größen P , U und I und übernehmen Sie die Werte in die **Tabelle 1** auf **Seite 12**.
- c) Lesen Sie den Messwert P vom Leistungsmesser (**Bild 3**) ab und tragen Sie diesen Wert in die **Tabelle 1** auf **Seite 12** unter Vergleichswerte ein.
2. a) Ergänzen Sie den Schaltplan (**Bild 4**), um die Teilspannungen U_1 am Vorsichtgerät (R_1), U_2 an der Leuchtstofflampe (E_1), sowie U_3 über beide Bauelemente (R_1 und E_1) messen zu können.
- b) Tragen Sie die Bezugspfeile für den Strom und die Spannungen ein.
- c) Messen Sie die elektrischen Werte und übertragen Sie diese in die **Tabelle 1** auf **Seite 12**.

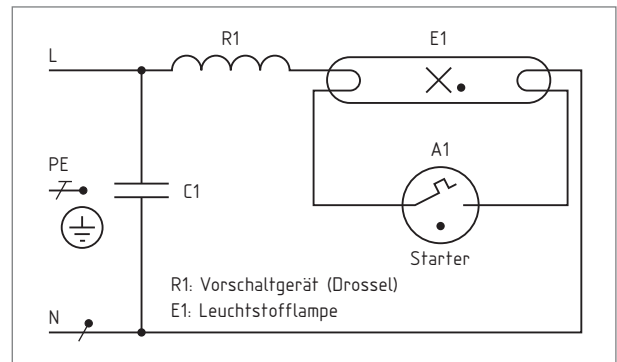


Bild 2: Stromlaufplan einer Leuchtstofflampe



Nach DIN EN 61346 Teil 2 werden energiebegrenzende Betriebsmittel, z. B. Drossel, mit dem Kennbuchstaben R bezeichnet.

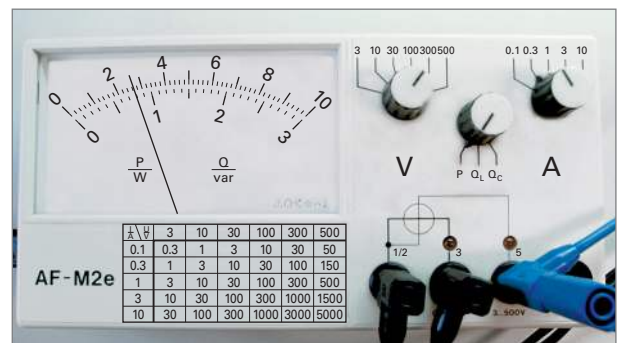


Bild 3: Messung der gesamten Wirkleistung P an der Leuchte

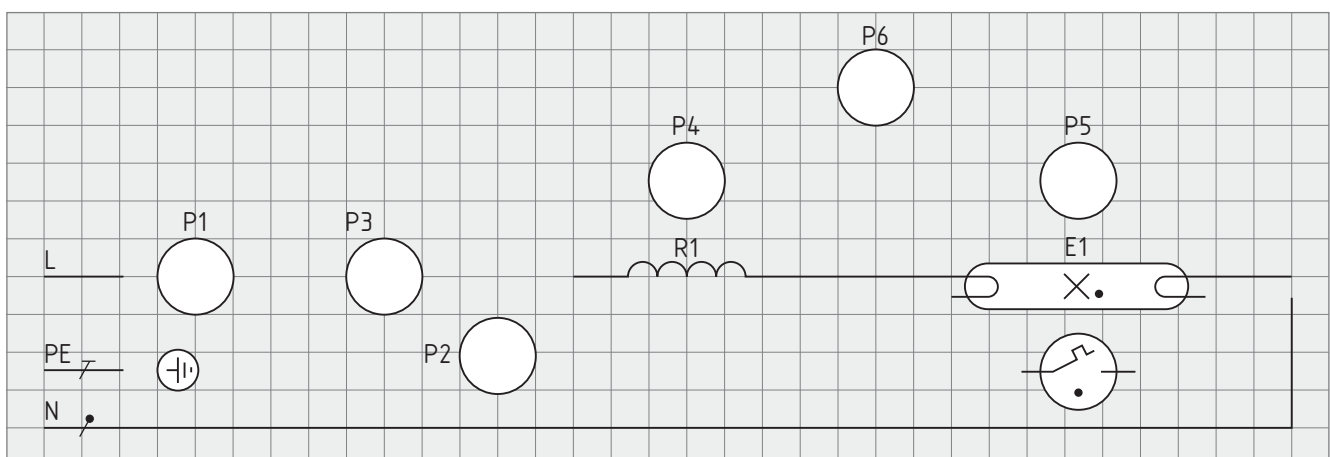


Bild 4: Schaltplan mit Messinstrumenten

3. a) Ergänzen Sie die Messschaltung (**Bild 1**), um mit einem Widerstandsmesser den Widerstand des Vorschaltgerätes R1 direkt messen zu können.
- b) Messen Sie vom Vorschaltgerät die Größe des Widerstandes und tragen Sie den Messwert in die **Tabelle 1** ein.



Bild 1: Direkte Widerstandsmessung



Direkte Widerstandsbestimmung mit einem Widerstandsmesser wird nur im spannungslosen Zustand der Schaltung durchgeführt.



Fachkunde Elektrotechnik,
Kapitel: Messen von Widerständen

4. Vergleichen Sie in der **Tabelle 1** Ihre Messwerte eventuell mit den Messwerten einer anderen Gruppe, sowie mit den bereits vorgegebenen Vergleichswerten. Diskutieren Sie eventuelle Unterschiede bei den Messwerten.

Tabelle 1: Messwerte an einer 18-W-Leuchtstofflampe

Stromstärke I	Betriebsspannung U	Wirkleistung P	Spannung U_1 am Vorschaltgerät R1	Spannung U_2 an der Lampe E1	Spannung U_3 über R1 und E1	Widerstand am Vorschaltgerät R1 (direkt gemessen)
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Vergleichswerte						
0,36 A	233 V	_____	213 V	64,5 V	233 V	62 Ω

4 Messwerte der Leuchtstofflampen-Schaltung auswerten

Sie sollen nun die Messwerte oder die Vergleichswerte der **Tabelle 1** auswerten und dabei auch auf die Unterschiede zwischen den Gesetzmäßigkeiten bei Wechselspannung und Gleichspannung achten.

1. a) Berechnen Sie aus den U - I -Werten die Scheinleistung S der Leuchte.
- b) Vergleichen Sie den Wert der Scheinleistung S mit dem Wert der Wirkleistung P (**Tabelle 1**) und erklären Sie den Unterschied.
- c) Lesen Sie die Messwerte für den Wirkfaktor $\cos\varphi$ und den Phasenverschiebungswinkel φ im **Bild 2** ab.
- d) Berechnen Sie die gesamte Wirkleistung P .

[illegible][illegible]

Wenn Sie die Messungen nicht durchführen konnten, verwenden Sie für die Auswertung die Vergleichswerte aus der **Tabelle 1**.



Bild 2: Leistungsfaktormesser

2. a) Berechnen Sie die Blindleistung Q_L .
b) Zeichnen Sie mit dem angegebenen Maßstab das Leistungsdreieck (**Bild 1**) der Leuchte. Bestimmen Sie dazu für die Leistungen P , Q_L und S die Zeigerlängen im angegebenen Maßstab und zeichnen dann das Leistungsdreieck.
c) Ermitteln Sie daraus den Phasenverschiebungswinkel φ der Leuchtstofflampen-Schaltung und vergleichen Sie den so bestimmten Phasenverschiebungswinkel mit dem vom Messgerät angezeigten Phasenverschiebungswinkel (**Bild 2, Seite 12**).
3. a) Berechnen Sie den Scheinwiderstand Z_{VG} des Vorschaltgerätes mithilfe der Messwerte U_1 und I aus Arbeitsauftrag 5 (**Tabelle 1, Seite 12**).
b) Vergleichen Sie diesen Wert mit dem direkt gemessenen Widerstandswert des Vorschaltgerätes.
c) Erklären Sie die beiden Widerstandswerte.

[illegible]

c)

4. a) Zeichnen Sie für eine reale Spule, z.B. für das Vorschaltgerät, die vereinfachte Ersatzschaltung (**Bild 2**), um den ohmschen Drahtwiderstand R und den induktiven Widerstand der Spule X_L zu berücksichtigen.

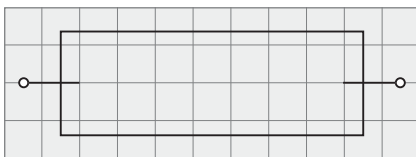


Bild 2: Ersatzschaltung einer realen Spule

- b)** Berechnen Sie vom Vorschaltgerät den induktiven Blindwiderstand X_L und die Induktivität L .

- b) Bestimmung der Zeigerlängen bei einem Maßstab: $10 \text{ W} \hat{=} 10 \text{ VA} \hat{=} 10 \text{ var} \hat{=} 5 \text{ mm}$

- | | |
|----|---|
| c) | Phasenverschiebungswinkel φ der Leuchtstofflampen-Schaltung |
| | vom Messgerät angezeigter Wert: |
| | aus Leistungs-dreieck ermittelt: |

Bild 1: Leistungs-				
dreieck				

b)

- c) Berechnen Sie den Wirkfaktor $\cos \varphi$ und den Phasenverschiebungswinkel φ .

[illegible]

- d) Zeichnen Sie das maßstabsgerechte Widerstandsdreieck (**Bild 3**) für das Vorschaltgerät.

Bestimmung der Zeigerlängen bei einem Maßstab: $10 \Omega \triangleq 2 \text{ mm}$

- e) Lesen Sie aus dem gezeichneten Widerstandsdreieck (**Bild 3**) den Phasenverschiebungswinkel φ des Vorschaltgerätes ab.
- Phasenverschiebungswinkel des Vorschaltgerätes: $\varphi =$**

A blank 20x20 grid with a horizontal arrow pointing to the right labeled R at the bottom center.

Bild 3: Widerstandsdreieck



5. Bild 1a zeigt die Grundschiung zum Betrieb der Leuchtstofflampe.
- Ergänzen Sie im Bild 1b die Ersatzschaltungen für das Vorschaltgerät und für die Leuchtstofflampe (ohmscher Widerstand).
 - Tragen Sie in die Ersatzschaltungen (Bild 1b) des Vorschaltgerätes und der Leuchtstofflampe die Bezugspfeile für den Strom und für sämtliche Spannungen ein. Verwenden Sie die Formelzeichen der Tabelle 1.

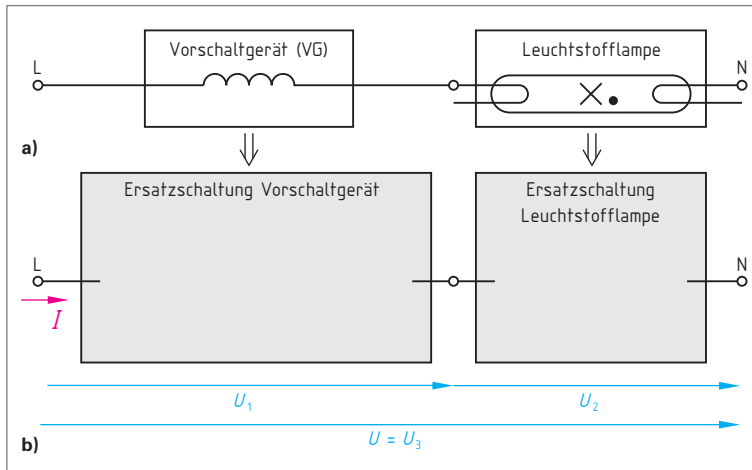
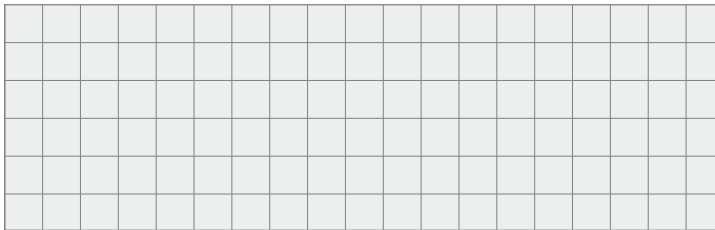
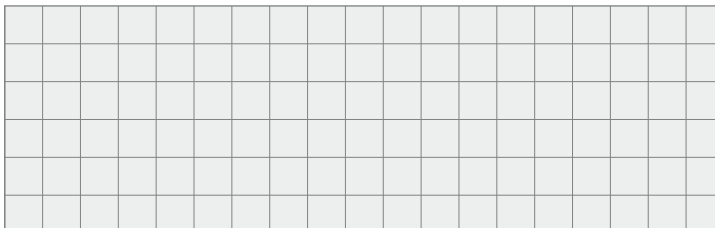


Bild 1: Grundschiung und Ersatzschaltungen einer Leuchtstofflampen-Schiung

- Berechnen Sie mithilfe der Stromstärke I die Teilspannungen U_R und U_{XL} am Drahtwiderstand und am Blindwiderstand des Vorschaltgerätes. Berechnen Sie mithilfe der Teilspannungen die Spannung U_1 über das Vorschaltgerät. Tragen Sie die Rechenwerte in die Tabelle 1 ein.



- Warum darf man die Teilspannungen der Wirkwiderstände und die Teilspannung am induktiven Blindwiderstand nicht einfach addieren?
- Zeichnen Sie das maßstabsgerechte Zeigerdiagramm (Bild 2) aller Teilspannungen, um die Gesamtspannung (Betriebsspannung) für die Leuchtstofflampen-Schiung zu ermitteln.
- Entwickeln Sie aus dem Zeigerdiagramm mithilfe des Satzes des Pythagoras eine Formel zur Berechnung der Gesamtspannung U aus den Teilspannungen und berechnen Sie dann die Gesamtspannung U .



- Ermitteln Sie im Zeigerdiagramm (Bild 2) den Phasenverschiebungswinkel φ zwischen U und I und tragen Sie den Wert im Bild 2 ein.
- Diskutieren Sie mit Ihrer Lerngruppe die Ursachen für mögliche Unterschiede zwischen den errechneten und den gemessenen Werten.



Ersatzschaltungen benutzt man, um die Eigenschaften realer Bauelemente, z.B. einer Spule, mithilfe idealer Bauelemente, besser erklären zu können.

Tabelle 1: Betriebswerte der Leuchte

	gemessen	berechnet
Stromstärke I	0,36 A	
Betriebsspannung $U = U_3$	233 V	
Spannung U_1 am VG	213 V	
Spannung U_2 an der Leuchtstofflampe	64,5 V	
Spannung U_R am Drahtwiderstand des VG		
Spannung U_{XL} am Blindwiderstand des VG		

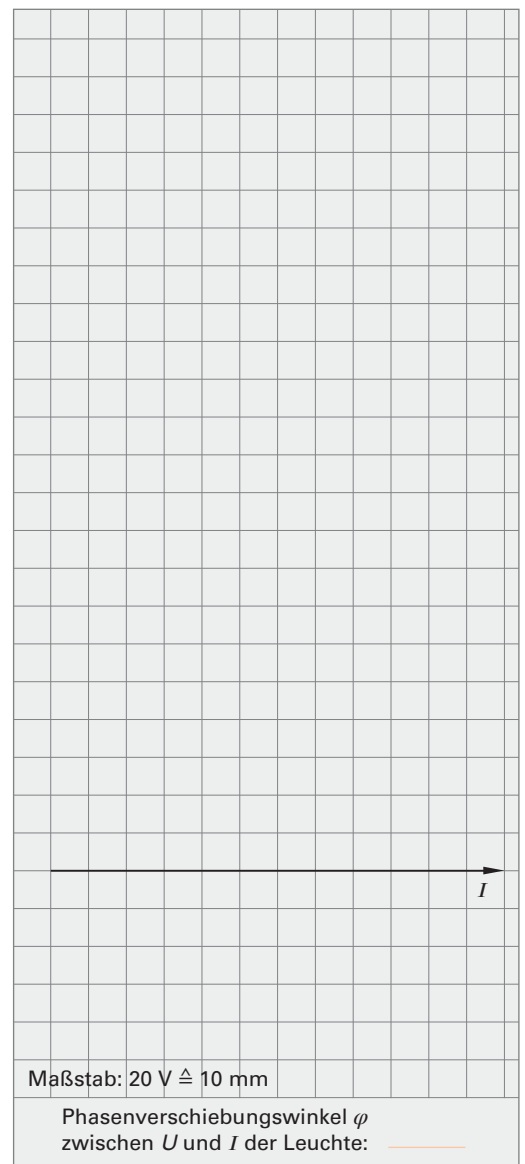


Bild 2: Zeigerbild aller Spannungen der Leuchte

Testen Sie Ihre Fachkompetenz

1. Sie sollen für einen Laborversuch die Schaltung (**Bild 1**) analysieren. Wie verhalten sich die LEDs P1 und P2, wenn die Frequenz der Wechselspannung **a) 1 Hz** und **b) 50 Hz** beträgt?

a) _____

b) _____

2. **a)** Was meint ein Elektronik-Fachmann, wenn er sagt, dass Spannung und Strom phasenverschoben sind? **b)** Mit einem Oszilloskop wurden Spannung und Strom an einem Verbraucher gemessen (**Bild 2**). Um welche Belastungsart, z. B. ohmsche-induktive oder ohmsche-kapazitive Last, handelt es sich? Begründen Sie.

a) _____

b) _____

3. An eine Schützspule Q1 mit der Steuerspannung AC 24 V wurde versehentlich DC 24 V angeschlossen (**Bild 3**). Nach Inbetriebnahme der Steuerschaltung brannte die Schützspule durch. Erklären Sie, warum die Schützspule durchbrannte.

4. Berechnen Sie aus den Angaben des Leistungsschildes (**Bild 4**) des Wechselstrommotors **a)** die Scheinleistung, **b)** die aufgenommene Wirkleistung, **c)** die Blindleistung und **d)** den Wirkungsgrad.

a) _____

b) _____

c) _____

d) _____

5. Mit der Messschaltung (**Bild 5**) wurde das Verhalten der Schützspule Q1 im Betrieb untersucht. **a)** Berechnen Sie mithilfe der Messwerte von P1 und P2 die Scheinleistung der Schützspule. **b)** Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem gemessenen Wert von P3 und begründen Sie Ihre Feststellung. **c)** Wie groß ist der Wirkwiderstand der Spule?

a) _____

b) _____

c) _____

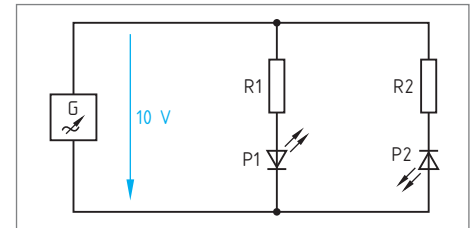


Bild 1: Versuchsschaltung

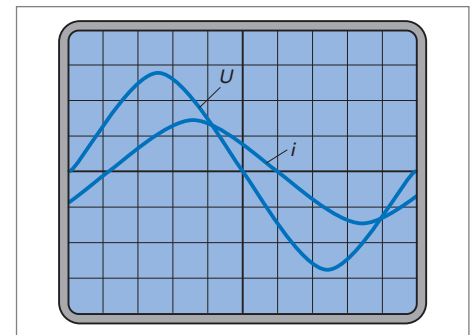


Bild 2: Phasenverschiebung von Spannung und Strom

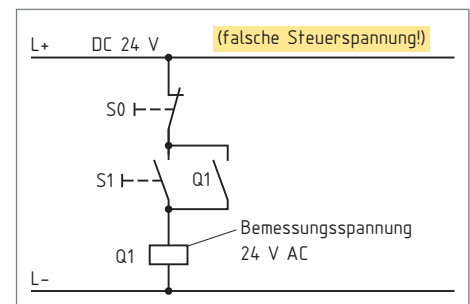


Bild 3: Schützsteuerung

Hersteller	
Typ M 4354	
AC Mot	Nr. 66542
230 V	9,3 A
1,5 kW S1	cos φ 0,82
1400/min	50 Hz
Th. Cl. 155 (F)	IP 54
VDE 0530 / 05.06	

Bild 4: Leistungsschild eines Motors

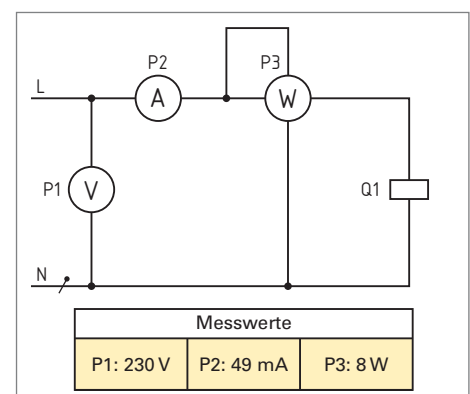


Bild 5: Messungen an einer Schützspule

Testen Sie Ihre Fachkompetenz

6. Mithilfe eines Rundsteuersignals mit einer Frequenz von z.B. 750 Hz kann ein Netzbetreiber z.B. öffentliche Straßenbeleuchtungen zentral ein- und ausschalten oder die Hoch- und Niedertarifumschaltung für verschiedene Verbraucher vornehmen. Warum kann ein solches hochfrequentestes Rundsteuersignal einen Schalteempfänger nicht erreichen, wenn im selben Netz viele Kondensatoren (C_{ers}) parallel geschaltet sind (**Bild 1**)? Begründen Sie Ihre Aussage.

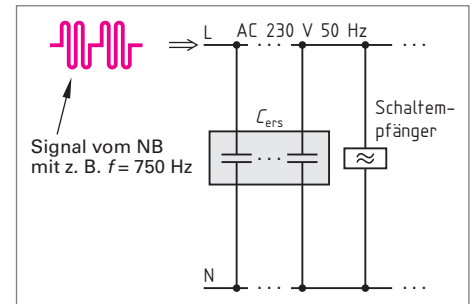


Bild 1: Kondensatoren in Anlagen mit Rundsteuersignalen

7. Ein 100-W-Heizwiderstand R_{E1} am Wechselspannungsnetz 230 V/50 Hz soll zur Energieeinsparung zeitweise nur mit halber Bemessungsleistung P_{50} betrieben werden. Anstelle eines ohmschen Vorwiderstandes soll dazu ein Kondensator C1 eingesetzt werden (**Bild 2**). Berechnen Sie **a)** die Kapazität C_1 des Kondensators, **b)** den Wirkfaktor $\cos \varphi$ und **c)** den Wirkungsgrad η der Schaltung, wenn der Heizwiderstand 50 W abgibt.

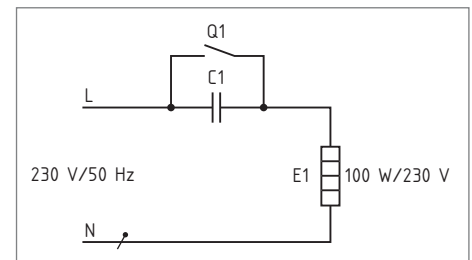


Bild 2: Heizwiderstand mit Kondensator



Für Berechnungen in der Energietechnik mit $f = 50$ Hz können Kondensatoren als ideale Bauelemente behandelt werden. Der Rechenfehler ist meist vernachlässigbar klein.

a)

b)

c)

8. Wie ändern sich die Betriebswerte (**Tabelle 1**), wenn an den Anschlussklemmen L und N, z.B. einer 36-W-Leuchtstofflampe, ein 4- μ F-Kondensator parallel dazugeschaltet wird (**Bild 4, Seite 11**)? Antworten Sie mit: unverändert, wird größer oder wird kleiner.

Tabelle 1: Verhalten der Betriebswerte einer LS-Lampe beim Zuschalten eines Kondensators

Betriebsspannung U	Frequenz f	Gesamtstromstärke I	Scheinleistung S	Wirkleistung P	Blindleistung Q

Lernsituation 2 Außensteckdose mit einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) nachrüsten

Bei der Bearbeitung eines Installationsauftrages bemerkt der Auszubildende eine Außensteckdose (**Bild 1**) an einem Pfeiler eines Bürogebäudes, die nur über einen Leitungsschutzschalter geschützt ist. Da dies gegen aktuelle Vorschriften, z. B. DIN VDE 0100-410, verstößt, empfiehlt er dem Auftraggeber Herrn Lehmann, zusätzlich eine Fehlerstrom-Schutteinrichtung (RCD) für diesen Steckdosenstromkreis einbauen zu lassen. Herr Lehmann lehnt diesen Vorschlag mit den Worten ab: „*Das Gebäude ist 1971 errichtet worden und ich habe auch ein Prüfprotokoll über die Sicherheit der Elektroanlage. Es ist auch noch nie etwas passiert!*“.

Der Auszubildende kennt die Regel, dass Altanlagen dann angepasst werden müssen, wenn neue Normen oder Behörden die Anpassung fordern oder wenn Gefahren für Menschen und Sachwerte bestehen.

Er weiß auch, dass die VDE 0105-100 (Betrieb elektrischer Anlagen) eine Anpassung fordert, wenn die Sicherheit erheblich verbessert werden kann und dass „Arbeitsschutz vor Bestandsschutz“ gilt. Er erhält von seinem Meister den Auftrag, die Steckdose zu prüfen und eine Empfehlung für den Auftraggeber zu formulieren.

Der Auszubildende soll seine Kenntnisse über Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen vertiefen und eine Empfehlung aussprechen.

1 Wirksamkeit der vorhandenen Schutzmaßnahme für die Außensteckdose überprüfen

1. Entscheiden Sie für den vorhandenen Steckdosenstromkreis (**Bild 2**), ob die Abschaltbedingung der Schutzmaßnahme nach DIN VDE 0100-600, Anhang D.6.4.3.7.2 erfüllt ist.

[illegible]

2. Schreiben Sie eine E-Mail für den Auftraggeber, damit der Betreiber der Elektroanlage über seine Verantwortung informiert wird und Ihre Firma sich „abgesichert“ hat.



Bild 1: Außensteckdose an der Außenwand

 Nach DIN VDE 0100-410 müssen folgende Stromkreise durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungs-Differenzstrom $I_{AN} \leq 30 \text{ mA}$ geschützt werden:

- Steckdosenstromkreise mit einem Bemessungsstrom bis 32 A, die für Laien und zur allgemeinen Verwendung bestimmt sind,
- Endstromkreise für im Außenbereich verwendete fest angeschlossene ortsveränderliche Betriebsmittel mit einem Bemessungsstrom bis 32 A,
- Endstromkreise mit Leuchten in Wohnungen.

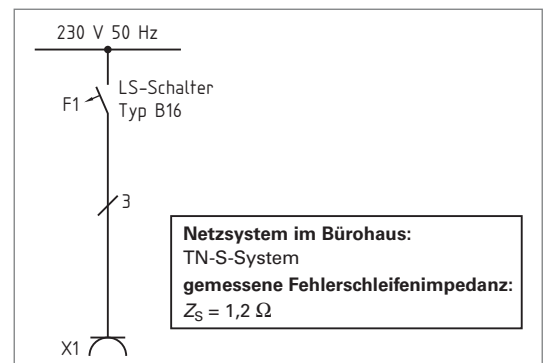


Bild 2: Übersichtsschaltplan und Prüfungsergebnisse

§ Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) § 3 Grundpflichten des Arbeitgebers

(1) Der Arbeitgeber ist verpflichtet, die erforderlichen Maßnahmen des Arbeitsschutzes unter Berücksichtigung der Umstände zu treffen, die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten bei der Arbeit beeinflussen. Er hat die Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen und erforderlichenfalls sich ändernden Gegebenheiten anzupassen. Dabei hat er eine Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten anzustreben.

1. Benennen Sie die Bestandteile der RCD in **Bild 1**.

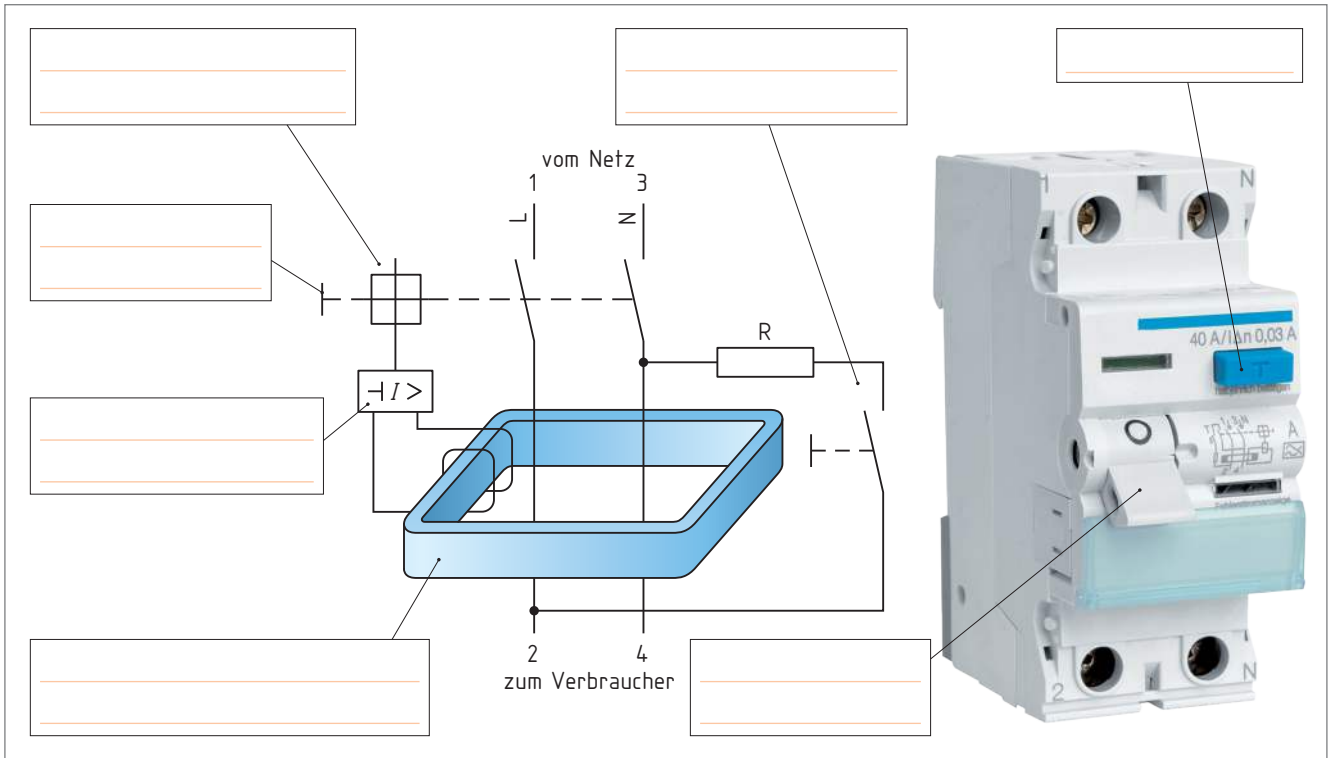


Bild 1: Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD), 2-polig

2. Erklären Sie mithilfe der **Bilder 2a** und **2b** die Wirkungsweise der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD).

Fehlerfreie Anlage (Bild 2a):

Anlage mit Isolationsfehler (Bild 2b):

 Fachkunde Elektrotechnik, Kapitel:
Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

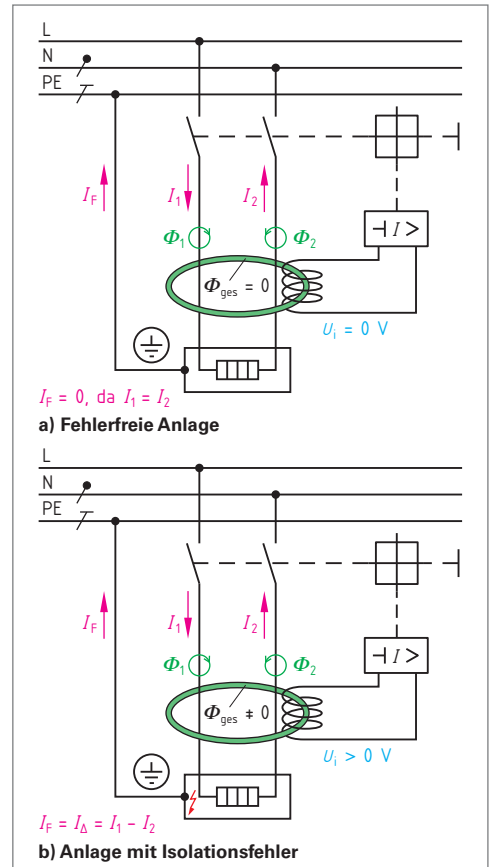
 www.hager.de

Bild 2: Funktionsprinzip einer RCD

3. An der RCD ist eine Prüf- bzw. Testtaste (T) vorhanden (**Bild 1, Seite 18**).

a) Erklären Sie die Aufgabe dieser Taste.

b) In welchen zeitlichen Abständen soll diese Taste im Wohnbereich sowie auf Baustellen betätigt werden?

a)

b)

4. Zeichnen Sie in den **Bildern 1 bis 5** den Verlauf des Fehlerstromes rot ein. Ergänzen Sie unter jedem Bild, ob die RCD abschaltet oder nicht abschaltet. Die Widerstände der Fehlerstellen und der Erdübergangswiderstand des Menschen seien niederohmig.

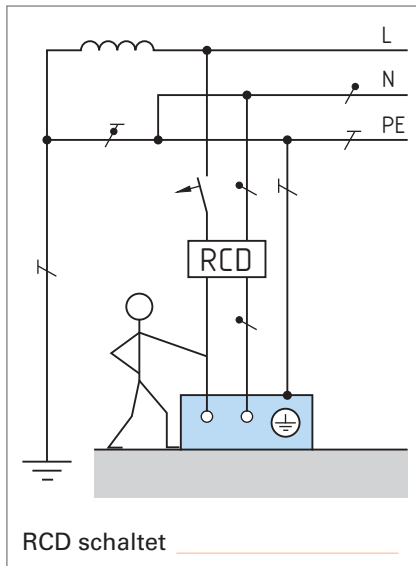


Bild 1: RCD und direktes Berühren

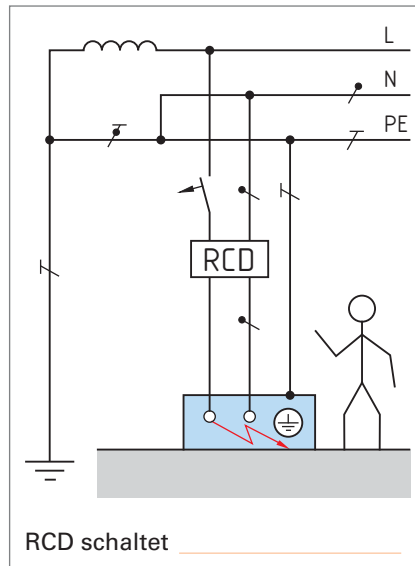


Bild 2: RCD und Körperschluss

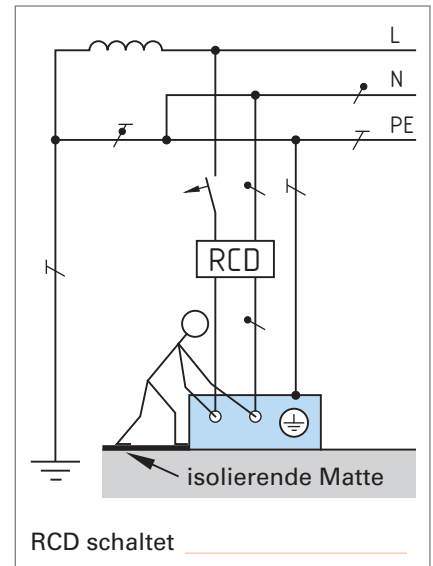


Bild 3: RCD und direktes Berühren von L und N

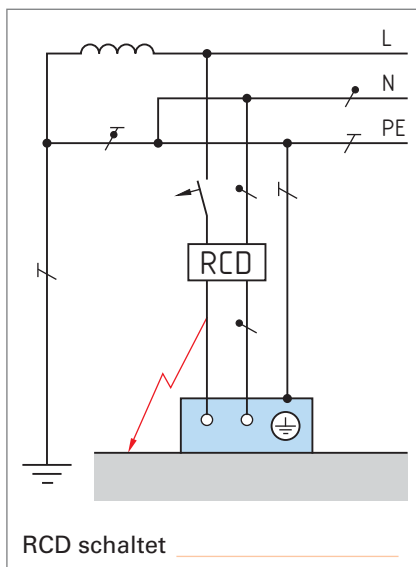


Bild 4: RCD und Erdschluss

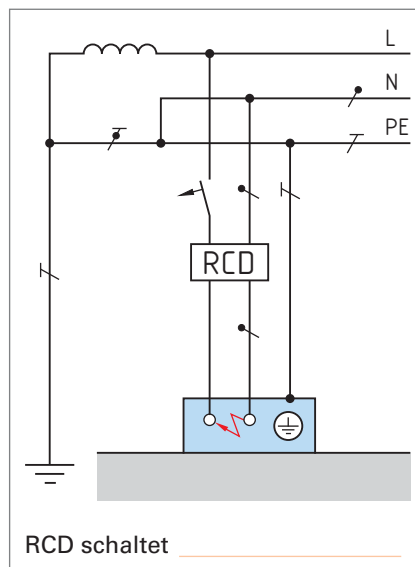


Bild 5: RCD und Kurzschluss

5. Welche Schlussfolgerung ist aus **Bild 5** zu ziehen?
