



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**

20. 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
Ralf Gwinner	Pfalzgrafeweiler
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		
Seite	Bild	Quelle
22	4	AEW Energie AG 5001 Aarau, Schweiz
74	1	Eitako, Fellbach
114	1	Pilz, Ostfildern
138	2	Gossen metrawatt, Nürnberg
172	2	Pilz, Ostfildern
174	1	SK hynix, Korea
228	2	Hager, Blieskastel
238	2	Archiv Europa-Lehrmittel
283	2	Archiv Europa-Lehrmittel
306	1	AVM-GmbH, Berlin
310	2	Deutsche Telekom, Bonn
310	3	Gira, Radevormwald
310	4	Gira, Radevormwald
326	1	Gossen metrawatt, Nürnberg
328	1	Hager, Blieskastel
330	1	Rodhe & Schwarz, München
333	2	Archiv Europa-Lehrmittel
334	2	Archiv Europa-Lehrmittel
348	2	Gemeinsames Rücknahmesystem Servicegesellschaft mbH, Hamburg
349	1	<a href="https://ec.europa.eu">https://ec.europa.eu</a>
317	2	Kärcher, Winnenden
423	1	Pilz, Ostfildern
429	1	EOS Saunatechnik GmbH, Driedorf
429	2	EOS Saunatechnik GmbH, Driedorf
430	1	Archiv Europa-Lehrmittel
435	1	Stiebel-Eltron GmbH Co. KG, Holzminden

20. Auflage 2021

Druck 5 4 3 2 1

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

**ISBN 978-3-8085-3948-4**

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

© 2021 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: Dipl. Des. Susanne Beckmann, 59514 Welper  
Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald  
Umschlagfotos: Ausbildungsvertrag © Autoren; Duspol Messgerät © Benning-Bocholt; Kleinststeuergerät LOGO!  
© Siemens AG  
Druck: Lensing Druck GmbH & Co. KG, 44149 Dortmund, [www.lensingdruck.de](http://www.lensingdruck.de)

## Vorwort zur 20. 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?

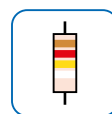
Dann lesen Sie unsere Seiten zu:

- 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.

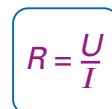


Möchten Sie vor Prüfungen und Klassenarbeiten Projekte vorbereiten und üben?

Dann lösen Sie die Projekte aus Teil P.

Möchten Sie die wichtigsten Formeln Ihrer Ausbildung wiederholen?

Dann bearbeiten Sie die Aufgaben in Teil M.



**In der 20. Auflage wurden folgende Themen ergänzt und erweitert:**

**Leistungselektronik, Regelungstechnik, Smart Home, Gefahrenmeldeanlagen, Sicherheitstechnik, Sensoren, Schaltungstechnik.**

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 eine erfolgreiche Prüfung.

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

## Checkliste für meine Berufsausbildung

- Eine Durchschrift des Ausbildungsvertrages liegt mir vor.
- Über die Wahl der geeigneten Krankenversicherung habe ich mich informiert.
- Über die Möglichkeiten zum vermögenswirksamen Sparen habe ich mich informiert.
- Über das Führen eines Ausbildungsnachweises wurde ich informiert.
- Die zu besuchende Berufsschule und deren Organisationsform, z. B. Blockbeschulung, Teilzeittunterricht, sind mir bekannt.
- Für Realschüler: Über den zur Berufsausbildung parallelen Erwerb der Fachhochschulreife wurde ich informiert.
- Für Hauptschüler: Über den Erwerb des mittleren Bildungsabschlusses habe ich mich 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 erkundigt.
- Über eine mögliche vorzeitige Zulassung zur Prüfung bei guten Leistungen habe ich mich informiert.
- Über die Möglichkeit Teile der Ausbildung im Ausland abzuleisten, habe ich mich 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, habe ich mich 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 habe ich mich informiert.






















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





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

<sup>1</sup> Berechnung und Erklärungen, Seite 11 und 12

## Wichtige Internetadressen

- [BiBB.de](http://BiBB.de)
- [Handwerks-power.de](http://Handwerks-power.de)
- [bmbf.de/upload\\_filestore/pub/Ausbildung\\_und\\_Beruf.pdf](http://bmbf.de/upload_filestore/pub/Ausbildung_und_Beruf.pdf)
- [Goforeurope.de/Auslandspraktika](http://Goforeurope.de/Auslandspraktika)

Teil	Thema	Seite	Bestandteil für Prüfung Teil 1	Icons
I	<b>Informationen zu Ausbildung und Prüfung</b>	10	x	
E	<b>Fachwissen Elektrotechnik</b>			
	1 Grundlagen der Elektrotechnik	17	x	
	2 Wechselstromtechnik	81	x	
	3 Schaltungstechnik	104	x	
	4 Elektronik	115		
	5 Automatisierungstechnik	147	teilweise	
	6 Informations- und Kommunikationstechnik	173		
	7 Schutzmaßnahmen	187	teilweise	
	8 Kraftwerke und Energieverteilung	230		
	9 Elektrische Maschinen	243		
	10 Gebäudetechnische Anlagen	279		
	11 Elektrische Messgeräte	321		
	12 Werkstoffe und Fertigungsverfahren	332		
13 Umweltschutz	346		$R = \frac{U}{I}$	
M	<b>Mathematische Anwendungen</b>			
	1 Mathematische Grundlagen	350	x	
	2 Elektrotechnische Grundlagen	353	x	
	3 Elektrisches Feld	357	x	
	4 Magnetisches Feld	358	x	
	5 Wechselstrom	359	x	
	6 Dreiphasenwechselstrom	361	x	
	7 Elektrische Maschinen	362	x	
	8 Messtechnik	363	teilweise	
	9 Elektrische Anlagen	364	x	
	10 Leitungsberechnung	366		
11 Elektronik	367	teilweise		
P	<b>Projekte</b>	369	teilweise	
B	<b>Beruf und Betrieb</b>	385		
W	<b>Wirtschaftskunde und Sozialkunde</b>	391		
A	<b>Abschlussprüfungen</b>			
	1 Beispiele zur gestreckten Prüfung Teil 1	415	x	
	2 Beispiel zur gestreckten Prüfung Teil 2	425		
LP	<b>Lösungen der Projekte</b>	440	teilweise	
LA	<b>Lösungen der Abschlussprüfungen</b>	451	teilweise	

<b>I</b>		<b>Informationen zu Ausbildung und Prüfung</b>	<b>10</b>	2.2.6	Anwendung der Schwingkreise . . . . .	96	
<b>E</b>		<b>Fachwissen Elektrotechnik</b>	<b>17</b>	<b>2.3</b>	<b>Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) . . .</b>	<b>97</b>	
<b>1</b>		<b>Grundlagen der Elektrotechnik</b>	<b>17</b>	2.3.1	Allgemeines . . . . .	97	
<b>1.1</b>		<b>Grundbegriffe</b> . . . . .	<b>17</b>	2.3.2	Drehfeld, Bezeichnungen von Spannungen und Leitern . . . . .	97	
1.1.1		Elektrischer Stromkreis . . . . .	17	2.3.3	Drehstromschaltungen . . . . .	98	
1.1.2		Elektrischer Strom . . . . .	18	2.3.4	Anwendung der Drehstromschaltungen .	100	
1.1.3		Elektrische Spannung . . . . .	21	2.3.5	Leistung und Leistungsmessung bei Drehstrom . . . . .	101	
1.1.4		Elektrischer Widerstand . . . . .	24	<b>2.4</b>	<b>Kompensation</b> . . . . .	<b>102</b>	
1.1.5		Bauformen der Widerstände . . . . .	28	<b>3</b>		<b>Schaltungstechnik</b>	<b>104</b>
1.1.6		Elektrische Energie . . . . .	30	<b>3.1</b>	<b>Schaltzeichen</b> . . . . .	<b>104</b>	
1.1.7		Temperatur und Wärme . . . . .	33	<b>3.2</b>	<b>Arten von Schaltplänen</b> . . . . .	<b>105</b>	
1.1.8		Temperatur- und spannungsabhängige Widerstände . . . . .	36	<b>3.3</b>	<b>Installationsschaltungen</b> . . . . .	<b>108</b>	
<b>1.2</b>		<b>Grundschaltungen von Widerständen</b> . . .	<b>37</b>	<b>3.4</b>	<b>Schüttschaltungen</b> . . . . .	<b>111</b>	
1.2.1		Reihenschaltung von Widerständen . . . . .	37	<b>3.5</b>	<b>NOT-AUS-Einrichtung</b> . . . . .	<b>114</b>	
1.2.2		Parallelschaltung von Widerständen . . . . .	40	<b>4</b>		<b>Elektronik</b>	<b>115</b>
1.2.3		Gemischte Schaltungen . . . . .	42	<b>4.1</b>	<b>Bauelemente der Elektronik</b> . . . . .	<b>115</b>	
<b>1.3</b>		<b>Elektrochemie</b> . . . . .	<b>45</b>	4.1.1	Halbleiterdioden . . . . .	115	
1.3.1		Elektrolyse . . . . .	45	4.1.2	Bipolare Transistoren . . . . .	116	
1.3.2		Korrosion und Korrosionsschutz . . . . .	46	4.1.3	Feldeffekttransistoren . . . . .	117	
1.3.3		Galvanische Elemente (Primärelemente) .	48	4.1.4	Halbleiterkennzeichnung . . . . .	118	
1.3.4		Brennstoffzellen . . . . .	51	4.1.5	Thyristoren . . . . .	119	
1.3.5		Akkumulatoren (Sekundärelemente) . . . .	52	4.1.6	Triac . . . . .	122	
<b>1.4</b>		<b>Spannungsquelle</b> . . . . .	<b>56</b>	4.1.7	Diac . . . . .	122	
1.4.1		Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle . .	56	4.1.8	Fotoelektronische Bauelemente (Optoelektronik) . . . . .	123	
1.4.2		Belastete Spannungsquelle . . . . .	56	4.1.9	Leistungstransistoren . . . . .	124	
1.4.3		Anpassung . . . . .	57	<b>4.2</b>	<b>Leistungselektronik</b> . . . . .	<b>125</b>	
1.4.4		Schaltungen von Spannungsquellen . . . . .	58	4.2.1	Ungesteuerte Gleichrichter . . . . .	125	
<b>1.5</b>		<b>Elektrisches Feld und Kondensator</b> . . . .	<b>59</b>	4.2.2	Gesteuerte Gleichrichter . . . . .	127	
1.5.1		Elektrisches Feld . . . . .	59	4.2.3	Wechselstrom-Umrichter . . . . .	128	
1.5.2		Kondensator und Kapazität . . . . .	60	4.2.4	Gleichstrom-Umrichter . . . . .	129	
1.5.3		Kondensator im Gleichstromkreis . . . . .	61	4.2.5	Wechselrichter . . . . .	130	
1.5.4		Bauarten von Kondensatoren . . . . .	62	4.2.6	Netzgeräte . . . . .	132	
<b>1.6</b>		<b>Magnetisches Feld und Spule</b> . . . . .	<b>64</b>	4.2.7	Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) . . . . .	133	
1.6.1		Magnetismus . . . . .	64	<b>4.3</b>	<b>Verstärker</b> . . . . .	<b>135</b>	
1.6.2		Magnetfeld des elektrischen Stromes . . . .	66	4.3.1	Verstärkerschaltungen . . . . .	135	
1.6.3		Magnetische Größen und Einheiten . . . . .	67	4.3.2	Operationsverstärker . . . . .	136	
1.6.4		Eisen im Magnetfeld einer Spule . . . . .	68	<b>4.4</b>	<b>Digitaltechnik</b> . . . . .	<b>138</b>	
1.6.5		Anwendung von Elektromagneten . . . . .	70	4.4.1	Grundlagen . . . . .	138	
1.6.6		Stromdurchflussener Leiter im Magnetfeld . . . . .	75	4.4.2	Schaltalgebra . . . . .	140	
1.6.7		Induktion . . . . .	77	4.4.3	Logische Verknüpfungen . . . . .	141	
1.6.8		Spulen . . . . .	78	4.4.4	KV-Diagramm (Karnaugh-Veitch-Diagramm) . . . . .	143	
1.6.9		Wirbelströme . . . . .	80	4.4.5	Kippglieder . . . . .	144	
<b>2</b>		<b>Wechselstromtechnik</b>	<b>81</b>	4.4.6	Weitere Schaltungen . . . . .	145	
<b>2.1</b>		<b>Grundbegriffe des Wechselstroms</b> . . . . .	<b>81</b>	<b>5</b>		<b>Automatisierungstechnik</b>	<b>147</b>
2.1.1		Grundgrößen . . . . .	81	<b>5.1</b>	<b>Steuerung</b> . . . . .	<b>147</b>	
2.1.2		Frequenz und Kreisfrequenz . . . . .	82	<b>5.2</b>	<b>Regelung</b> . . . . .	<b>147</b>	
2.1.3		Impulse . . . . .	83	<b>5.3</b>	<b>Sensoren</b> . . . . .	<b>151</b>	
2.1.4		Sinuslinie und Zeiger, Phasenverschiebung . . . . .	84	<b>5.4</b>	<b>Kleinsteuerungen</b> . . . . .	<b>156</b>	
2.1.5		Wechselstromwerte . . . . .	85	<b>5.5</b>	<b>Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)</b> . . . . .	<b>158</b>	
<b>2.2</b>		<b>Widerstände und Leistungen im Wechselstromkreis</b> . . . . .	<b>86</b>	5.5.1	Steuerungsarten bei einer SPS . . . . .	158	
2.2.1		Kondensator im Wechselstromkreis . . . . .	86	5.5.2	Verknüpfungen . . . . .	159	
2.2.2		Spule im Wechselstromkreis . . . . .	88	5.5.3	Aufbau einer SPS . . . . .	159	
2.2.3		Wechselstromwiderstände . . . . .	89	5.5.4	Programmierung einer SPS . . . . .	160	
2.2.4		Wechselstromleistungen . . . . .	91	5.5.5	Sprungbefehle . . . . .	162	
2.2.5		Schwingkreise . . . . .	93				

5.5.6 Programmiersprachen ..... 162  
 5.5.7 Zeitglieder, Zähler und Impulse ..... 165  
 5.5.8 Programmiergeräte und Dokumentation ..... 166  
 5.5.9 Steuerungsbeispiele ..... 167  
 5.5.10 Ablaufsteuerung ..... 169  
**5.6 Feldnetze ..... 170**  
**5.7 Sicherheitstechnik ..... 171**


**6  Informations- und Kommunikationstechnik 173**

**6.1 Computertechnik ..... 173**  
 6.1.1 Grundbegriffe ..... 173  
 6.1.2 Halbleiterspeicher ..... 174  
 6.1.3 Massenspeicher ..... 175  
 6.1.4 Äußere (periphere) Geräte ..... 176  
 6.1.5 Schnittstellen ..... 176  
 6.1.6 Programmerstellung ..... 177  
**6.2 Netzwerke ..... 178**  
**6.3 Datenübertragung in Netzen ..... 179**  
**6.4 Internet ..... 181**  
**6.5 Leitungen in der Informationstechnik. . . 184**  
 6.5.1 Datenleitungen ..... 184  
 6.5.2 Lichtwellenleiter ..... 185

**7  Schutzmaßnahmen für elektrische Anlagen 187**

**7.1 Niederspannungsanlagen in Gebäuden ..... 187**  
 7.1.1 Hausanschluss ..... 187  
 7.1.2 Erdungsanlagen ..... 188  
 7.1.3 Schutzpotenzialausgleich ..... 189  
 7.1.4 Wohnungsausstattung ..... 190  
**7.2 Bestimmungen für elektrische Betriebsmittel ..... 191**  
 7.2.1 Schutzarten ..... 191  
 7.2.2 Schutzklassen ..... 192  
 7.2.3 Leitungen und Kabel ..... 192  
 7.2.4 Elektroinstallationsrohre ..... 195  
 7.2.5 Schalter und Steckvorrichtungen ..... 195  
 7.2.6 Schutzeinrichtungen ..... 196  
**7.3 Räume und Betriebsstätten besonderer Art ..... 201**  
 7.3.1 Raumarten ..... 201  
 7.3.2 Räume mit Badewanne oder Dusche . . . 201  
 7.3.3 Feuergefährdete und explosionsgefährdete Betriebsstätten ..... 202  
 7.3.4 Anlagen im Freien, Baustellen, Campingplätze ..... 203  
 7.3.5 Landwirtschaftliche Betriebsstätten . . . 203  
 7.3.6 Medizinisch genutzte Bereiche ..... 204  
**7.4 Schutzmaßnahmen für Personen und Nutztiere ..... 205**  
 7.4.1 Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit . . . 205  
 7.4.2 Wirkungen des Stromes auf den menschlichen Körper ..... 206  
 7.4.3 Arbeiten an elektrischen Anlagen ..... 206  
 7.4.4 Erste Hilfe ..... 207  
 7.4.5 Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen ..... 209  
**7.5 Normbegriffe und Kenngrößen ..... 209**  
 7.5.1 Fachbegriffe für Schutzmaßnahmen . . . 209  
 7.5.2 Netzsysteme ..... 211  
**7.6 Schutz gegen elektrischen Schlag ..... 213**

7.6.1 Übersicht ..... 213  
 7.6.2 Basisschutz ..... 213  
 7.6.3 Fehlerschutz ..... 214  
 7.6.4 Schutz durch Abschaltung oder Meldung ..... 214  
 7.6.5 Doppelte oder verstärkte Isolierung . . . 216  
 7.6.6 Schutztrennung ..... 217  
 7.6.7 Kleinspannung ..... 217  
 7.6.8 Zusätzlicher Schutz ..... 218  
**7.7 Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel ..... 219**  
 7.7.1 Allgemeines ..... 219  
 7.7.2 Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter ..... 220  
 7.7.3 Isolationswiderstand elektrischer Anlagen ..... 220  
 7.7.4 Isolationswiderstand von Fußböden . . . 220  
 7.7.5 Prüfung im TN-System ..... 221  
 7.7.6 Prüfung im TT-System ..... 222  
 7.7.7 Wiederkehrende Prüfungen ..... 222  
 7.7.8 Prüfung von ortveränderlichen Geräten . 223  
**7.8 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ..... 225**  
 7.8.1 EMV in Netzen ..... 225  
 7.8.2 Elektromagnetische Verträglichkeit bei Geräten ..... 226  
**7.9 Technische Anschlussregeln Niederspannung ..... 228**

**8  Kraftwerke und Energieverteilung 230**

**8.1 Kraftwerke ..... 230**  
**8.2 Regenerative Energiequellen ..... 232**  
 8.2.1 Sonnenkollektoren ..... 232  
 8.2.2 Windenergieanlagen ..... 233  
 8.2.3 Fotovoltaikanlagen ..... 234  
 8.2.4 Energiemanagement ..... 236  
 8.2.5 Deponie- und Biogasanlagen, Gezeitenkraftwerke ..... 237  
**8.3 Umspannwerke ..... 238**  
**8.4 Übertragungsnetze der Energietechnik . . 240**  
 8.4.1 Netzformen ..... 240  
 8.4.2 Freileitungsnetze ..... 241  
 8.4.3 Kabelnetze ..... 242

**9  Elektrische Maschinen 243**

**9.1 Grundbegriffe elektrischer Maschinen . . 243**  
 9.1.1 Allgemeines ..... 243  
 9.1.2 Bauformen ..... 245  
 9.1.3 Betriebsarten ..... 246  
**9.2 Drehstrommaschinen ..... 247**  
 9.2.1 Synchrongeneratoren ..... 247  
 9.2.2 Synchronmotoren ..... 248  
 9.2.3 Drehstrom-Asynchronmotoren ..... 248  
**9.3 Sonstige Drehfeldmotoren ..... 254**  
 9.3.1 Drehstrommotoren als Einphasenwechselstrom-Motoren ..... 254  
 9.3.2 Einphasenwechselstrom-Motoren mit Hilfswicklung ..... 254  
 9.3.3 Spaltpolmotoren ..... 256  
 9.3.4 Servomotoren, Schrittmotoren ..... 256  
 9.3.5 Linearmotor ..... 257  
**9.4 Gleichstrommaschinen ..... 258**  
 9.4.1 Allgemeines ..... 258

9.4.2	Gleichstromgeneratoren	258
9.4.3	Gleichstrommotoren	259
<b>9.5</b>	<b>Universalmotoren</b>	<b>261</b>
<b>9.6</b>	<b>Elektromotorische Antriebe</b>	<b>262</b>
9.6.1	Auswahl des Antriebsmotors	262
9.6.2	Mechanische Übertragung der Motorleistung	263
9.6.3	Lagerung und Bremsung	263
9.6.4	Drehzahlsteuerung	263
9.6.5	Frequenzumrichter	265
<b>9.7</b>	<b>Motorschutz</b>	<b>267</b>
<b>9.8</b>	<b>Transformatoren</b>	<b>268</b>
9.8.1	Grundbegriffe	268
9.8.2	Transformatoren für Einphasenwechselstrom	271
9.8.3	Drehstromtransformatoren	275

## **10** **Gebäudetechnische Anlagen** **279**

<b>10.1</b>	<b>Licht und Beleuchtung</b>	<b>279</b>
10.1.1	Lichttechnische Grundbegriffe	279
10.1.2	Anforderungen an eine gute Beleuchtung	281
10.1.3	Halogenlampen	282
10.1.4	LED-Lampen	282
10.1.5	Gasentladungslampen	283
10.1.6	Induktionslampen	285
10.1.7	Lichtsteuersysteme	286
<b>10.2</b>	<b>Elektrogeräte</b>	<b>287</b>
10.2.1	Elektrowärmegeräte	287
10.2.2	Elektrische Raumheizung	293
10.2.3	Elektrische Kühlung	294
10.2.4	Wärmepumpe	296
<b>10.3</b>	<b>Antennenanlagen</b>	<b>297</b>
10.3.1	Grundbegriffe	297
10.3.2	Satellitenempfangsanlagen	298
10.3.3	Breitband-Kommunikationsanlagen	301
10.3.4	Vorschriften für die Errichtung von Antennenanlagen	302
<b>10.4</b>	<b>Telekommunikationstechnik</b>	<b>303</b>
10.4.1	Analoge Telefonanschlusstechnik („POTS“)	303
10.4.2	ISDN	303
10.4.3	DSL, VoIP	305
10.4.4	Multimedia	306
<b>10.5</b>	<b>Gebäudesystemtechnik</b>	<b>307</b>
10.5.1	Allgemeines	307
10.5.2	Installationsbus KNX	307
10.5.3	Smart Home	310
<b>10.6</b>	<b>Hausrufanlagen</b>	<b>311</b>
<b>10.7</b>	<b>Gefahrenmeldeanlagen (GMA)</b>	<b>312</b>
10.7.1	Allgemeines zu Gefahrenmeldeanlagen	312
10.7.2	Brandmeldeanlagen (BMA)	313
10.7.3	Einbruchmeldeanlagen	315
10.7.4	Überfallmeldeanlagen	315
<b>10.8</b>	<b>Blitzschutz</b>	<b>316</b>

## **11** **Elektrische Messgeräte** **321**

<b>11.1</b>	<b>Grundbegriffe</b>	<b>321</b>
<b>11.2</b>	<b>Analoge Messwerke und Messinstrumente</b>	<b>322</b>
11.2.1	Drehspulmesswerk	322
11.2.2	Dreheisenmesswerk	323
11.2.3	Elektrodynamisches Messwerk	323

11.2.4	Messen mit Stromzangen	324
<b>11.3</b>	<b>Messbrücken</b>	<b>324</b>
<b>11.4</b>	<b>Digitale Messgeräte</b>	<b>325</b>
<b>11.5</b>	<b>Messwandler</b>	<b>326</b>
<b>11.6</b>	<b>Elektrizitätszähler</b>	<b>328</b>
<b>11.7</b>	<b>Oszilloskop</b>	<b>329</b>
11.7.1	Allgemeines	329
11.7.2	Bedienung des Oszilloskops	330
11.7.3	Messungen mit dem Oszilloskop	331

## **12** **Werkstoffe und Fertigungsverfahren** **332**

<b>12.1</b>	<b>Werkstoffe der Elektrotechnik</b>	<b>332</b>
12.1.1	Konstruktionswerkstoffe	333
12.1.2	Leiterwerkstoffe	334
12.1.3	Kontaktwerkstoffe	335
12.1.4	Magnetwerkstoffe	336
12.1.5	Isolierstoffe	337
12.1.6	Widerstandswerkstoffe	340
<b>12.2</b>	<b>Löten</b>	<b>341</b>
<b>12.3</b>	<b>Gedruckte Schaltungen (Leiterplatten)</b>	<b>342</b>
12.3.1	Allgemeines	342
12.3.2	Subtraktiv-Technik	343
12.3.3	Additiv-Technik	344
12.3.4	Drucktechniken für gedruckte Schaltungen	344
12.3.5	SMD-Technik	345

## **13** **Umweltschutz** **346**

<b>13.1</b>	<b>Schadstoffe</b>	<b>346</b>
<b>13.2</b>	<b>Entsorgung und Recycling</b>	<b>347</b>
<b>13.3</b>	<b>Batterien und Akkumulatoren</b>	<b>348</b>
<b>13.4</b>	<b>Energieeinsparung</b>	<b>349</b>

## **M** **Mathematische Anwendungen** **350**

<b>1</b>	<b>Mathematische Grundlagen</b>	<b>350</b>
1.1	Rechtwinkliges Dreieck	350
1.2	Strecken und Flächen	350
1.3	Rauminhalt und Masse	351
1.4	Geschwindigkeit und Kräfte	352
1.5	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	352
<b>2</b>	<b>Elektrotechnische Grundlagen</b>	<b>353</b>
2.1	Grundgrößen und ohm'sches Gesetz	353
2.2	Widerstand und Temperatur	353
2.3	Schaltung von Widerständen	354
2.4	Elektrische Leistung, Arbeit und Wirkungsgrad	355
2.5	Wärmeenergie und Elektrowärme	356
2.6	Spannungserzeuger	356
<b>3</b>	<b>Elektrisches Feld</b>	<b>357</b>
<b>4</b>	<b>Magnetisches Feld</b>	<b>358</b>
<b>5</b>	<b>Wechselstrom</b>	<b>359</b>
<b>6</b>	<b>Dreiphasenwechselstrom</b>	<b>361</b>
<b>7</b>	<b>Elektrische Maschinen</b>	<b>362</b>
<b>8</b>	<b>Messtechnik</b>	<b>363</b>
<b>9</b>	<b>Elektrische Anlagen</b>	<b>364</b>
<b>10</b>	<b>Leitungsberechnung</b>	<b>366</b>
<b>11</b>	<b>Elektronik</b>	<b>367</b>

## **P** **Projekte** **369**

<b>1</b>	<b>Projekte Installationstechnik</b>	<b>369</b>
----------	--------------------------------------	------------



1.1	Außenbeleuchtung, Treppenhausbeleuchtung .....	369
1.2	Installationsbus KNX .....	370
<b>2</b>	<b>Projekte Motorsteuerungen</b> .....	<b>373</b>
2.1	Gleichstrombremsung an einer Kreissäge .....	373
2.2	Wendeschützschaltung .....	373
<b>3</b>	<b>Projekt Lebensmittelmarkt</b> .....	<b>374</b>
3.1	Beleuchtungsanlage .....	374
3.2	Lüftungsanlage .....	374
3.3	Temperaturregelung .....	375
<b>4</b>	<b>Projekt Wintergarten</b> .....	<b>376</b>
4.1	Installationsschaltung .....	376
4.2	Lüftungsklappenmotor .....	376
4.3	Belüftung des Wintergartens .....	377
<b>5</b>	<b>Projekt Kfz-Werkstatt</b> .....	<b>377</b>
5.1	Hebebühne mit Schützsteuerung .....	377
5.2	Hebebühne mit SPS .....	378
5.3	Rolltor mit Kleinststeuerung .....	379
<b>6</b>	<b>Projekt Holzbearbeitungswerkstatt</b>	<b>380</b>
6.1	Projektbeschreibung .....	380
6.2	Aufgabenstellung .....	380
<b>7</b>	<b>Projekt Bewegungsmelder mit Dämmerungsschalter (Wächter)</b> .....	<b>382</b>
7.1	Funktionsanalyse des Wächters .....	382
7.2	Funktionsanalyse des Dämmerungsschalters .....	382
<b>8</b>	<b>Projekt Mischanlage</b> .....	<b>383</b>
8.1	Drehstrommotor .....	383
8.2	Steuerung der Mischanlage .....	384

<b>B</b>	<b>Beruf und Betrieb</b>	<b>385</b>
<b>1</b>	<b>Kalkulation und Angebot</b> .....	<b>385</b>
<b>2</b>	<b>Kundenauftrag und Kundenservice</b> .....	<b>387</b>
<b>3</b>	<b>Präsentation</b> .....	<b>389</b>

<b>W</b>	<b>Wirtschaftskunde und Sozialkunde</b>	<b>391</b>
<b>1</b>	<b>Wirtschaftskunde</b> .....	<b>391</b>
1.1	Berufsausbildung .....	391
1.2	Arbeitsschutz .....	392
1.3	Sozialversicherungen .....	392
1.4	Vertragsrecht .....	394
1.5	Verbraucherschutzgesetze .....	396
1.6	Zahlungsverzug .....	397
1.7	Geld und Währung .....	398
1.8	Sparen und Kredite .....	399
1.9	Arbeitsrecht .....	400
1.10	Entlohnung der Arbeit .....	402
1.11	Soziale Marktwirtschaft .....	402
1.12	Steuern .....	403
1.13	Existenzgründung .....	404
1.14	Rechtsformen von Unternehmen .....	404
1.15	Kostenrechnung .....	405
<b>2</b>	<b>Sozialkunde</b> .....	<b>406</b>
2.1	Beruf und Arbeitswelt .....	406
2.2	Familie als Lebensgemeinschaft .....	406
2.3	Freizeit .....	408
2.4	Gesellschaft im Wandel .....	408
2.5	Demokratische Willensbildung .....	409
2.6	Demokratische Entwicklung .....	410
2.7	Europäische Union (EU) .....	411
2.8	Entwicklungsländer .....	412
2.9	Friedenssicherung .....	413

<b>A</b>	<b>Abschlussprüfungen</b>	<b>415</b>
<b>1</b>	<b>Beispiele für die gestreckte Prüfung Teil 1</b> .....	<b>415</b>
1.1	Prüfung für den Elektroniker Fach- richtung Energie und Gebäudetechnik ..	415
1.2	Prüfung für den Elektroniker für Betriebstechnik .....	420
<b>2</b>	<b>Beispiel für die gestreckte Prüfung Teil 2</b> .....	<b>424</b>
2.1	Systementwurf .....	424
2.2	Funktions- und Systemanalyse .....	430
2.3	Wirtschafts- und Sozialkunde .....	436

<b>LP</b>	<b>Lösungen der Projekte</b>	<b>440</b>
<b>1</b>	<b>Projekte Installationstechnik</b> .....	<b>440</b>
<b>2</b>	<b>Projekte Motorsteuerungen</b> .....	<b>442</b>
<b>3</b>	<b>Projekt Lebensmittelmarkt</b> .....	<b>443</b>
<b>4</b>	<b>Projekt Wintergarten</b> .....	<b>444</b>
<b>5</b>	<b>Projekt Kfz-Werkstatt</b> .....	<b>446</b>
<b>6</b>	<b>Projekt Holzbearbeitungswerkstatt</b> .....	<b>448</b>
<b>7</b>	<b>Projekt Bewegungsmelder mit Dämmerungsschalter (Wächter)</b> .....	<b>449</b>
<b>8</b>	<b>Projekt Mischanlage</b> .....	<b>450</b>

<b>LA</b>	<b>Lösungen der Abschlussprüfungen</b>	<b>451</b>
<b>1</b>	<b>Lösungen für die gestreckte Prüfung Teil 1</b> .....	<b>451</b>
<b>2</b>	<b>Lösungen für die gestreckte Prüfung Teil 2</b> .....	<b>454</b>

<b>S</b>	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>460</b>
----------	----------------------------	------------

# 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 3 1/2 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/](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.40php>  
 In der Ausbildungsordnung Ihres gewählten Berufes können Sie sich über das Berufsbild, die Prü-

fungen 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 DGUV, Vorschrift 3. Dieser Abschluss berechtigt Sie zur Eingruppierung laut Tarifvertrag als Facharbeiter bzw. Monteur (Geselle) in einem Beschäftigungsverhältnis.  
<http://www.bw.igm.de/tarife/>

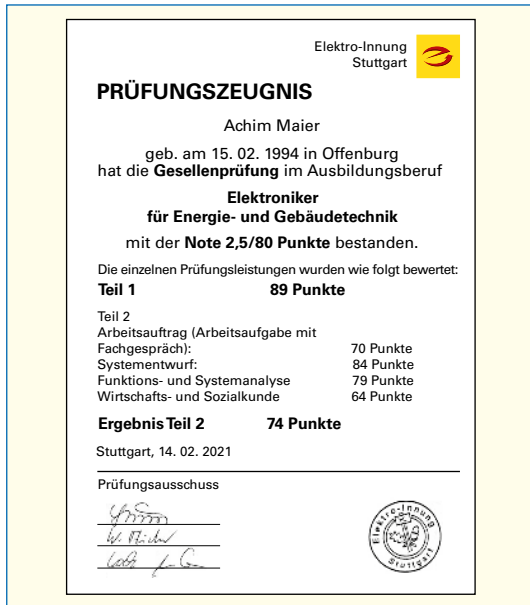
Für die Industrieberufe stellt die Industrie- und Handelskammer (IHK) einen Facharbeiterbrief (**Bild 2**) aus.



**Bild 2: Facharbeiterbrief der IHK**



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

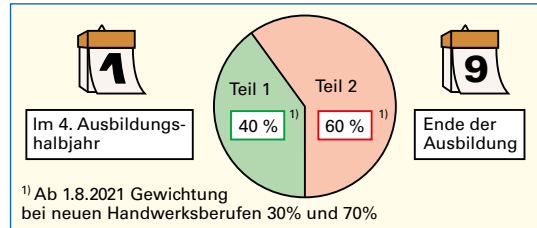
- mindestens den Gesamtnotendurchschnitt von 3,0 erreicht (Sachsen und Bayern 2,5),
- die Gesellen-/Facharbeiterprüfung bestanden und
- können Sie ausreichende Fremdsprachenkenntnisse durch fünf Jahre Unterricht in einer Fremdsprache nachweisen, dann haben Sie auch zusätzlich die Berechtigung eines Mittleren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

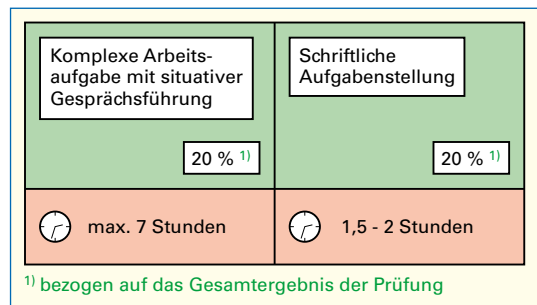
Den ersten Prüfungsteil legen Sie im 4. Ausbildungshalbjahr ab. Das erreichte Ergebnis geht mit 40 % (30 %) in die Endnote der Abschlussprüfung ein. Der zweite Prüfungsteil zum Ende der Ausbildung wird mit 60 % (70 %) bewertet.

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.

Informationen zu Ausbildung und Prüfung

### Prüfung Teil 2

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

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

Prozentzahlen bezogen auf Gesamtergebnis  
<sup>1)</sup> bei IHK-Berufen <sup>2)</sup> bei Handwerksberufen

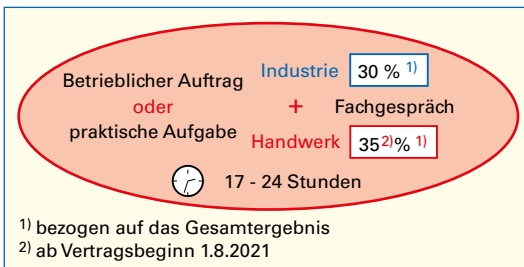
**Bild 1: Prüfungsfächer in Teil 2**

**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	0,2	10,80
Teil 1: schriftliche Aufgabenstellung	42	0,2	8,40
Systementwurf	54	0,125	6,75
Funktions- und Systemanalyse	62	0,125	7,75
Wirtschafts- und Sozialkunde	82	0,1	8,20
Arbeitsauftrag	85	0,25	21,25
Gesamtpunkte im Gesellenbrief		63,15 ⇒	<b>63</b>

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



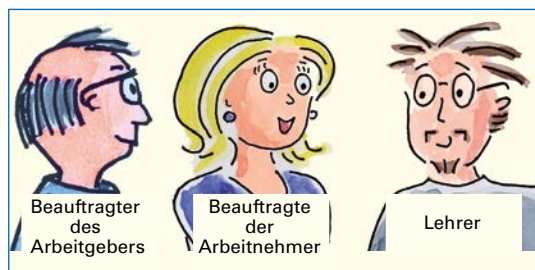
**6 Unter welchen Bedingungen kann ich den Prüfungstermin vorziehen?**

Das Berufsbildungsgesetz ermöglicht bei guten Leistungen in Berufsschule und Betrieb eine vorzeitige Prüfungszulassung. In der Regel kann die Ausbildung 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 415

**9 Wie bereite ich mich auf die Prüfung vor?**

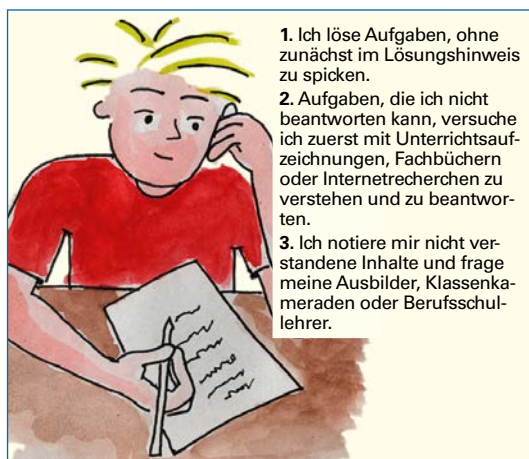
In den Prüfungen wird das Wissen Ihrer gesamten Ausbildungszeit abgefragt. Deswegen ist es sinnvoll, dass Sie immer regelmäßig die neuen Lerninhalte in Schule und Betrieb üben und vertiefen. Kommt die Prüfung näher, bietet sich die Bildung von Lerngruppen (**Bild 2**) an.



**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 zu schnell 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) mit denen Fachfragen formuliert werden (**Tabelle 1**).

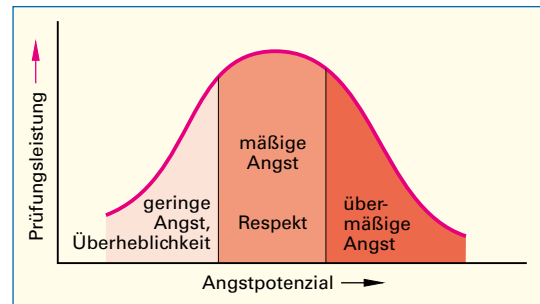
Tabelle 1: Verben der Fachfragen	
nennen	Eine Aufzählung reicht aus.
erklären, erläutern	Sie sollen den Sachverhalt in Sätzen erklären.
analysieren	Sie sollen sich über Zusammenhänge, Auswirkungen und Funktionen äußern.
bewerten, beurteilen	Sie müssen eine begründete Entscheidung treffen.

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.



**Bild 1: Auswirkungen der Angst auf die Leistung**

**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**.

**Wie bekämpfe ich meine Prüfungsangst?**

- Indem ich weiß, dass ich gut vorbereitet bin.
- Indem ich mir vorstelle, dass der Prüfungsaus-schuss mir nicht fremd ist.
- Indem ich weiß, dass ein mäßiges Angstpotential zu einer deutlichen Leistungssteigerung führt.
- Indem ich schon häufig solche Prüfungssituationen geübt habe.
- Indem ich gesund und ausgeruht zur Prüfung erscheine.
- Indem ich nicht aufgabe, 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/auslandspraktika1.html>

### 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 form is titled 'Qualipass' and is issued by the 'MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG' and 'SERVICESTELLE JUGEND UND SCHULE'. It is divided into two main sections: 'Nachweis Certificate' and 'QUALI pass'.  
 The 'Nachweis Certificate' section includes:  
 - Name: Herr/Frau  
 - 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.)  
 - Activity period: Zeitraum der SMV-Tätigkeit (Duration of activity)  
 - Focus: Themen und Tätigkeitsschwerpunkte (Work focus)  
 - Issued by: Schulleitung (School principal) with a stamp field.  
 The 'QUALI pass' section includes:  
 - School: Schule (School)  
 - Address: Anschrift (Address)  
 - Telephone: Telefon (Telephone)  
 - Location/Date: Ort/Datum  
 - Signature: Unterschrift

**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-bafoeg.de>

Fachsüler 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/de/begabtenfoerderung-in-studium-und-beruf-73.html>

Der Besuch von Fachschulen oder weiterführenden Schulen wird gefördert durch Darlehen und Zuschüsse.

<http://www.bafoeg.de>

**Europass**

Mit dem Europass können z. B. Auszubildende und Arbeitssuchende ihre Qualifikationen und Fähigkeiten in Dokumenten (**Bild 3**) so darstellen, dass sie europaweit verständlich sind.

<http://www.europass-info.de>

The image shows the 'europass' logo with a stylized figure and stars, the logo of the 'Bundesministerium für Bildung und Forschung' (German Federal Government), and the European Union flag. Below the logos, the following document types are listed:  
 - europass Lebenslauf  
 - europass Sprachenpass  
 - europass Mobilität  
 - europass Diplomersatz<sup>1)</sup>  
 - europass Zeugnislerläuterung  
 Footnote: <sup>1)</sup> 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)?

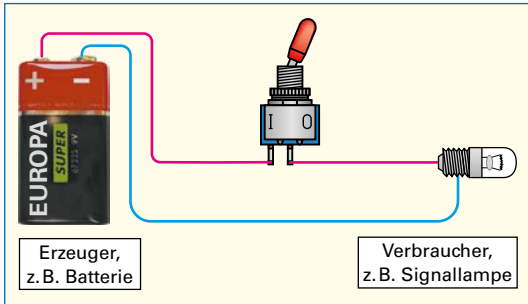


Bild 1: Einfacher Stromkreis

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?

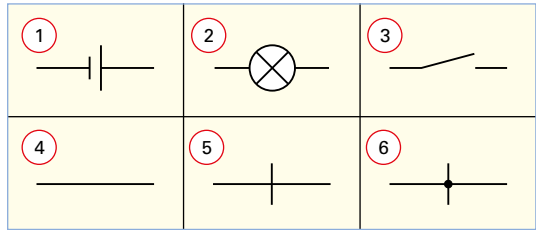


Bild 2: Schaltzeichen (Auswahl)

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

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

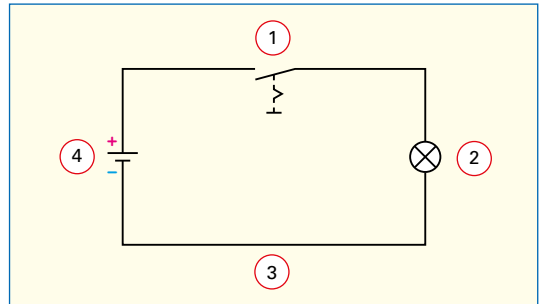


Bild 3: Schaltplan eines einfachen Stromkreises

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 Mikroampere =  $30 \mu\text{A} = 0,000030 \text{ A} = 30 \cdot 10^{-6} \text{ A}$   
 65 Milliampere =  $65 \text{ mA} = 0,065 \text{ A} = 65 \cdot 10^{-3} \text{ A}$   
 0,4 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:

**Glimmlampe, Elektromagnet, Tauchsieder, Leuchtstofflampe, elektrischer Lötkolben, galvanisches Bad, Relais.**

### Wirkungen des elektrischen Stromes

Wärmewirkung	<b>Tauchsieder, Lötkolben</b>
Lichtwirkung	<b>Glimmlampe, Leuchtstofflampe</b>
Magnetische Wirkung	<b>Elektromagnet, Relais</b>
Chemische Wirkung	<b>Galvanisches Bad</b>

- 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	<b>Magnetische Wirkung</b>	<b>Wärmewirkung</b>
b) Glühlampe	<b>Lichtwirkung</b>	<b>Wärmewirkung</b>
c) Galvanisieren	<b>Chemische Wirkung</b>	<b>Wärmewirkung</b>
d) Elektroschweißen	<b>Wärmewirkung</b>	<b>Lichtwirkung</b>

## 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  $\mu\text{A}$ ?

a)  $1 \text{ kA} = 1000 \text{ A}$ ,

b)  $1 \text{ mA} = \frac{1}{1000} \text{ A} = 0,001 \text{ A}$

c)  $1 \mu\text{A} = \frac{1}{1000000} \text{ A} = 0,000001 \text{ A}$

Die Vorsätze k (Kilo), m (Milli) und  $\mu$  (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 Millionfache (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.**

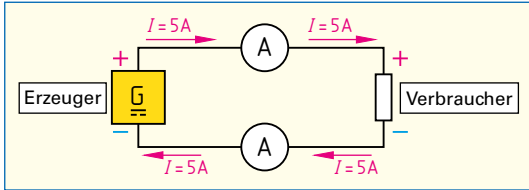
Die Pfeilrichtung wird durch die Stromrichtung vom höheren zum niederen Potenzial bestimmt.



**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**

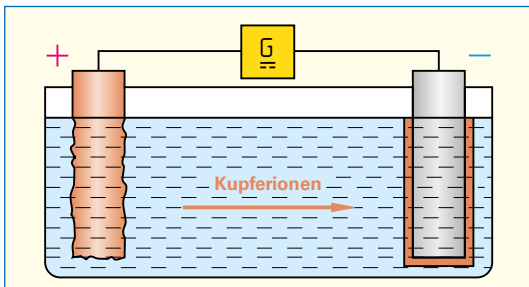
**1 In welcher Richtung fließen die Elektronen durch den Verbraucher?**

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.



**Bild 2: Stromrichtung bei der Elektrolyse**

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**).

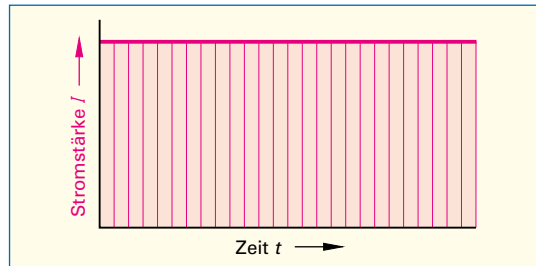
**3 Welche beiden Stromarten gibt es grundsätzlich?**

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)?**

Gleichstrom ist ein Strom gleicher Richtung und gleichbleibender Stromstärke.



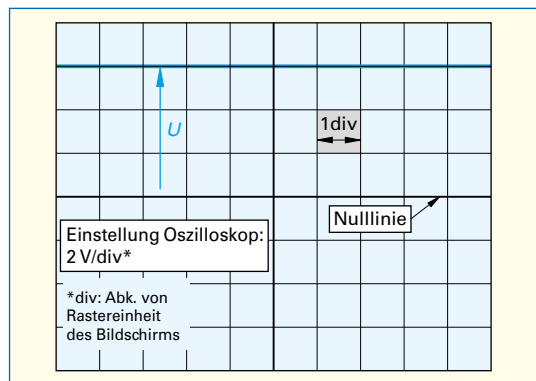
**Bild 3: Stromart Gleichstrom**

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.**

Akkumulatoren, 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**

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

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



## 7 Was versteht man unter Wechselstrom (Bild 1)?

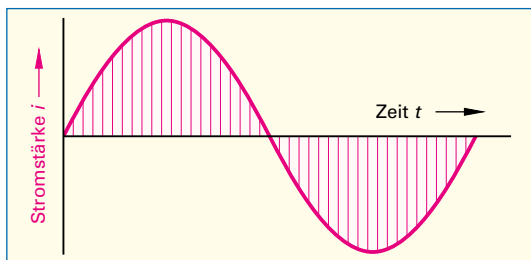


Bild 1: Stromart Wechselstrom

### Wechselstrom ist ein Strom, der fortwährend seine Richtung und seine Stärke ändert.

Die freien Elektronen bewegen sich bei Wechselstrom (AC) im Leiter hin und her, und zwar ebenso weit vor wie zurück.

Im Strom-Zeit-Schaubild ist die Fläche, die von der Kurve begrenzt wird, oberhalb und unterhalb der Zeitachse gleich groß.

Das Zeichen für Wechselstrom ist eine Wellenlinie, z. B.  $I_{\sim} = 5 \text{ A}$  oder man schreibt AC 5 A.

## 8 Ordnen Sie den Verbrauchern Transformator, Lötkolben, Elektrolyse, Glühlampe, Akkumulator und Leuchtstofflampe die verwendete Stromart zu (Tabelle).

Tabelle: Verwendung der Stromarten

Gleichstrom	Elektrolyse, Akkumulator
Wechselstrom	Transformator, Leuchtstofflampe
Gleich- oder Wechselstrom	Lötkolben, Glühlampe

## 9 Was versteht man unter einem periodischen Strom oder Mischstrom (Bild 2)?

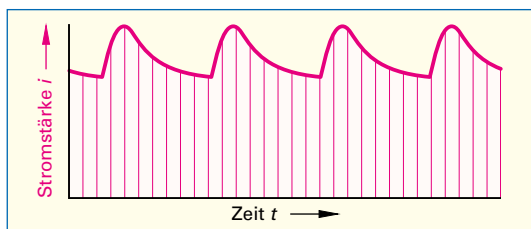


Bild 2: Stromart Mischstrom

### Ein periodischer Strom ist ein Strom mit einem Gleichstromanteil und einem Wechselstromanteil.

Einen immer wiederkehrenden Vorgang nennt man periodisch. Die freien Elektronen bewegen sich beim periodischen Strom in einer Richtung einmal langsamer und einmal schneller. Sie können auch hin und herpendeln, aber immer in einer Richtung weiter als in der anderen.

## Stromdichte und elektrische Ladung

Mathematische Anwendungen Seite 353

### 1 Was versteht man unter Stromdichte?

#### Unter Stromdichte versteht man die Stromstärke je Flächeneinheit des Leiterquerschnitts.

Bei gleicher Stromstärke fließen die freien Elektronen in einem Leiter mit kleinerem Querschnitt schneller. Dort ist die Stromdichte größer (Bild 4).

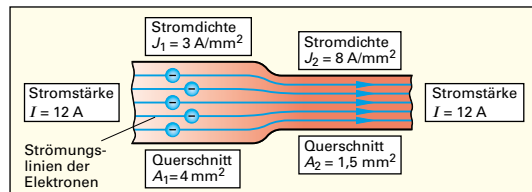


Bild 3: Stromdichte

### 2 Mit welcher Formel berechnet man die Stromdichte?

$$J = \frac{I}{A}$$

$J$  Stromdichte in  $\text{A}/\text{mm}^2$ ,  $I$  Stromstärke in  $\text{A}$ ,  $A$  Querschnitt in  $\text{mm}^2$ .

### 3 In welcher Einheit wird die Stromdichte $J$ gemessen (Bild 3)?



Bild 4: Stromdichte in einem Leiter

In  $\text{A}/\text{mm}^2$ .

Auch die Einheiten  $\text{A}/\text{cm}^2$ , z. B. bei Kohlebürsten,  $\text{A}/\text{dm}^2$  und  $\text{A}/\text{m}^2$  (in der Elektrochemie) sind üblich.

### 4 Welche Wirkung hat eine hohe Stromdichte in einem Leiter?

Der Leiter erwärmt sich stark.

Ein Leiter erwärmt sich umso mehr, je größer die Stromdichte ist.

### 5 Warum brennt eine Schmelzsicherung durch, obwohl sich die Zuleitung kaum erwärmt?

Der Querschnitt des Schmelzleiters in der Sicherung ist viel geringer als der Leiterquerschnitt. Dadurch ergibt sich im Schmelzleiter eine viel größere Stromdichte.

Im Leiter mit dem geringeren Querschnitt fließen die Elektronen sehr viel schneller als in einem Leiter mit dem größeren Querschnitt. Im dünnen Leiter ist daher die Reibung der Elektronen wesentlich größer. Er erwärmt sich dadurch stärker (Bild 4).