

**Weitere Arbeitsmittel
in der
Berufsausbildung**





EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

Prüfungsbuch Elektrotechnik

Mit den Schwerpunkten

Informationen zu Ausbildung und Prüfung

Fachwissen Elektrotechnik

Mathematische Anwendungen

Projekte

Beruf und Betrieb

Wirtschafts- und Sozialkunde

Prüfungseinheiten zur gestreckten Abschlussprüfung

21. Auflage

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

Europa-Nr.: 30650

Autoren des Prüfungsbuchs Elektrotechnik:

Horst Bumiller	Freudenstadt
Monika Burgmaier	Durbach
Patricia Burgmaier	Melsungen
Jürgen Schwarz	Tettngang
Klaus Tkotz	Kronach
Tobias Wolter	Offenburg

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Monika Burgmaier

Bildbearbeitung:

Verlag Europa-Lehrmittel GmbH & Co. KG, Abt. Bildbearbeitung, Ostfildern

Bildquellenverzeichnis

Adobe Systems Software Irland Ltd., Adobe Stock, IRL-Dublin: 17/1 links © gomolach, 49/T1 © Comauthor **AEW Energie AG**, CH- Aarau: 22/4 **Audi AG**: 55/2 **AVM GmbH**, Berlin: 309/1, 310/1 oben **Bluetooth SIG, Inc.**, Kirkland, USA: 180/1, 314/T1d **Busch-Jaeger Elektro GmbH**, Lüdenscheid: 220/2 **Dehn Söhne**, Neumarkt: 324/1 rechts **Deutsche Telekom**, Bonn: 314/2 **ec.europa.eu**: 353/1 **EFT-Systems GmbH**, Glottertal: 239/2 **Eltako**, Fellbach: 74/1 **EnOcean Alliance**: 314/T **EOS Saunatechnik GmbH**, Driedorf: 433/1, 433/2 **EU-Kommission**, BEL-Brüssel: 287/1 **Gemeinsames Rücknahmesystem Servicegesellschaft mbH**, Hamburg: 352/2 **Gira**, Radevormwald: 314/3 **Gossen Metrawatt GmbH**, Nürnberg: 137/2, 330/1 **Hager Vertriebsgesellschaft mbH & Co. KG**, Blieskastel: 230/2, 332/1 **Kärcher, Alfred Vertriebs-GmbH**, Winnenden: 421/2 **LEDVANCE GmbH**, Garching: 287/2, 437/1 **licht.de**, Frankfurt: 287/3 **OSRAM GmbH**, München: 289/1 **Pilz GmbH & Co. KG**, Ostfildern: 171/2, 172/1, 427/1 **SIEMENS AG**, München: 241/2, 242/1, 270/4 **Sk hynix**, Korea: 175/1 **Stiebel-Eltron GmbH Co. KG**, Holzminden: 439/1 **Tektronix GmbH**, Köln: 333/1, 333/2 rechts, 334/1 **United Nations Economic Commission for Europe**, CH-Genf: 350/2 **VARTA Batterie AG**, Hannover: 50/1, 53/1 **VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH**, Offenbach: 211/3-1 **VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informations-technik e.V.**, Offenbach am Main: 229/2 **ZVEH**, Frankfurt am Main: 224/2 **Fotos der Autoren**: 177/1, 178/1, 186/2, 260/1, 337/2, 338/2, 339/1, 343/2, 343/3, 434/1

21. Auflage 2024

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-8085-3175-4

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

© 2024 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Dipl. Des. Susanne Beckmann, 59514 Welver

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: Ausbildungsvertrag © Autoren; Duspol Messgerät © Benning-Bocholt; Kleinststeuergerät LOGO!

© Siemens AG

Druck: LD Medienhaus GmbH & Co. KG, 48268 Greven, www.ld-medienhaus.dei

Vorwort zur 21. Auflage

Liebe Leserin, lieber Leser,

Sie haben gerade Ihre Ausbildung in einem Elektroniker/Elektronikerinnen-Beruf begonnen. **Dann ist unser Prüfungsbuch ein wertvoller Begleiter durch Ihre Ausbildung.**



Sind Sie neugierig, welche Hürden Sie in Ihrer Ausbildungszeit überwinden müssen?

Dann gibt Ihnen unser Buch kurz und bündig Informationen rund um die abzulegenden Prüfungen:

- ▶ Zulassung zur Prüfung
- ▶ Ablauf der Prüfungen
- ▶ Bewertungsregeln
- ▶ Bestehensregelungen



Haben Sie Prüfungsangst?

Dann lesen Sie unsere Seiten zu:

- ▶ Wie bereite ich mich vor?
- ▶ Wie besiege ich meine Prüfungsangst?
- ▶ Wie organisiere ich mich in der Prüfung?
- ▶ Wer überprüft mich?



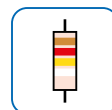
Möchten Sie sich einen Überblick über die einzelnen Prüfungen während der Ausbildung verschaffen?

Dann finden Sie in Teil A ein vollständiges Prüfungsmuster.

Haben Sie vor, sich z. B. während einer Bahnfahrt auf Klassenarbeiten oder Prüfungen vorzubereiten, ohne dass Sie etwas aufschreiben können?

Dann benutzen Sie unsere Fragen zum Fachwissen Elektrotechnik in Teil E.

Vielleicht wird auch Ihre Frage dort beantwortet und erklärt.



Möchten Sie vor Prüfungen und Klassenarbeiten Projekte vorbereiten und üben?

Dann lösen Sie die Projekte aus Teil P.



Möchten Sie die wichtigsten Formeln Ihrer Ausbildung wiederholen?

Dann bearbeiten Sie die Aufgaben in Teil M.

$$R = \frac{U}{I}$$

In der 21. Auflage wurden folgende Themen ergänzt und erweitert:

- ▶ **150 neue Fragen**
- ▶ **vollständige Überarbeitung: Informations- und Kommunikationstechnik, Batterien und Akkumulatoren, Lichttechnik, Oszilloskop**
- ▶ **neue Seiten: IoT, Industrie 4.0, Siebschaltungen, Frequenzrichter, Solaranlage mit Speicher, Datenschutz**

Für die Vorbereitung auf die gestreckten Prüfungen Teil 1 und Teil 2 in den Ausbildungsberufen Elektroniker/-in für Betriebstechnik, Automatisierungstechnik, Infrastruktursysteme und der Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik wurde die bewährte Frage- und Antworttechnik beibehalten. Eine Zuordnung der Lerninhalte zu den beiden Prüfungsteilen ist im Wegweiser (Seite 5) des Buches ersichtlich. Wichtige Fragestellungen zum Ausbildungsablauf und zur Berechnung der Prüfungsleistungen sind übersichtlich dargestellt und werden um Internetadressen ergänzt. Berufstypische Projekte sowie Prüfungsbeispiele mit ausführlichen Lösungen geben einen Einblick in den Umfang der Abschlussprüfungen. Die Kapitelsortierung ist der Fachkunde Elektrotechnik angepasst und unterstützt somit auch die Vorbereitung auf Klassenarbeiten. Das Buch eignet sich auch sehr gut zur Vorbereitung auf Teile der Meisterprüfung im Elektrotechnikerhandwerk sowie für den Industriemeister/-in Mechatronik bzw. Industriemeister/-in IHK.

Die Autoren des Prüfungsbuches wünschen Ihnen eine informative Ausbildungszeit und erfolgreiche Prüfungen.

Wenn Sie mithelfen möchten, dieses Buch für die kommenden Auflagen noch weiter zu verbessern, schreiben Sie uns an lektorat@europa-lehrmittel.de

**Checkliste während meiner Berufsausbildung**

- Eine Durchschrift des Ausbildungsvertrages liegt mir vor.
- Über die Wahl einer geeigneten Krankenversicherung habe ich mich informiert.
- Über die Möglichkeiten zum vermögenswirksamen Sparen habe ich mich informiert.
- Über das Führen eines Ausbildungsnachweises hat mich der Ausbilder informiert.
- Die zu besuchende Berufsschule und deren Organisationsform, z. B. Blockbeschulung, Teilzeitunterricht, sind mir bekannt.
- Für Realschüler: Über den zur Berufsausbildung parallelen Erwerb der Fachhochschulreife wurde ich informiert.
- Für Hauptschüler: Über den Erwerb des mittleren Bildungsabschlusses hat mich die Berufsschule informiert.
- Ich kenne die für meine Ausbildung zuständige Kammer Handwerkskammer (HWK) oder Industrie- und Handelskammer (IHK)
- Bei Handwerksberufen wurde ich über den Besuch einer überbetrieblichen Ausbildungsstätte informiert.
- Über eine mögliche vertragliche Verkürzung der Ausbildungszeit habe ich mich beim Ausbildungsbetrieb erkundigt.
- Über eine mögliche vorzeitige Zulassung zur Prüfung bei guten Leistungen habe ich mich beim Ausbildungsbetrieb informiert.
- Über die Möglichkeit Teile der Ausbildung im Ausland abzuleisten, habe ich mich beim Ausbildungsbetrieb informiert.
- Weitere Arbeitsmittel, z. B. Tabellenbuch, Fachrechenbuch, Fachkundebuch, die mich in der Berufsausbildung unterstützen (siehe Buchinnenseite).
- Die Prüfungstermine wurden mir bekanntgegeben.
- Über Weiterbildungsmöglichkeiten zum staatlich geprüften Techniker oder Meister habe ich mich informiert.
- Über die Möglichkeiten berufliche Oberschulen zu besuchen, hat mich die Berufsschule informiert.
- Mein Betrieb hat als Arbeitsauftrag einen betrieblichen Auftrag oder eine praktische Arbeitsaufgabe für meine Prüfung ausgewählt.
- Der betriebliche Auftrag wurde vom Prüfungsausschuss genehmigt.
- Die Ermittlung der Prüfungsergebnisse ist mir bekannt.
- Die Prüfungsanforderungen sind mir durch Prüfungsaufgaben aus Vorjahren bekannt.
- Alle Ausbildungsnachweise sind vollständig geführt und vom Ausbilder unterschrieben.
- Über die zugelassenen Hilfsmittel (z. B. Formelsammlung, Taschenrechner) in den Prüfungen wurde ich in der Berufsschule informiert.
- Über mögliche Leistungswettbewerbe (z. B. Jugend forscht, Leistungswettbewerbe im Handwerk) für Auszubildende hat mich der Ausbilder informiert.






















**Wichtige Termine und die Ergebnisse in der Ausbildung können Sie hier eintragen**

Termin 🕒	Ort	Prüfungsfach	meine Ergebnisse ¹
		Teil 1: komplexe Arbeitsaufgabe	
		Teil 1: schriftliche Aufgabenstellung	
		Teil 2: Wirtschafts- und Sozialkunde	
		Teil 2: Systementwurf	
		Teil 2: Funktions- und Systemanalyse	
		Teil 2: Arbeitsauftrag	

¹ Berechnung und Erklärungen, Seite 11 und 12

**Wichtige Internetadressen**

- ▶ BiBB.de
- ▶ Handwerks-power.de
- ▶ bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/3/29340_Ausbildung_und_Beruf.html
- ▶ Goforeurope.de/Auslandspraktika

Teil	Thema	Seite	Bestandteil für Prüfung Teil 1	Icons
I	Informationen zu Ausbildung und Prüfung	10	x	
E	Fachwissen Elektrotechnik			
	1 Grundlagen der Elektrotechnik	17	x	
	2 Wechselstromtechnik	81	x	
	3 Schaltungstechnik	104	x	
	4 Elektronik	114		
	5 Automatisierungstechnik	146	teilweise	
	6 Informations- und Kommunikationstechnik	174		
	7 Schutzmaßnahmen	189	teilweise	
	8 Kraftwerke und Energieverteilung	232		
	9 Elektrische Maschinen	246		
	10 Gebäudetechnische Anlagen	283		
	11 Elektrische Messgeräte	325		
	12 Werkstoffe und Fertigungsverfahren	336		
13 Umweltschutz	350		$R = \frac{U}{I}$	
M	Mathematische Anwendungen			
	1 Mathematische Grundlagen	354	x	
	2 Elektrotechnische Grundlagen	357	x	
	3 Elektrisches Feld	361	x	
	4 Magnetisches Feld	362	x	
	5 Wechselstrom	363	x	
	6 Dreiphasenwechselstrom	365	x	
	7 Elektrische Maschinen	366	x	
	8 Messtechnik	367	teilweise	
	9 Elektrische Anlagen	368	x	
	10 Leitungsberechnung	370		
11 Elektronik	371	teilweise		
P	Projekte	373	teilweise	
B	Beruf und Betrieb	389		
W	Wirtschaftskunde und Sozialkunde	395		
A	Abschlussprüfungen			
	1 Beispiele zur gestreckten Prüfung Teil 1	419	x	
2 Beispiel zur gestreckten Prüfung Teil 2	429			
LP	Lösungen der Projekte	444	teilweise	
LA	Lösungen der Abschlussprüfungen	455	teilweise	

1		Informationen zu Ausbildung und Prüfung	10
E		Fachwissen Elektrotechnik	17
1		Grundlagen der Elektrotechnik	17
1.1		Grundbegriffe	17
1.1.1		Elektrischer Stromkreis	17
1.1.2		Elektrischer Strom	18
1.1.3		Elektrische Spannung	21
1.1.4		Elektrischer Widerstand	24
1.1.5		Bauformen der Widerstände	28
1.1.6		Elektrische Energie	30
1.1.7		Temperatur und Wärme	33
1.1.8		Temperatur- und spannungsabhängige Widerstände	36
1.2		Grundschaltungen von Widerständen	37
1.2.1		Reihenschaltung von Widerständen	37
1.2.2		Parallelschaltung von Widerständen	40
1.2.3		Gemischte Schaltungen	42
1.3		Elektrochemie	45
1.3.1		Elektrolyse	45
1.3.2		Korrosion und Korrosionsschutz	46
1.3.3		Galvanische Elemente	48
1.3.4		Brennstoffzellen	49
1.3.5		Primär- und Sekundärbatterien	49
1.3.6		Batterien (Primärbatterien)	50
1.3.7		Akkumulatoren (Sekundärbatterien)	52
1.4		Spannungsquelle	56
1.4.1		Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle	56
1.4.2		Belastete Spannungsquelle	56
1.4.3		Anpassung	57
1.4.4		Schaltungen von Spannungsquellen	58
1.5		Elektrisches Feld und Kondensator	59
1.5.1		Elektrisches Feld	59
1.5.2		Kondensator und Kapazität	60
1.5.3		Kondensator im Gleichstromkreis	61
1.5.4		Kenngrößen und Bauarten von Kondensatoren	62
1.6		Magnetisches Feld und Spule	64
1.6.1		Magnetismus	64
1.6.2		Magnetfeld des elektrischen Stromes	66
1.6.3		Magnetische Größen und Einheiten	67
1.6.4		Eisen im Magnetfeld einer Spule	68
1.6.5		Anwendung von Elektromagneten	70
1.6.6		Stromdurchflussener Leiter im Magnetfeld	75
1.6.7		Induktion	77
1.6.8		Spulen	78
1.6.9		Wirbelströme	80
2		Wechselstromtechnik	81
2.1		Grundbegriffe des Wechselstroms	81
2.1.1		Grundgrößen	81
2.1.2		Frequenz und Kreisfrequenz	82
2.1.3		Impulse	83
2.1.4		Sinuslinie und Zeiger, Phasenverschiebung	84
2.1.5		Wechselstromwerte	85
2.2		Widerstände und Leistungen im Wechselstromkreis	86
2.2.1		Kondensator im Wechselstromkreis	86
2.2.2		Spule im Wechselstromkreis	88
2.2.3		Wechselstromwiderstände	89
2.2.4		Wechselstromleistungen	91
2.2.5		Schwingkreise	93
2.2.6		Siebschaltungen	96
2.3		Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)	97
2.3.1		Allgemeines	97
2.3.2		Drehfeld, Bezeichnungen von Spannungen und Leitern	97
2.3.3		Drehstromschaltungen	98
2.3.4		Anwendung der Drehstromschaltungen	100
2.3.5		Leistung und Leistungs-messung bei Drehstrom	101
2.4		Kompensation	102
3		Schaltungstechnik	104
3.1		Schaltzeichen	104
3.2		Arten von Schaltplänen	105
3.3		Installationsschaltungen	108
3.4		Schützsaltungen	111
4		Elektronik	114
4.1		Bauelemente der Elektronik	114
4.1.1		Halbleiterdioden	114
4.1.2		Bipolare Transistoren	115
4.1.3		Feldeffekttransistoren	116
4.1.4		Halbleiterkennzeichnung	117
4.1.5		Thyristoren	118
4.1.6		Triac	121
4.1.7		Diac	121
4.1.8		Fotoelektronische Bauelemente (Optoelektronik)	122
4.1.9		Leistungs-transistoren	123
4.2		Leistungselektronik	124
4.2.1		Ungesteuerte Gleichrichter	124
4.2.2		Gesteuerte Gleichrichter	126
4.2.3		Wechselstrom-Umrichter	127
4.2.4		Gleichstrom-Umrichter	128
4.2.5		Wechselrichter	129
4.2.6		Netzgeräte	131
4.2.7		Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV)	132
4.3		Verstärker	134
4.3.1		Verstärkerschaltungen	134
4.3.2		Operationsverstärker	135
4.4		Digitaltechnik	137
4.4.1		Grundlagen	137
4.4.2		Schaltalgebra	139
4.4.3		Logische Verknüpfungen	140
4.4.4		KV-Diagramm (Karnaugh-Veitch-Diagramm)	142
4.4.5		Kippglieder	143
4.4.6		Weitere Schaltungen	144
5		Automatisierungstechnik	146
5.1		Steuerung	146
5.2		Regelung	146
5.3		Sensoren	150
5.4		Kleinsteuerungen	155

5.5	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	157			
5.5.1	Steuerungsarten bei einer SPS	157			
5.5.2	Verknüpfungen	158			
5.5.3	Aufbau einer SPS	158			
5.5.4	Programmierung einer SPS	159			
5.5.5	Sprungbefehle	161			
5.5.6	Programmiersprachen	161			
5.5.7	Zeitglieder, Zähler und Impulse	164			
4.2.9	Zeitglieder, Zähler und Impulse	164			
5.5.8	Programmiergeräte und Dokumentation	165			
5.5.9	Steuerungsbeispiele	166			
5.5.10	Ablaufsteuerung	168			
5.6	Feldnetze	169			
5.7	Maschinensicherheit	170			
5.7.1	Anforderungen	170			
5.7.2	NOT-AUS-Einrichtung	172			
5.8	Industrie 4.0 - IoT	173			
6	Informations- und Kommunikationstechnik	174			
6.1	Computertechnik	174			
6.1.1	Grundbegriffe	174			
6.1.2	Halbleiterspeicher	175			
6.1.3	Massenspeicher	176			
6.1.4	Äußere (periphere) Geräte	176			
6.1.5	Schnittstellen	177			
6.1.6	Programmerstellung	178			
6.2	Netzwerke	179			
6.2.1	Einteilungsmerkmale der Netzwerke ..	179			
6.2.2	Netzwerkkomponenten	180			
6.3	Datenübertragung in Netzen	181			
6.4	Internet	183			
6.4.1	Sicherheit im Internet	184			
6.5	EU-Datenschutzverordnung (EU-DSGVO)	185			
6.6	Leitungen in der Informationstechnik ..	186			
6.6.1	Datenleitungen	186			
6.6.2	Lichtwellenleiter	187			
7	Schutzmaßnahmen für elektrische Anlagen	189			
7.1	Niederspannungsanlagen in Gebäuden ..	189			
7.1.1	Hausanschluss	189			
7.1.2	Erdungsanlagen	190			
7.1.3	Schutzpotenzialausgleich	191			
7.1.4	Wohnungsausstattung	192			
7.2	Bestimmungen für elektrische Betriebsmittel	193			
7.2.1	Schutzarten	193			
7.2.2	Schutzklassen	194			
7.2.3	Leitungen und Kabel	194			
7.2.4	Elektroinstallationsrohre	197			
7.2.5	Schalter und Steckvorrichtungen	197			
7.2.6	Schutzeinrichtungen	198			
7.3	Räume und Betriebsstätten besonderer Art	203			
7.3.1	Raumarten	203			
7.3.2	Räume mit Badewanne oder Dusche ..	203			
7.3.3	Feuergefährdete und explosions-gefährdete Betriebsstätten	204			
7.3.4	Anlagen im Freien, Baustellen, Campingplätze	205			
7.3.5	Landwirtschaftliche Betriebsstätten ..	205			
7.3.6	Medizinisch genutzte Bereiche	206			
7.4	Schutzmaßnahmen für Personen und Nutztiere	207			
7.4.1	Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit ..	207			
7.4.2	Wirkungen des Stromes auf den menschlichen Körper	208			
7.4.3	Arbeiten an elektrischen Anlagen	208			
7.4.4	Erste Hilfe	209			
7.4.5	Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen	211			
7.5	Normbegriffe und Kenngrößen	211			
7.5.1	Fachbegriffe für Schutzmaßnahmen ..	211			
7.5.2	Netzsysteme	213			
7.6	Schutz gegen elektrischen Schlag	215			
7.6.1	Übersicht	215			
7.6.2	Basisschutz	215			
7.6.3	Fehlerschutz	216			
7.6.4	Schutz durch Abschaltung oder Meldung	216			
7.6.5	Doppelte oder verstärkte Isolierung ..	218			
7.6.6	Schutztrennung	219			
7.6.7	Kleinspannung	219			
7.6.8	Zusätzlicher Schutz	220			
7.7	Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel	221			
7.7.1	Allgemeines	221			
7.7.2	Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter	222			
7.7.3	Isolationswiderstand elektrischer Anlagen	222			
7.7.4	Isolationswiderstand von Fußböden ..	222			
7.7.5	Prüfung im TN-System	223			
7.7.6	Prüfung im TT-System	224			
7.7.7	Wiederkehrende Prüfungen	224			
7.7.8	Prüfung von ortveränderlichen Geräten	225			
7.8	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	227			
7.8.1	EMV in Netzen	227			
7.8.2	Elektromagnetische Verträglichkeit bei Geräten	228			
7.9	Technische Anschlussregeln Niederspannung	230			
8	Kraftwerke und Energieverteilung	232			
8.1	Kraftwerke	232			
8.2	Regenerative Energiequellen	234			
8.2.1	Sonnenkollektoren	234			
8.2.2	Windenergieanlagen	235			
8.2.3	Fotovoltaikanlagen	236			
8.2.4	Fotovoltaikanlagen mit Speicher	238			
8.2.5	Energiemanagement	240			
8.2.6	Deponie- und Biogasanlagen	240			
8.3	Umspannwerke	241			
8.4	Übertragungsnetze der Energietechnik	243			
8.4.1	Netzformen	243			
8.4.2	Freileitungsnetze	244			
8.4.3	Kabelnetze	245			

9		Elektrische Maschinen	246	10.4.2	ISDN am All-IP Anschluss	310
9.1		Grundbegriffe elektrischer Maschinen	246	10.5	Gebäudesystemtechnik	311
9.1.1		Allgemeines	246	10.5.1	Allgemeines	311
9.1.2		Bauformen	248	10.5.2	Installationsbus KNX	311
9.1.3		Betriebsarten	249	10.5.3	Smart Home	314
9.2		Drehstrommaschinen	250	10.6	Hausrufanlagen	315
9.2.1		Synchrongeneratoren	250	10.7	Gefahrenmeldeanlagen (GMA)	316
9.2.2		Synchronmotoren	251	10.7.1	Allgemeines zu Gefahrenmeldeanlagen	316
9.2.3		Drehstrom-Asynchronmotoren	251	10.7.2	Brandmeldeanlagen (BMA)	317
9.3		Sonstige Drehfeldmotoren	257	10.7.3	Einbruchmeldeanlagen	319
9.3.1		Drehstrommotoren als Einphasenwechselstrom-Motoren	257	10.7.4	Überfallmeldeanlagen	319
9.3.2		Einphasenwechselstrom-Motoren mit Hilfswicklung	257	10.8	Blitzschutz	320
9.3.3		Spaltpolmotoren	259	11	 Elektrische Messgeräte	325
9.3.4		Servomotoren, Schrittmotoren	259	11.1	Grundbegriffe	325
9.3.5		Linearmotor	260	11.2	Analoge Messwerke und Messinstrumente	326
9.4		Gleichstrommaschinen	261	11.2.1	Drehspulmesswerk	326
9.4.1		Allgemeines	261	11.2.2	Dreheisenmesswerk	327
9.4.2		Gleichstromgeneratoren	261	11.2.3	Elektrodynamisches Messwerk	327
9.4.3		Gleichstrommotoren	262	11.2.4	Messen mit Stromzangen	328
9.5		Universalmotoren	264	11.2.5	Zweiphasiger Spannungsprüfer	328
9.6		Elektromotorische Antriebe	265	11.3	Messbrücken	328
9.6.1		Auswahl des Antriebsmotors	265	11.4	Digitale Messgeräte	329
9.6.2		Mechanische Übertragung der Motorleistung	266	11.5	Messwandler	330
9.6.3		Lagerung und Bremsung	266	11.6	Elektrizitätszähler	332
9.6.4		Drehzahlsteuerung	266	11.7	Oszilloskop	333
9.6.5		Frequenzumrichter	268	11.7.1	Allgemeines	333
9.7		Motorschutz	271	11.7.2	Bedienung des Oszilloskops	334
9.8		Transformatoren	272	11.7.3	Messungen mit dem Oszilloskop	335
9.8.1		Grundbegriffe	272	12	 Werkstoffe und Fertigungsverfahren	336
9.8.2		Transformatoren für Einphasen- wechselstrom	275	12.1	Werkstoffe der Elektrotechnik	336
9.8.3		Drehstromtransformatoren	279	12.1.1	Konstruktionswerkstoffe	337
10		Gebäudetechnische Anlagen	283	12.1.2	Leiterwerkstoffe	338
10.1		Licht und Beleuchtung	283	12.1.3	Kontaktwerkstoffe	339
10.1.1		Lichttechnische Grundbegriffe	283	12.1.4	Magnetwerkstoffe	340
10.1.2		Anforderungen an eine gute Beleuchtung	285	12.1.5	Isolierstoffe	341
10.1.3		Wartung von Beleuchtungsanlagen	286	12.1.6	Widerstandswerkstoffe	344
10.1.4		Energieeffizianz Anforderungen	287	12.2	Löten	345
10.1.6		Leuchtmittel	288	12.3	Gedruckte Schaltungen (Leiterplatten)	346
10.1.7		Lichtsteuersysteme	290	12.3.1	Allgemeines	346
10.2		Elektrogeräte	291	12.3.2	Subtraktiv-Technik	347
10.2.1		Elektrowärmegeräte	291	12.3.3	Additiv-Technik	348
10.2.2		Elektrische Raumheizung	297	12.3.4	Drucktechniken für gedruckte Schaltungen	348
10.2.3		Elektrische Kühlung	298	12.3.5	SMD-Technik	349
10.2.4		Wärmepumpe	300	13	 Umweltschutz	350
10.3		Antennenanlagen	301	13.1	Schadstoffe	350
10.3.1		Grundbegriffe	301	13.2	Entsorgung und Recycling	351
10.3.2		Satellitenempfangsanlagen	302	13.3	Batterien und Akkumulatoren	352
10.3.3		Breitband-Kommunikationsanlagen	305	13.4	Energieeinsparung	353
10.3.4		Vorschriften für die Errichtung von Antennenanlagen	306	M	 Mathematische Anwendungen	354
10.4		Telekommunikationstechnik	307	1	Mathematische Grundlagen	354
10.4.1		Analoge Telefonanschluss- technik („POTS“)	307	1.1	Rechtwinkliges Dreieck	354
10.4.2		DSL, VoIP	307	1.2	Strecken und Flächen	354
10.4.4		Multimedia	309	1.3	Rauminhalt und Masse	355

1.4	Geschwindigkeit und Kräfte	356
1.5	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	356
2	Elektrotechnische Grundlagen	357
2.1	Grundgrößen und ohm'sches Gesetz	357
2.2	Widerstand und Temperatur	357
2.3	Schaltung von Widerständen	358
2.4	Elektrische Leistung, Arbeit und Wirkungsgrad	359
2.5	Wärmeenergie und Elektrowärme	360
2.6	Spannungserzeuger	360
3	Elektrisches Feld	361
4	Magnetisches Feld	362
5	Wechselstrom	363
6	Dreiphasenwechselstrom	365
7	Elektrische Maschinen	366
8	Messtechnik	367
9	Elektrische Anlagen	368
10	Leitungsberechnung	370
11	Elektronik	371

P  Projekte 373

1	Projekte Installationstechnik	373
1.1	Außenbeleuchtung, Treppenhausbeleuchtung	373
1.2	Installationsbus KNX	374
2	Projekte Motorsteuerungen	377
2.1	Gleichstrombremsung an einer Kreissäge	377
2.2	Wendeschützschtaltung	377
3	Projekt Lebensmittelmarkt	378
3.1	Beleuchtungsanlage	378
3.2	Lüftungsanlage	378
3.3	Temperaturregelung	379
4	Projekt Wintergarten	380
4.1	Installationsschtaltung	380
4.2	Lüftungsklappenmotor	380
4.3	Belüftung des Wintergartens	381
5	Projekt Kfz-Werkstatt	381
5.1	Hebebühne mit Schützsteuerung	381
5.2	Hebebühne mit SPS	382
5.3	Rolltor mit Kleinsteuerung	383
6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	384
6.1	Projektbeschreibung	384
6.2	Aufgabenstellung	384
7	Projekt Bewegungsmelder mit Dämmerungsschalter (Wächter)	386
7.1	Funktionsanalyse des Wächters	386
7.2	Funktionsanalyse des Dämmerungsschalters	386
8	Projekt Mischanlage	387
8.1	Drehstrommotor	387
8.2	Steuerung der Mischanlage	388

B  Beruf und Betrieb 389

1	Kalkulation und Angebot	389
2	Kundenauftrag und Kundenservice	391
3	Präsentation	393

W  Wirtschaftskunde und Sozialkunde 395

1	Wirtschaftskunde	395
1.1	Berufsausbildung	395
1.2	Arbeitsschutz	396
1.3	Sozialversicherungen	396
1.4	Vertragsrecht	398
1.5	Verbraucherschutzgesetze	400
1.6	Zahlungsverzug	401
1.7	Geld und Währung	402
1.8	Sparen und Kredite	403
1.9	Arbeitsrecht	404
1.10	Entlohnung der Arbeit	406
1.11	Soziale Marktwirtschaft	406
1.12	Steuern	407
1.13	Existenzgründung	408
1.14	Rechtsformen von Unternehmen	408
1.15	Kostenrechnung	409
2	Sozialkunde	410
2.1	Beruf und Arbeitswelt	410
2.2	Familie als Lebensgemeinschaft	410
2.3	Freizeit	412
2.4	Gesellschaft im Wandel	412
2.5	Demokratische Willensbildung	413
2.6	Demokratische Entwicklung	414
2.7	Europäische Union (EU)	415
2.8	Entwicklungsländer	416
2.9	Friedenssicherung	417

A  Abschlussprüfungen 419

1	Beispiele für die gestreckte Prüfung Teil 1	419
1.1	Prüfung für den Elektroniker Fach- richtung Energie- und Gebäudetechnik	419
1.2	Prüfung für den Elektroniker für Betriebstechnik	424
2	Beispiel für die gestreckte Prüfung Teil 2	428
2.1	Systementwurf	428
2.2	Funktions- und Systemanalyse	434
2.3	Wirtschafts- und Sozialkunde	440

LP  Lösungen der Projekte 444

1	Projekte Installationstechnik	444
2	Projekte Motorsteuerungen	446
3	Projekt Lebensmittelmarkt	447
4	Projekt Wintergarten	448
5	Projekt Kfz-Werkstatt	450
6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	452
7	Projekt Bewegungsmelder mit Dämmerungsschalter (Wächter)	453
8	Projekt Mischanlage	454

LA  Lösungen der Abschlussprüfungen 455

1	Lösungen für die gestreckte Prüfung Teil 1	455
2	Lösungen für die gestreckte Prüfung Teil 2	458

 Sachwortverzeichnis 464

1 Informationen zu Ausbildung und Prüfung

1 Wo kann ich alles Wichtige über meine Ausbildung nachlesen?

Wenn Sie einen Ausbildungsvertrag in einem der folgenden Ausbildungsberufe des Berufsfeldes Elektrotechnik gewählt haben (**Bild 1**), dann geben Ihnen die folgenden Seiten einen Überblick über den Verlauf Ihrer Ausbildung und die anstehenden Prüfungen.

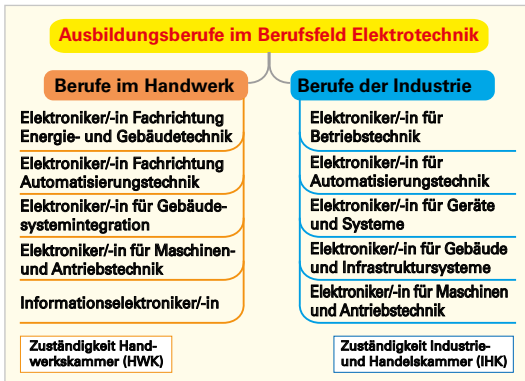


Bild 1: Ausbildungsberufe im Berufsfeld Elektrotechnik (Auswahl)

Elektroberufe haben eine Ausbildungsdauer von 3¹/₂ Jahren (42 Monate).

Bei

- Realschulabschluss (Fachschulreife),
- Fachhochschulreife,
- Abitur,
- Zweitausbildung,

kann die Ausbildungsdauer auf Antrag bis zu 1 Jahr verkürzt werden.

Als gesetzliche Grundlagen für Ihre Ausbildung in Ihrem Ausbildungsberuf gelten:

► **Berufsbildungsgesetz**

https://www.gesetze-im-internet.de/bbig_2005/

Im Berufsbildungsgesetz können Sie z. B. Ihre Rechte aber auch Pflichten in der Ausbildung und die Richtlinien der Ausbildung in den Industrieberufen nachlesen.

► **Handwerksordnung**

<http://www.gesetze-im-internet.de/hwo/>

In der Handwerksordnung lesen Sie die Richtlinien der Ausbildung in Handwerksberufen.

► **Ausbildungsordnung des Berufes**

<http://www.bibb.de/de.40ph>

In der Ausbildungsordnung Ihres gewählten Berufes können Sie sich über das Berufsbild, die Prüfungen sowie den Ausbildungsrahmenplan (diese

Inhalte wird Ihnen der Betrieb im Laufe Ihrer Ausbildung vermitteln) informieren.

► **Rahmenlehrplan des Berufes**

<http://www.bibb.de/de/40.php>

Der Rahmenlehrplan gibt Ihnen einen Überblick, welche Inhalte die Berufsschule vermitteln wird.

Die Berufsschulen vermitteln neben den fachlichen Inhalten des Rahmenplanes auch Deutsch, Wirtschafts- und Sozialkunde, teilweise Religionslehre, Sport und eine Fremdsprache.

Der Unterricht in der Berufsschule beträgt ungefähr ein Drittel der Ausbildungszeit. Als Organisationsform kommen vor

- Blockunterricht (mehrere Wochen am Stück in Schule bzw. Betrieb) oder
- Teilzeitunterricht (pro Woche 1 bis 2 Schultage)

2 Welche Zeugnisse erhalte ich in meiner Ausbildung?

Am Ende Ihrer Ausbildung erhalten Sie von der zuständigen Kammer ein Abschlusszeugnis, mit dem Ihnen die erfolgreiche Ausbildung in Ihrem Ausbildungsberuf bescheinigt wird. Damit gelten Sie als Elektrofachkraft nach der DGUV¹, Vorschrift 3. Dieser Abschluss berechtigt Sie zur Eingruppierung laut Tarifvertrag als Facharbeiter bzw. Monteur (Geselle) in einem Beschäftigungsverhältnis. <http://www.igmetall.de/tarif/tariftabellen/metall-und-elektro-branchen-und-handwerke>

Für die Industrieberufe stellt die Industrie- und Handelskammer (IHK) einen Facharbeiterbrief (**Bild 2**) aus.



Bild 2: Facharbeiterbrief der IHK

¹ DGUV, Abk. für Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung Vorschriften



Bei der Handwerkskammer (HWK) erhalten Sie einen Gesellenbrief (Bild 1).



Bild 1: Gesellenbrief der Handwerkskammer

Von der Berufsschule erhalten Sie ein Abschlusszeugnis, wenn Sie in den Unterrichtsfächern die geforderten Leistungen erreicht haben.

Dieses Zeugnis schließt auch die Berechtigung eines Hauptschulabschlusses mit ein.

Nach der Rahmenvereinbarung über die Berufsschule, einem Beschluss der Kultusministerkonferenz, kann einem Hauptschüler unter bestimmten Bedingungen ein Mittlerer Bildungsabschluss zuerkannt werden.

Haben Sie im Berufsschulabschlusszeugnis

- ▶ mindestens den Gesamtnotendurchschnitt von 3,0 erreicht (Sachsen und Bayern 2,5),
- ▶ die Gesellen-/Facharbeiterprüfung bestanden und
- ▶ können Sie ausreichende Fremdsprachenkenntnisse durch fünf Jahre Unterricht in einer Fremdsprache nachweisen, dann haben Sie auch zusätzlich die Berechtigung eines Mittleren Bildungsabschlusses erworben.

Die zuständige Berufsschule, in manchen Ländern auch das zuständige Ministerium, bescheinigt Ihnen diese Berechtigung.

http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_03_12-RV-Berufsschule.pdf

3 Aus welchen Prüfungsteilen besteht die Kammerprüfung?

Die Prüfung ist in zwei Teile gegliedert, man spricht auch von einer gestreckten Abschlussprüfung (Bild 2).

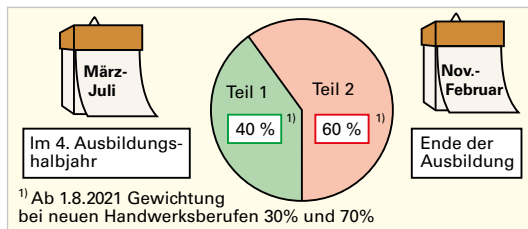


Bild 2: Prüfungsteile der gestreckten Abschlussprüfung

Den ersten Prüfungsteil legen Sie im 4. Ausbildungshalbjahr ab. Das erreichte Ergebnis geht mit 40 % (30 %) in die Endnote der Abschlussprüfung ein. Der zweite Prüfungsteil zum Ende der Ausbildung wird mit 60 % (70 %) bewertet.

Die Prüfungsinhalte und Prüfungsfächer sind in der Ausbildungsordnung (Seite 10) festgelegt.

Prüfung Teil 1

In der Prüfung Teil 1 (Bild 3) sollen Sie zeigen, dass Sie

- ▶ technische Unterlagen auswerten,
- ▶ Arbeitsabläufe planen, Teile montieren und einstellen,
- ▶ Unfallverhütungsvorschriften beachten,
- ▶ Fehler suchen und beseitigen,
- ▶ Produkte in Betrieb nehmen, übergeben und erläutern,
- ▶ Prüfungsprotokolle erstellen können.

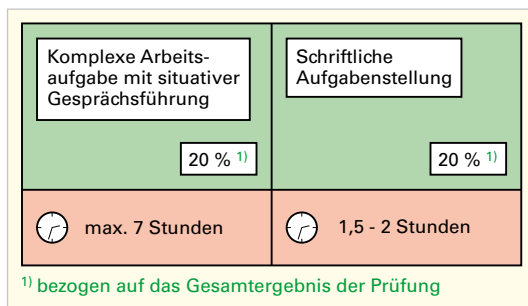


Bild 3: Bestandteile der Prüfung Teil 1

Über das Bestehen der Prüfung wird erst nach Abschluss beider Prüfungsteile befunden. Auch ein mangelhaftes Ergebnis im Prüfungsteil 1 kann bei entsprechenden Leistungen im Teil 2 noch zum Bestehen der gesamten Prüfung führen.

Prüfung Teil 2

In der Prüfung in Teil 2 werden Ihre theoretischen Kenntnisse in drei Prüfungsfächern (**Bild 1**) abgefragt.

Systementwurf 105 - 120 Minuten	12 % ¹⁾ 12,5 % ²⁾
Funktions- und Systemanalyse 105 - 120 Minuten	12 % ¹⁾ 12,5 % ²⁾
Wirtschafts- und Sozialkunde 45 - 60 Minuten	6 % ¹⁾ 10 % ²⁾

Prozentzahlen bezogen auf Gesamtergebnis
¹⁾ bei IHK-Berufen ²⁾ bei Handwerksberufen

Bild 1: Prüfungsfächer in Teil 2

Systementwurf: Es sind technische Problemanalysen durchzuführen und für bestimmte Betriebsabläufe Lösungskonzepte zu entwickeln.

Funktions- und Systemanalyse: Es sind Schaltungsunterlagen und Dokumentationen auszuwerten und zu analysieren, Änderungen in Programmen vorzunehmen und Fehlerursachen zu bestimmen.

Wirtschafts- und Sozialkunde: Es sind praxisbezogene, handlungsorientierte Aufgaben, sowie wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge der Berufs- und Arbeitswelt zu lösen.

Ihre praktisch erworbenen Fähigkeiten sollen Sie in einem weiteren Prüfungsteil zeigen. Im **Arbeitsauftrag (Bild 2)** zeigen Sie, dass Sie einen komplexen betrieblichen Auftrag oder eine praktische Aufgabe umfassend bearbeiten und ein Fachgespräch mit dem Prüfungsausschuss führen können.



Bild 2: Arbeitsauftrag in Teil 2

Ihr Ausbildungsbetrieb wählt eine Prüfungsvariante nach **Bild 2**.

4 Wie werden meine Prüfungen bewertet?

Alle Prüfungsteile werden von den Kammern mit dem 100-Punkte-Schlüssel (**Tabelle 1**) bewertet.

Tabelle 1: 100-Punkte-Schlüssel

Punkte	Note
92 bis 100	sehr gut
81 bis 91	gut
67 bis 80	befriedigend
50 bis 66	ausreichend
30 bis 49	mangelhaft
0 bis 29	ungenügend

5 Welche Regelungen zum Bestehen gelten für die Abschlussprüfung?

Die Abschlussprüfung ist bestanden, wenn über alle Prüfungsteile hinweg mindestens 50 Punkte erreicht werden.

Dabei sind in einzelnen Prüfungsteilen bestimmte Minimalleistungen zu erbringen:

- ▶ im Arbeitsauftrag müssen 50 % der möglichen Punkte erreicht werden und
- ▶ in den Fächern Systementwurf, Funktions- und Systemanalyse, sowie Wirtschafts- und Sozialkunde müssen bei den IHK-Berufen 50 % der möglichen Punkte erreicht werden. Es dürfen keine mangelhaften Noten in mehr als einem Fach bzw. keine ungenügende Note in einem Fach erzielt werden. In diesen Fällen kann durch eine mündliche Ergänzungsprüfung in den betreffenden Fächern ein Bestehen dieses Prüfungsteiles erreicht werden. Das schriftliche Prüfungsergebnis zählt dabei doppelt soviel wie das mündliche Ergebnis.

Rechenbeispiel zur Prüfungsnotenermittlung

Tabelle 2: Prüfungsergebnisse Axel Hiller, Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik

Fach	Punkte	Gewichtung	Punkte
Teil 1: Arbeitsaufgabe	54	0,15	8,1
Teil 1: schriftliche Aufgabenstellung	42	0,15	6,3
Systementwurf	54	0,12	6,4
Funktions- und Systemanalyse	62	0,12	7,4
Wirtschafts- und Sozialkunde	82	0,1	8,2
Arbeitsauftrag	85	0,36	30,6
Gesamtpunkte im Gesellenbrief			67

Axel Hiller hat seine Prüfung mit **befriedigend (Tabelle 1)** bestanden.



6 Unter welchen Bedingungen kann ich die Abschlussprüfung vorzeitig ablegen?

Das Berufsbildungsgesetz ermöglicht bei guten Leistungen in Berufsschule und Betrieb eine vorzeitige Prüfungszulassung. In der Regel kann die Ausbildungsdauer um ein halbes Jahr verkürzt werden.

Beachten Sie die örtlichen Meldefristen bei den Prüfungsterminen der Kammern.

7 Wer prüft mich?

In den Kammerprüfungen besteht der Prüfungsausschuss aus 3 Personen (**Bild 1**).

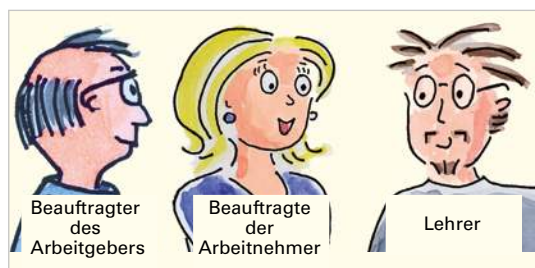


Bild 1: Prüfungsausschuss

8 Wer erstellt die Prüfungsaufgaben?

Die Prüfungsaufgaben werden je nach Beruf und Bundesland von verschiedenen Gremien erstellt:

- ▶ Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle (PAL) der IHK-Region Stuttgart für viele Industrieberufe,
- ▶ Landesinnungsverbände für die Handwerksberufe,
- ▶ gemeinsame Prüfungserstellung durch Kammern und Kultusministerium, z. B. in Baden-Württemberg.

Folgende Aufgabenformen sind üblich:

- ▶ Aufgaben mit gebundener Antwort als Mehrfachauswahlaufgabe (multiple choice). Üblicherweise werden 1- aus- 4 oder 1- aus- 5 Auswahlantworten gestellt.
- ▶ Aufgaben mit ungebundener Antwort als Fachfragen, Rechenaufgaben, Programmbeispiele und Skizzen zu konkreten betrieblichen Aufgaben oder Projekten.

Besorgen Sie sich rechtzeitig vor Prüfungsbeginn frühere Prüfungen Ihres Ausbildungsberufes an Ihrem Standort.

Prüfungsaufgaben, Seite 419

9 Wie bereite ich mich auf die Prüfung vor?

In den Prüfungen wird das Wissen Ihrer gesamten Ausbildungszeit abgefragt. Deswegen ist es sinnvoll, dass Sie immer regelmäßig die neuen Lerninhalte in Schule und Betrieb üben und vertiefen. Kommt die Prüfung näher, bietet sich die Bildung von Lerngruppen (**Bild 2**) an.



Bild 2: Lerngruppe

Zusammen mit anderen Auszubildenden ist es einfacher die Schwelle zum gezielten Lernen zu überwinden. Sich gegenseitig abfragen und erklären bringt auf jeden Fall allen Beteiligten einen Lernfortschritt.

Besorgen Sie sich auch Prüfungsaufgaben von früheren Terminen. Diese eignen sich hervorragend zum Üben des gesamten Lernstoffes der Ausbildung. Greifen Sie nicht voreilig zu evtl. vorhandenen Lösungshinweisen. Beachten Sie dabei immer die folgende Reihenfolge (**Bild 3**).



Bild 3: Vorgehensweise beim Lösen von Prüfungsaufgaben

Planen Sie feste Übungsabschnitte mit Pausen ein. Machen Sie nach 90 Minuten eine Pause von mindestens 15 Minuten.

Schriftliche Prüfungsaufgaben bestehen in der Regel aus vielen Seiten. Wichtige Informationen zum Lösen der Aufgaben sind z. B. im Technologieschema und in den Aufgabenbeschreibungen enthalten. Häufig werden die Aufgaben auch durch entsprechende Anlagen mit Baugruppenbeschreibungen, Herstellerunterlagen und Schaltplänen ergänzt. Außerdem ist bei vielen Prüfungen z. B. ein Tabellenbuch zugelassen.

Legen Sie alle Unterlagen, die Sie zum Lösen einer Aufgabe brauchen, griffbereit vor sich auf den Tisch. Markieren Sie wichtige technische Daten der Aufgabe. Dann verlieren Sie nie den Überblick und sparen Zeit.

Prüfen Sie nach jeder Aufgabe, ob Sie alle gestellten Fragen beantwortet haben. Häufig werden Fragen auch einfach nur übersehen.

Achten Sie genau auf die Verben (Tätigkeitswörter (**Tabelle 1**)) mit denen Fachfragen formuliert werden .

Tabelle 1: Verben der Fachfragen	
nennen	Eine Aufzählung reicht aus.
erklären, erläutern	Sie sollen den Sachverhalt in Sätzen erklären.
analysieren	Sie sollen sich über Zusammenhänge, Auswirkungen und Funktionen äußern.
bewerten, beurteilen	Sie müssen eine begründete Entscheidung treffen.

Die Checkliste soll Ihnen häufiger auftretende Fehler in Prüfungen bewusst machen (**Tabelle 2**).

Schließen Sie am Abend vor der Prüfung Ihre Vorbereitungen rechtzeitig ab und stellen Sie alle notwendigen Unterlagen zur Prüfung zusammen. Am Abend vor einer wichtigen Prüfung können Sie sich eine Ablenkung gönnen: einen Kinobesuch, einen Spaziergang oder ein gutes Abendessen mit Freunden.

Tabelle 2: Checkliste zur Vermeidung von Prüfungsfehlern (Beispiele):

Rechenaufgaben $R = \frac{U}{I} = \frac{230 \text{ V}}{100 \text{ mA}} = 2,3 \text{ k}\Omega$	In Formeln Zahlenwerte mit Einheiten einsetzen und an Maßeinheiten denken.
Diagramme 	Achsenbezeichnungen angeben.
Programme LDN 12.3 Q 6.4	Programme in Teilschritte zerlegen und dann erst zusammenfügen.
Aufgabenstellung Nennen Erläutern	Frageworte und Verben beachten.
Schaltpläne 	Normgerechte Schaltzeichen und Benennungen der Bauelemente beachten.
Herstellerunterlagen 	Richtiges Bauteil laut Aufgabenstellung auswählen.

10 Wie besiege ich meine Prüfungsangst?

Die von Ihnen zu bewältigende Prüfungssituation stellt für Sie nicht den Normalzustand beim Lernen dar. Die Angst, in der Prüfung zu versagen oder die Aufgaben oder die Prüfer nicht zu verstehen, ist weit verbreitet. Dabei ist ein leichtes Lampenfieber durchaus normal und auch leistungssteigernd (**Bild 1**).

Damit haben Sie also die optimale Voraussetzung für ein gutes Gelingen Ihrer Prüfung. Dazu ist es wichtig, sich schon im Vorfeld auf die Prüfungssituation einzustimmen. Es helfen Ihnen die Regeln in **Bild 2**.

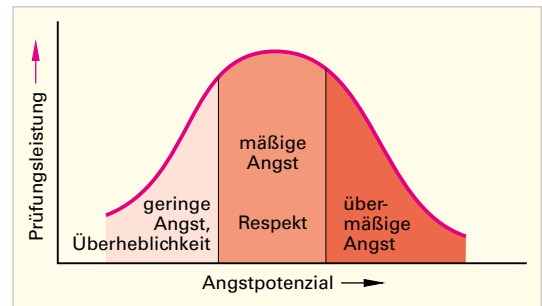


Bild 1: Auswirkungen der Angst auf die Leistung

Wie bekämpfe ich meine Prüfungsangst?

- ▶ Indem ich weiß, dass ich gut vorbereitet bin.
- ▶ Indem ich mir vorstelle, dass der Prüfungsausschuss mir nicht fremd ist.
- ▶ Indem ich weiß, dass ein mäßiges Angstpotenzial zu einer deutlichen Leistungssteigerung führt.
- ▶ Indem ich schon häufig solche Prüfungssituationen geübt habe.
- ▶ Indem ich gesund und ausgeruht zur Prüfung erscheine.
- ▶ Indem ich nicht aufgebe, wenn ich eine Frage nicht gleich vollständig beantworten kann.

Bild 2: Vorschläge zur Bekämpfung der Prüfungsangst



Prüfungsangst kann auch zu einer Muskelanspannung führen, der Sie aber leicht durch eine gezielte Bauchatmung entgegenwirken können. Legen Sie die Hand unterhalb des Bauchnabels auf Ihren Bauch und atmen Sie tief ein und aus. Machen Sie sich dabei bewusst, wie Ihr Atem die Hand bewegt. Nach mehreren Atemzügen werden Sie ruhiger und entspannter.

<http://www.azubi-azubine.de/pruefungen/>

Mit dem Wissen optimal vorbereitet zu sein, erscheinen Sie rechtzeitig am Prüfungsort mit allen für die Prüfung zugelassenen Hilfsmitteln.

Schauen Sie sich bei den **schriftlichen Prüfungsteilen** zuerst alle Aufgabenteile an. Dann werden Sie sicher feststellen, dass von Ihnen gelernte Inhalte abgefragt werden.

Prüfen Sie für die **komplexe Arbeitsaufgabe oder den Arbeitsauftrag** auch die Vollständigkeit Ihres Werkzeuges. Über die Bedienung von zu benutzenden Messgeräten haben Sie sich schon rechtzeitig beim Ausbilder informiert.

Eine besondere Situation stellt für viele Prüflinge das **Fachgespräch** dar, da Sie ausschließlich in dieser Prüfungssituation dem Prüfungsausschuss direkt auf Fragen antworten müssen (**Bild 2**).

Der von den Kammern geschulte Prüfungsausschuss wird alles unternehmen, um Ihnen die Prüfungsangst zu nehmen:

- ▶ Eine freundliche und partnerschaftliche Begrüßung und einige freundliche Worte nehmen Ihnen Ihre Befürchtungen.
- ▶ Die Benennung des Sachgebietes und erste Fragen mit nicht so hohem Schwierigkeitsgrad sollen Sie zum Sprechen bringen.
- ▶ Richtige Antworten werden bestätigt.
- ▶ Sie erhalten ausreichend Zeit zum Nachdenken.

Die folgenden Punkte (**Bild 1**) erleichtern Ihnen, Ihren Wissensstand bei dem Fachgespräch einzuordnen:

- Ich beherrsche die fachlichen Hintergründe.
- Ich bin in der Lage, die gestellte Aufgabe selbständig zu analysieren.
- Ich kann den Auftrag zielgerichtet ausführen.
- Ich kann meine Vorgehensweise bei der Auftragsbearbeitung auch begründen.
- Ich kann erläutern, vor welchen Entscheidungen ich bei der Abwicklung des Auftrages stand und warum ich mich für diesen Weg entschieden habe.
- Ich kann Ergebnisse bewerten und einordnen.

Bild 1: Anforderungen Fachgespräch

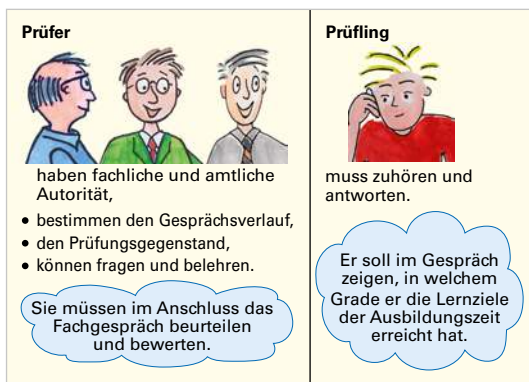


Bild 2: Rollenverteilung im Prüfungsgespräch

11 Kann ich auch Teile der Ausbildung im Ausland absolvieren?

Haben Sie schon einmal über ein Auslandspraktikum während Ihrer Lehre nachgedacht? Nach dem Berufsausbildungsgesetz kann bis zu einem Viertel der Ausbildungsdauer im Ausland abgeleistet werden.

Für zukünftige Bewerbungen zeigen Sie mit einem Auslandspraktikum, wie flexibel, engagiert und lernbereit Sie sind.

Unterstützung für Ihre Entscheidung können Ihnen geben:

- ▶ Ihr Ausbildungsbetrieb,
 - ▶ Ihre Berufsschule,
 - ▶ Ihre zuständige Kammer oder Ihr Fachverband.
- Es gibt eine Fülle von Förderprogrammen, die teilweise auch vorherige Sprachkurse, Reisekosten sowie eine monatliche Förderung anbieten. In dem „Leitfaden für Azubis – Schritt für Schritt ins Auslandspraktikum“ finden Sie ausführliche Informationen für ein Auslandspraktikum. <http://www.goforeurope.de/auslandspraktika-in-der-gewerblich-technischen-branche/#>

12 Meine Ausbildung ist zu Ende. Wie geht es weiter?

Mit der Bekanntgabe des Bestehens der Abschlussprüfung endet Ihr Ausbildungsvertrag, auch wenn in Ihrem Vertrag ein späteres Datum eingetragen wurde.

Meist dauert es noch einige Wochen, bis Sie von der Kammer Ihren Facharbeiter- oder Gesellenbrief zugeschickt bekommen.

Auf jeden Fall muss Ihnen der Ausbildungsbetrieb ein Ausbildungszeugnis ausstellen.

Für zukünftige Bewerbungen sollten Sie alle Unterlagen (**Bild 1, folgende Seite**) gesammelt aufbewahren.

Zukünftige Bewerbungsunterlagen

- ✓ Ausbildungszeugnis
- ✓ Berufsschulzeugnis
- ✓ Gesellen- oder Facharbeiterbrief
- ✓ evtl. Bestätigung über Tätigkeit in einem Ehrenamt, z. B. Klassensprecher
- ✓ Haupt- oder Realschulzeugnis
- ✓ evtl. Zuerkennung des mittleren Bildungsabschlusses

Bild 1: Zukünftige Bewerbungsunterlagen

Geben Sie auf keinen Fall Ihre Originalzeugnisse aus der Hand. Bei Betrieben reicht oft eine Kopie aus, weiterführende Schulen benötigen meist eine beglaubigte Kopie. Diese kann Ihnen jedes Bürgerbüro bzw. Ihre Schule ausstellen. Haben Sie in Ihrer Schulzeit Aufgaben in der Schülermitverantwortung übernommen, können Sie sich, z. B. in Baden-Württemberg, noch zusätzlich von der Schule einen Qualipass (**Bild 2**) ausstellen lassen.

<http://www.qualipass.de>

The image shows a 'Qualipass' form template. At the top, it features logos for the 'MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG', 'Schülermitverantwortung in Baden-Württemberg', and 'SERVICESTELLE JUGEND UND SCHULE www.jugendstiftung.de'. The form is divided into two main sections: 'Nachweis Certificate' and 'QUALIPASS'. Under 'Nachweis', there are fields for 'Herr/Frau' (with a description: 'hat sich in der Schülermitverantwortung engagiert und sich in die Gestaltung des Schullebens eigenverantwortlich eingebracht. Mr./Mrs. ... was a member of the school parliament and contributed actively to the life of the school.'), 'Zeitraum der SMV-Tätigkeit' (Duration of activity), 'Themen und Tätigkeitsschwerpunkte' (Work focus), 'Schulleitung' (School principal) with a stamp area, and 'Ort/Datum' (Location/Date). Under 'QUALIPASS', there are fields for 'Schule' (School), 'Anschrift' (Address), and 'Telefon' (Telephone). At the bottom, there are fields for 'Unterschrift' (Signature).

Bild 2: Qualipass

Auch andere Institutionen stellen Ihnen gerne eine Tätigkeitsbescheinigung aus. So können Sie Ihrem zukünftigen Arbeitgeber signalisieren, dass Sie über den Durchschnitt hinaus engagiert sind. Fordern Sie auf jeden Fall vor einer Bewerbung von Ihrer Organisation, für die Sie sich engagieren, eine Bestätigung für Ihre Dokumentenmappe an.

Weiterbildung

Haben Sie sich schon über weitere Möglichkeiten nach dem Ausbildungsabschluss informiert?

Sie können sich beruflich weiterbilden zum:

- ▶ Staatlich geprüften Techniker(in),
- ▶ Handwerksmeister(in),
- ▶ Industriemeister(in).

Teilweise benötigen Sie Berufspraxis, bevor Sie eine Weiterbildung beginnen können. Die Weiterbildung können Sie sowohl in Vollzeit als auch neben Ihrer Berufsausübung in Teilzeit machen.

- Sie wollen sich schulisch weiterbilden und haben
- ▶ einen Hauptschulabschluss, dann können Sie auf einer Abendrealschule oder einer Berufsaufbauschule den mittleren Bildungsabschluss erwerben,
 - ▶ einen Realschulabschluss, dann können Sie auf einem einjährigen Berufskolleg die Fachhochschulreife erwerben oder in zwei Jahren auf einer Berufsoberschule oder (Fach)oberschule das Abitur oder die Fachgebundene Hochschulreife erwerben. Damit erwerben Sie den Zugang zum Studium an den Fachhochschulen, Dualen Hochschulen oder den Universitäten.

Die Agentur für Arbeit gibt jährlich zur Studien & Berufswahl einen aktuellen Führer heraus.

<http://www.studienwahl.de>

Achten Sie auf jeden Fall auf die Anmeldefristen der Schulen oder Hochschulen.

Förderungsmöglichkeiten

Für Ihre Weiterbildung oder weitere schulische Ausbildung stehen Ihnen auch finanzielle Unterstützung und Fördermöglichkeiten zur Verfügung. <http://www.aufstiegs-bafög.de>

Fachschilder die kein BAFÖG mehr erhalten, können so einen zinslosen Kredit und teilweise Kurs- bzw. Prüfungskosten ersetzt bekommen. Besonders begabte Auszubildende, die an Leistungswettbewerben teilgenommen und sehr gute Abschlusszeugnisse haben, können bis zu 3 Jahre bei einer Weiterbildung gefördert werden. http://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/begabtenfoerderung/begabtenfoerderung_node.html

Der Besuch von Fachschulen oder weiterführenden Schulen wird gefördert durch Darlehen und Zuschüsse. <http://www.bafög.de>

Europass

Mit dem Europass können z. B. Auszubildende und Arbeitssuchende ihre Qualifikationen und Fähigkeiten in Dokumenten (**Bild 3**) nachweisen, dass sie europaweit verständlich sind. <http://www.europa.eu/europass>

The image shows a list of Europass documents. At the top, there are logos for 'europass', the German Federal Government (Bundesministerium für Bildung und Forschung), and the European Union. The list includes: 'europass Lebenslauf', 'europass Sprachenpass', 'europass Mobilität', 'europass Diplomersatz¹⁾', and 'europass Zeugniserläuterung'. A footnote states: '¹⁾ Dient zur Vergleichbarkeit von Studienabschlüssen'.

Bild 3: Europass-Dokumente



E Fachwissen Elektrotechnik

1 Grundlagen der Elektrotechnik

1.1 Grundbegriffe

1.1.1 Elektrischer Stromkreis

1 Aus welchen Teilen besteht ein elektrischer Stromkreis (Bild 1)?

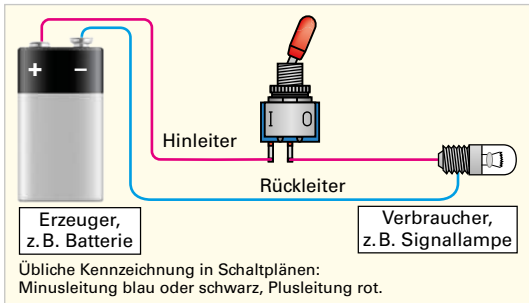


Bild 1: Elektrischer Stromkreis

Jeder Stromkreis besteht mindestens aus Spannungserzeuger („Stromquelle“), Verbraucher sowie Hin- und Rückleiter.

Batterien und Generatoren sind elektrische Erzeuger (Spannungserzeuger). Als elektrische Verbraucher bezeichnet man z. B. Glühlampen, Heizöfen oder Elektromotoren. Ein Stromkreis enthält als weitere Betriebsmittel meist Schalter und Sicherungen.

2 Unter welchen Bedingungen fließt in einem Stromkreis ein elektrischer Strom?

Es muss Spannung vorhanden und der Stromkreis muss geschlossen sein.

Es fließt kein Strom, wenn der Stromkreis an irgendeiner Stelle offen ist, wenn z. B. ein Leiter nicht fest angeklemmt, die Leitung irgendwo unterbrochen ist oder wenn eine „kalte“ Lötstelle vorhanden ist.

3 Welche Aufgabe hat ein Schalter im elektrischen Stromkreis?

Der Schalter soll den Stromkreis schließen oder unterbrechen.

Der Schalter wird in den Hin- oder in den Rückleiter eingebaut. Mit ihm kann man den Verbraucher in Betrieb nehmen oder abschalten.

4 Welche Bedeutung haben die Schaltzeichen in Bild 2?

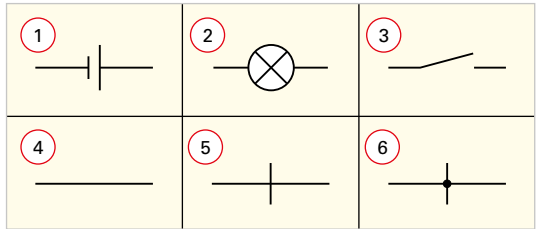


Bild 2: Schaltzeichen (Auswahl)

① Batterie, ② Leuchte, ③ Schalter (Schließer), ④ Leitung, ⑤ Leitungskreuzung, ⑥ Leitungsverbindung.

5 Welche Betriebsmittel sind im Schaltplan (Bild 3) vorhanden?

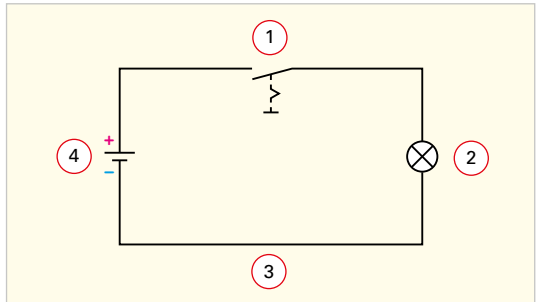


Bild 3: Schaltplan eines einfachen Stromkreises

① Schalter, ② Leuchte, ③ Leitung, ④ Batterie

6 In welche drei Gruppen kann man alle Stoffe nach ihrem elektrischen Verhalten einteilen?

In Leiter, Isolierstoffe und Halbleiter.

Leiterwerkstoffe leiten den elektrischen Strom gut. Isolierstoffe, auch Nichtleiter genannt, leiten ihn fast gar nicht. Die Leitfähigkeit von Halbleitern liegt zwischen der Leitfähigkeit von Leitern und der von Isolierstoffen.

7 Nennen Sie einige wichtige Leiterwerkstoffe.

Z. B. Silber, Kupfer, Aluminium.

Alle Metalle und Legierungen leiten den elektrischen Strom, ebenso Kohle und manche Flüssigkeiten, z. B. verdünnte Säuren, Laugen und Salzlösungen.

8 Zählen Sie einige Stoffe auf, die als Isolierstoffe verwendet werden.

Z. B. Polystyrol, Keramik, Glas, Gummi.

Auch Gase, z. B. Luft, leiten normalerweise nicht den elektrischen Strom und zählen daher zu den Isolierstoffen.



1.1.2 Elektrischer Strom

i Stromstärke

- ▶ Formelzeichen: I
- ▶ Einheitenname: Ampere
- ▶ Einheitenzeichen: A
- ▶ Einheitenvorsätze (Beispiele):
 $30 \text{ Mikroampere} = 30 \mu\text{A} = 0,000030 \text{ A} = 30 \cdot 10^{-6} \text{ A}$
 $65 \text{ Milliampere} = 65 \text{ mA} = 0,065 \text{ A} = 65 \cdot 10^{-3} \text{ A}$
 $0,4 \text{ Kiloampere} = 0,4 \text{ kA} = 400 \text{ A} = 0,4 \cdot 10^3 \text{ A}$

Stromwirkungen

1 Nennen Sie die fünf Wirkungen des elektrischen Stromes.

Wärmewirkung, Lichtwirkung, magnetische Wirkung, chemische Wirkung, Wirkung auf Lebewesen (physiologische Wirkung).

Den elektrischen Strom kann man nur an seinen Wirkungen erkennen.

2 Nennen Sie Beispiele für die technische Anwendung der Wärmewirkung des elektrischen Stromes.

Z. B. elektrisches Bügeleisen, Heizofen, Kochplatte, Elektroherd, Tauchsieder, Warmwasserspeicher, Heizkissen, Lötkolben, Schmelzsicherung.

3 Nennen Sie technische Anwendungen der chemischen Wirkung des elektrischen Stromes.

Elektrolyse zur Gewinnung von Metallen (z.B. Elektrolytkupfer) und von manchen Chemikalien, Galvanisieren (Herstellen von Metallüberzügen), Eloxieren, Laden von Akkumulatoren.

4 Ordnen Sie folgende Verbraucher nach Wirkungen des elektrischen Stromes:

Leuchtdiode, Elektromagnet, Tauchsieder, Leuchtstofflampe, elektrischer Lötkolben, galvanisches Bad, Relais.

Wirkungen des elektrischen Stromes

Wärmewirkung	Tauchsieder, Lötkolben
Lichtwirkung	Leuchtdioden, Leuchtstofflampe
Magnetische Wirkung	Elektromagnet, Relais
Chemische Wirkung	Galvanisches Bad

5 Welche Wirkung des Stromes tritt meist als unerwünschte Nebenwirkung auf?

Die Wärmewirkung.

Der elektrische Strom erwärmt jeden Leiter. Durch die Wärmewirkung entstehen Verluste, außer bei Heizgeräten.

6 Welche erwünschte und welche unerwünschte Art der Stromwirkung tritt auf a) beim Elektromotor, b) bei der Glühlampe, c) beim Galvanisieren und d) beim Elektroschweißen.

Art der Stromwirkungen

Gerät/Verfahren	Erwünschte Wirkung	Unerwünschte Wirkung
a) Elektromotor	Magnetische Wirkung	Wärmewirkung
b) Glühlampe	Lichtwirkung	Wärmewirkung
c) Galvanisieren	Chemische Wirkung	Wärmewirkung
d) Elektroschweißen	Wärmewirkung	Lichtwirkung

Messen des elektrischen Stromes

1 Welches Formelzeichen wird für die elektrische Stromstärke verwendet?

Die Stromstärke hat das Formelzeichen I .

2 In welcher Einheit wird die elektrische Stromstärke gemessen?

In Ampere (Einheitenzeichen A).

Bei einer Stromstärke von einem Ampere (1 A) fließen in einer Sekunde 6,24 Trillionen ($6,24 \cdot 10^{18}$) Elektronen durch den Leiterquerschnitt.

3 Wie viel Ampere sind a) 1 kA, b) 1 mA und c) 1 μA ?

a) **1 kA = 1000 A,**

b) **$1 \text{ mA} = \frac{1}{1000} \text{ A} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 0,001 \text{ A}$**

c) **$1 \mu\text{A} = \frac{1}{1000000} \text{ A} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 0,000001 \text{ A}$**

Die Vorsätze k (Kilo), m (Milli) und μ (Mikro) kann man vor jede Einheit setzen. Kilo bedeutet das Tausendfache (Faktor 10^3), Milli ein Tausendstel (Faktor 10^{-3}) und Mikro ein Millionstel (Faktor 10^{-6}) der betreffenden Einheit. Ferner verwendet man Mega (M) für das Millionenfache (Faktor 10^6), Nano (n) für den Faktor 10^{-9} und Piko (p) für den Faktor 10^{-12} . Mit den Vorsätzen lassen sich sehr große oder sehr kleine Messwerte einfacher schreiben.

4 Wie wird in einem Stromkreis der elektrische Strom gekennzeichnet?

Durch einen Strompfeil.

Die Pfeilrichtung wird durch die Stromrichtung vom höheren zum niederen Potenzial bestimmt (**Seite 19, Bild 1**).



5 Wie muss man einen Strommesser in einem Stromkreis schalten?

In Reihe zum Verbraucher und Erzeuger.

Beim Messen muss der gesamte Strom durch das Instrument fließen. Man trennt den Stromkreis auf und schaltet dann den Strommesser in die Leitung (Bild 1).

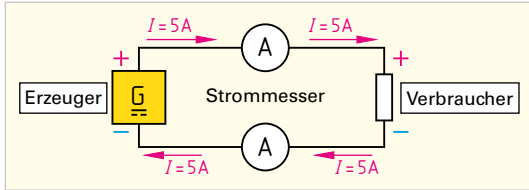


Bild 1: Ströme im unverzweigten Stromkreis

6 Warum zeigt ein Strommesser vor und nach einem Verbraucher dieselbe Stromstärke an (Bild 1)?

Im unverzweigten Stromkreis ist die Stromstärke an allen Stellen gleich groß.

Die Zahl der Elektronen, die je Sekunde in den Verbraucher hineinfließen, ist gleich der Elektronenzahl, die in dieser Zeit den Verbraucher wieder verlassen. Es werden also keine Elektronen aufgebraucht, der Ausdruck „Stromverbraucher“ ist deshalb nicht korrekt.

Stromrichtung und Stromarten

1 In welcher Richtung fließen die Elektronen durch den Verbraucher?

Vom negativen zum positiven Pol.

Die Elektronen bewegen sich im äußeren Stromkreis, d. h. außerhalb des Spannungserzeugers, vom Überschuss (-) zum Mangel (+).

2 Wie ist die technische Stromrichtung festgelegt?

Von Plus nach Minus bzw. vom höheren zum niedrigen Potenzial.

Diese Stromrichtung hatte man festgelegt, bevor die Elektronenbewegung erforscht war. Bei der Elektrolyse einer Kupfersalzlösung mit Kupferelektroden hatte man beobachtet, dass sich das Kupfer von der positiven Platte löst und an der negativen Platte niederschlägt (Bild 2).

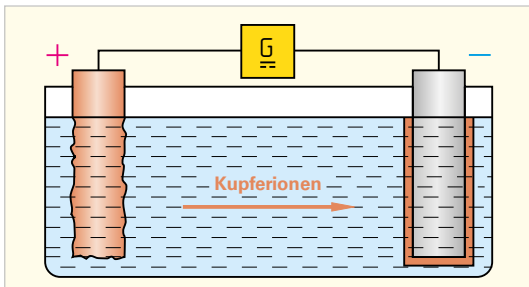


Bild 2: Stromrichtung bei der Elektrolyse

3 Welche beiden Stromarten gibt es grundsätzlich?

Gleichstrom (DC) und Wechselstrom (AC).

DC ist die englische Abkürzung für Direct Current (Gleichstrom), AC bedeutet Alternating Current (Wechselstrom). Drehstrom ist keine besondere Stromart (Seite 97)

4 Was versteht man unter Gleichstrom (Bild 3)?

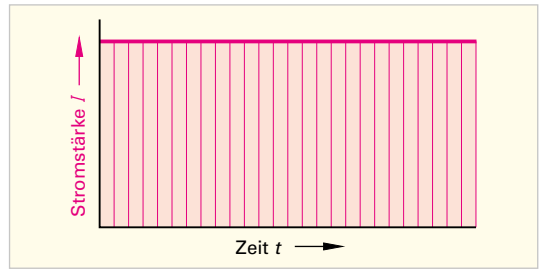


Bild 3: Stromart Gleichstrom

Gleichstrom ist ein Strom gleicher Richtung und gleichbleibender Stromstärke.

Bei Gleichstrom (DC) fließen die freien Elektronen im Leiter dauernd in gleicher Richtung und mit gleichbleibender Geschwindigkeit.

Gleichstrom kann man mit einem waagerechten Strich kennzeichnen, z. B. $I_{-} = 3 \text{ A}$ oder man schreibt DC 3 A.

5 Nennen Sie drei Beispiele für Gleichstromerzeuger.

Batterien, Solarzellen und Thermoelemente.

6 Mit einem Oszilloskop wird ein Strom indirekt über den Spannungsfall an einem Messwiderstand von 1 kΩ gemessen. Bestimmen Sie die Stromstärke mithilfe Bild 4.

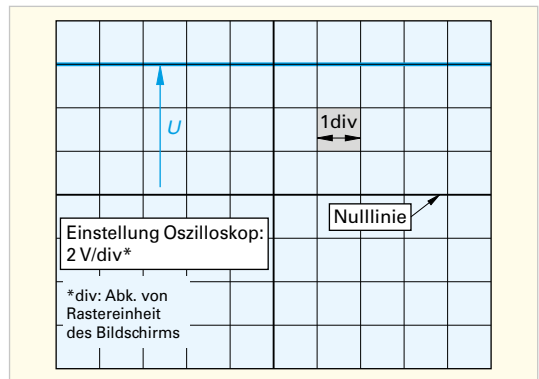


Bild 4: Gleichspannungsmessung

$$U = 2 \text{ V/div} \cdot 3 \text{ div} = 6 \text{ V}$$

$$I = U/R = 6 \text{ V}/1 \text{ k}\Omega = 6 \text{ mA}$$

