



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

18. 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	Offenburg, Durbach
Patricia Burgmaier	Melsungen
Ralf Gwinner	Pfalzgrafenweiler
Jürgen Schwarz	Tettang
Klaus Tkotz	Kronach

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Monika Burgmaier

Bildbearbeitung:

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

Umschlaggestaltung:

braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Firmenverzeichnis

ABB	69123 Heidelberg
Benning	46397 Bocholt
Eaton Industries GmbH	53115 Köln
EOS-Werke Günter GmbH	35759 Driedorf-Mademühlen
Hauff-Technik	Herbrechtingen
Kärcher GmbH	71364 Winnenden
Siemens	90475 Nürnberg
SMA Solar Technology AG	34266 Niestetal
Stiebel Eltron GmbH & Co KG	37603 Holzminden
SunTechnics GmbH	20537 Hamburg

18. Auflage 2015

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-3568-4

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

© 2015 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Dipl. Des. Susanne Beckmann, 59514 Welver
Druck: Triltsch GmbH, 97199 Ochsenfurt-Hohestadt

Vorwort zur 18. Auflage

Liebe Leserin, lieber Leser,

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



Sie sind neugierig, welche Hürden Sie in Ihrer Ausbildungszeit überwinden müssen.

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

- Zulassung zur Prüfung,
- Ablauf der Prüfungen,
- Bewertungsregeln,
- Bestehensregelungen.



Sie haben 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?



Sie möchten sich einen Überblick über die einzelnen Prüfungen während der Ausbildung verschaffen.

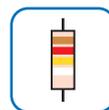
Dann finden Sie in Teil A ein vollständiges Prüfungsmuster.



Sie haben 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.



Sie möchten vor Prüfungen und Klassenarbeiten Projekte vorbereiten und üben.

Dann lösen Sie die Projekte aus Teil P.



Sie möchten die wichtigsten Formeln Ihrer Ausbildung wiederholen.

Dann bearbeiten Sie die Aufgaben in Teil M.

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

In der 18. Auflage wurden folgende Themen ergänzt bzw. erweitert:

- Akkumulatoren
- Sensoren
- Schrittkette
- Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit
- LED-Lampen
- Fotovoltaikanlagen
- Aufgaben zur Leitungsberechnung, einschließlich Berücksichtigung des Oberschwingungsanteils

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

Gerne lesen wir Ihre Verbesserungsvorschläge, Ihre Kritik und Ihre Zustimmung, die Sie uns weiterleiten unter: info@europa-lehrmittel.de

Checkliste zur Berufsausbildung

Wichtiges zu Beginn der Ausbildungszeit

- Eine Durchschrift des Ausbildungsvertrages liegt mir vor.
- Über die Wahl der geeigneten Krankenversicherung habe ich mich informiert.
- Über den Abschluss eines Vertrages zum vermögenswirksamen Sparen habe ich mich informiert.
- Über das Führen eines Ausbildungsnachweises wurde ich informiert.
- Die zu besuchende Berufsschule und deren Organisationsform 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.
- IHK (Industrie- und Handelskammer) oder
- eine HWK (Handwerkskammer) ist meine zuständige Kammer.
- Über den Besuch einer überbetrieblichen Ausbildungsstätte (bei Handwerksberufen) wurde ich informiert.
- Über eine mögliche vertragliche Verkürzung der Ausbildungszeit habe ich mich erkundigt.
- Über die Möglichkeit Teile der Ausbildung im Ausland abzuleisten, habe ich mich informiert.
- Weitere Arbeitsmittel die mich in der Berufsausbildung unterstützen (siehe Buchinnenseite).

Wichtiges zum Ende der Ausbildungszeit

- Über eine mögliche vorzeitige Zulassung zur Prüfung habe ich mich informiert.
- 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 einen Arbeitsauftrag einen betrieblichen Auftrag oder eine praktische Arbeitsaufgabe 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 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, Seite 12

Wichtige Internetadressen

- BiBB.de
- Handwerkspower.de
- bmbf.de/publikationen/Ausbildung_und_Beruf
- 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	115		
	5 Automatisierungstechnik	144	teilweise	
	6 Informations- und Kommunikationstechnik	167		
	7 Schutzmaßnahmen	181	teilweise	
	8 Kraftwerke und Energieverteilung	224		
	9 Elektrische Maschinen	237		
	10 Gebäudetechnische Anlagen	273		
	11 Elektrische Messgeräte	313		
	12 Werkstoffe und Fertigungsverfahren	324		
13 Umweltschutz	338		$R = \frac{U}{I}$	
M	Mathematische Anwendungen			
	1 Mathematische Grundlagen	342	x	
	2 Elektrotechnische Grundlagen	345	x	Wi So
	3 Elektrisches Feld	349	x	
	4 Magnetisches Feld	350	x	
	5 Wechselstrom	351	x	
	6 Dreiphasenwechselstrom	353	x	
	7 Elektrische Maschinen	354	x	
	8 Messtechnik	355	teilweise	
	9 Elektrische Anlagen	356	x	
	10 Leitungsberechnung	358		
11 Elektronik	359	teilweise		
P	Projekte	361	teilweise	
B	Beruf und Betrieb	377		
W	Wirtschaftskunde und Sozialkunde	383		
A	Abschlussprüfungen			
	1 Beispiele zur gestreckten Prüfung Teil 1	407	x	Test
	2 Beispiel zur gestreckten Prüfung Teil 2	417		
LP	Lösungen der Projekte	432	teilweise	
LA	Lösungen der Abschlussprüfungen	443	teilweise	Test ✓

I Informationen zu Ausbildung und Prüfung 10

1	Wo kann ich alles Wichtige über meine Ausbildung nachlesen?	10
2	Welche Zeugnisse erhalte ich in meiner Ausbildung?	10
3	Aus welchen Prüfungsteilen besteht die Kammerprüfung?	11
4	Wie werden meine Prüfungen bewertet?	12
5	Welche Bestehensregelungen gelten für die Abschlussprüfung?	12
6	Unter welchen Bedingungen kann ich den Prüfungstermin vorziehen?	13
7	Wer prüft mich?	13
8	Wer erstellt die Prüfungsaufgaben?	13
9	Wie bereite ich mich auf die Prüfung vor?	13
10	Wie besiege ich meine Prüfungsangst?	14
11	Kann ich auch Teile der Prüfung im Ausland absolvieren?	15
12	Meine Ausbildung ist zu Ende. Wie geht es weiter?	15

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 (Primärelemente)	48
1.3.4	Akkumulatoren (Sekundärelemente)	52
1.4	Spannungsquelle	56
1.4.1	Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle	56
1.4.2	Belastete Spannungsquellen	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	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	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld	75
1.6.7	Induktion	77
1.6.8	Spulen	78
1.6.8	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	Anwendung der Schwingkreise	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 Leistungsmessung 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	Schützsicherungen	111
3.5	NOT-AUS-Einrichtungen	114

4 Elektronik 115

4.1	Bauelemente der Elektronik	115
4.1.1	Halbleiterdioden	115
4.1.2	Bipolare Transistoren	116
4.1.3	Feldeffekttransistoren	117
4.1.4	Thyristoren	119
4.1.5	Triac	122
4.1.6	Diac	122
4.1.7	Leistungstransistoren	123
4.1.8	Fotoelektronische Bauelemente	124
4.2	Leistungselektronik	125
4.2.1	Ungesteuerte Gleichrichter	125
4.2.2	Wechselrichter	127
4.2.3	Gesteuerte Gleichrichter und Wechselstromsteller	128
4.2.4	DC/DC-Wandler	130
4.2.5	Netzgeräte	131
4.2.6	Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV)	132
4.3	Verstärker und Verstärkerschaltungen	133

4.3.1	Verstärkerschaltungen	133	7.3.4	Anlagen im Freien, Baustellen, Campingplätze	197
4.3.2	Operationsverstärker	134	7.3.5	Landwirtschaftliche Betriebsstätten	197
4.4	Digitaltechnik	136	7.3.6	Medizinisch genutzte Bereiche	198
4.4.1	Grundlagen	136	7.4	Schutzmaßnahmen für Personen und Nutztiere	199
4.4.2	Schaltalgebra	137	7.4.1	Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit	199
4.4.3	Logische Verknüpfungen	138	7.4.2	Wirkungen des Stromes auf den menschlichen Körper	200
4.4.4	KV-Diagramm	140	7.4.3	Arbeiten an elektrischen Anlagen	200
4.4.5	Flipflops (Kippglieder)	141	7.4.4	Erste Hilfe	201
4.4.6	Weitere Schaltungen	142	7.4.5	Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen	203
5	Automatisierungstechnik	144	7.5	Normbegriffe und Kenngrößen	203
5.1	Grundbegriffe der Steuerungs- und Regelungstechnik	144	7.5.1	Fachbegriffe für Schutzmaßnahmen	203
5.2	Sensoren	147	7.5.2	Netzsysteme	205
5.3	Kleinsteuerungen	151	7.6	Schutz gegen elektrischen Schlag	207
5.4	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	153	7.6.1	Übersicht	207
5.4.1	Speicherbausteine	153	7.6.2	Basisschutz	207
5.4.2	Signale und Signalverarbeitung	153	7.6.3	Fehlerschutz	208
5.4.3	Steuerungsarten bei einer SPS	155	7.6.4	Schutz durch Abschaltung oder Meldung	208
5.4.4	Verknüpfungen	156	7.6.5	Doppelte oder verstärkte Isolierung	210
5.4.5	Aufbau einer SPS	156	7.6.6	Schutztrennung	211
5.4.6	Programmierung einer SPS	157	7.6.7	Kleinspannung	211
5.4.7	Sprungbefehle	159	7.6.8	Zusätzlicher Schutz	212
5.4.8	Programmiersprachen	159	7.7	Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel	213
5.4.9	Zeitglieder, Zähler und Impulse	162	7.7.1	Allgemeines	213
5.4.10	Programmiergeräte und Dokumentation	163	7.7.2	Schutzleiter und Schutzpotenzial- ausgleichsleiter	214
5.4.11	Steuerungsbeispiele	165	7.7.3	Isolationswiderstand elektrischer Anlagen	214
5.4.12	Ablaufsteuerungen	166	7.7.4	Isolationswiderstand von Fußböden	214
6	Informations- und Kommunikationstechnik	167	7.7.5	Prüfung im TN-System	215
6.1	Grundlagen der Computertechnik	167	7.7.6	Prüfung im TT-System	216
6.2	Vernetzung von Computern	172	7.7.7	Wiederkehrende Prüfungen	216
6.3	Internet	175	7.7.8	Prüfung von Geräten	217
6.4	Kommunikationsnetze	177	7.8	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	219
6.5	Leitungen in der Informationstechnik	178	7.8.1	EMV in Netzen	219
6.5.1	Datenleitungen	178	7.8.2	EMV bei Geräten	220
6.5.2	Lichtwellenleiter	179	7.9	Technische Anschlussbedingungen	222
7	Schutzmaßnahmen für elektrische Anlagen	181	8	Kraftwerke und Energieverteilung	224
7.1	Niederspannungsanlagen in Gebäuden ..	181	8.1	Kraftwerke	224
7.1.1	Hausanschluss	181	8.2	Regenerative Energiequellen	226
7.1.2	Erdungsanlagen	182	8.2.1	Sonnenkollektoren	226
7.1.3	Schutzpotenzialausgleich	183	8.2.2	Windenergieanlagen	227
7.1.4	Wohnungsausstattung	184	8.2.3	Fotovoltaikanlagen	228
7.2	Bestimmungen für elektrische Betriebsmittel	185	8.2.4	Energiemanagement	230
7.2.1	Schutzarten	185	8.2.5	Deponiegas, Gezeitenkraftwerke	231
7.2.2	Schutzklassen	186	8.3	Umspannwerke	232
7.2.3	Leitungen und Kabel	186	8.4	Übertragungsnetze der Energietechnik ..	234
7.2.4	Elektroinstallationsrohre	189	8.4.1	Netzformen	234
7.2.5	Schalter und Steckvorrichtungen	189	8.4.2	Freileitungsnetze	235
7.2.6	Schutzeinrichtungen	190	8.4.3	Kabelnetze	236
7.3	Räume und Betriebsstätten besonderer Art ..	195	9	Elektrische Maschinen	237
7.3.1	Raumarten	195	9.1	Grundbegriffe elektrischer Maschinen ..	237
7.3.2	Räume mit Badewanne oder Dusche	195	9.1.1	Allgemeines	237
7.3.3	Feuergefährdete und explosions- gefährdete Betriebsstätten	196			

2.5	Wärmeenergie und Elektrowärme	348
2.6	Spannungsquelle	348
3	Elektrisches Feld	349
4	Magnetisches Feld	350
5	Wechselstrom	351
6	Dreiphasenwechselstrom	353
7	Elektrische Maschinen	354
8	Messtechnik	355
9	Elektrische Anlagen	356
10	Leitungsberechnung	358
11	Elektronik	359

P  Projekte 361

1	Projekte Installationstechnik	361
1.1	Außenbeleuchtung, Treppenhausbeleuchtung	361
1.2	Installationsbus KNX	362
1.3	Angebotserstellung für eine Garage mit Außenbereich	363
2	Projekte Motorsteuerungen	365
2.1	Gleichstrombremsung an einer Kreissäge	365
2.2	Wendeschützschtaltung	365
3	Projekt Lebensmittelmarkt	366
3.1	Beleuchtungsanlage	366
3.2	Lüftungsanlage	366
3.3	Temperaturregelung	367
4	Projekt Wintergarten	368
4.1	Installationsschaltung	368
4.2	Lüftungsklappenmotor	368
4.3	Belüftung des Wintergartens	369
5	Projekt Kfz-Werkstatt	369
5.1	Hebebühne mit Schützsteuerung	369
5.2	Hebebühne mit SPS	370
5.3	Rolltor mit Kleinststeuerung	371
6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	372
6.1	Projektbeschreibung	372
6.2	Aufgabenstellung	372
7	Projekt Wächter	374
7.1	Funktionsanalyse des Wächters	374
7.2	Funktionsanalyse des Dämmerungsschalters	374
8	Projekt Mischanlage	375
8.1	Drehstrommotor	375
8.2	Steuerung der Mischanlage	376

B  Beruf und Betrieb 377

1	Kalkulation und Angebot	377
2	Kundenauftrag und Kundenservice	379
3	Präsentation	381

W  Wirtschaftskunde und Sozialkunde 383

1	Wirtschaftskunde	383
1.1	Berufsausbildung	383
1.2	Arbeitsschutz	384
1.3	Sozialversicherungen	384

1.4	Vertragsrecht	386
1.5	Verbraucherschutzgesetze	388
1.6	Zahlungsverzug	389
1.7	Geld und Währung	390
1.8	Sparen und Kredite	391
1.9	Arbeitsrecht	392
1.10	Entlohnung der Arbeit	394
1.11	Soziale Marktwirtschaft	394
1.12	Steuern	395
1.13	Existenzgründung	396
1.14	Rechtsformen von Unternehmen	396
1.15	Kostenrechnen	397
2	Sozialkunde	398
2.1	Beruf und Arbeitswelt	398
2.2	Familie als Lebensgemeinschaft	398
2.3	Freizeit	400
2.4	Gesellschaft im Wandel	400
2.5	Demokratische Willensbildung	401
2.6	Demokratische Entwicklung	402
2.7	Europäische Union (EU)	403
2.8	Entwicklungsländer	404
2.9	Friedenssicherung	405

A  Abschlussprüfungen 407

1	Beispiele für die gestreckte Prüfung Teil 1	407
1.1	Prüfung für den Elektroniker Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik	407
1.2	Prüfung für den Elektroniker für Betriebstechnik	412
2	Beispiele für die gestreckte Prüfung Teil 2	416
2.1	Systementwurf	416
2.2	Funktions- und Systemanalyse	422
2.3	Wirtschafts- und Sozialkunde	428

LP  Projektlösungen 432

1	Projekte Installationstechnik	432
2	Projekte Motorsteuerungen	434
3	Projekt Lebensmittelmarkt	435
4	Projekt Wintergarten	436
5	Projekt Kfz-Werkstatt	438
6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	440
7	Projekt Wächter	441
8	Projekt Mischanlage	442

LA  Lösungen zu den Abschlussprüfungen 443

1	Lösungen für die gestreckten Prüfungen Teil 1	443
2	Lösungen für die gestreckte Prüfung Teil 2	446

	Sachwortverzeichnis	452
---	----------------------------	-----

I 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 $3\frac{1}{2}$ 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**

<http://www.bmbf.de/pub/berufsbildungsgesetz.pdf>

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.bmwi.de/DE/Service/gesetze,did=195922.html>

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

- **Ausbildungsordnung des Berufes**

<http://www.bibb.de/berufe>

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/berufe>

Der Rahmenlehrplan gibt einen Überblick, welche Inhalte die Berufsschule Ihnen 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 BGR A3.

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**).

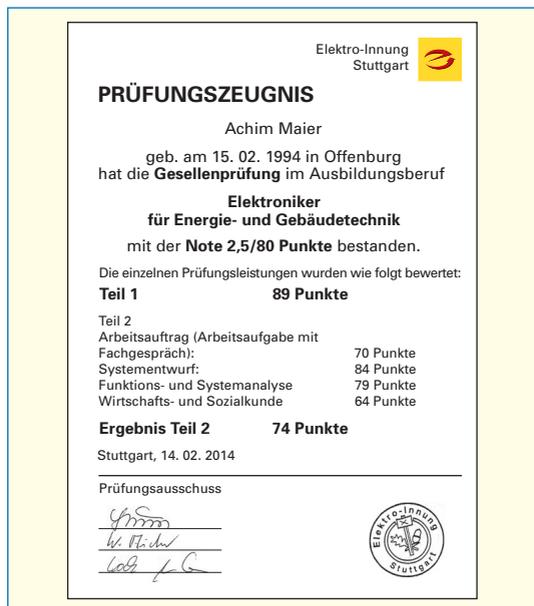


Bild 1: Gesellenbrief der Handwerkskammer

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.

Haben Sie im Berufschulabschlusszeugnis

- 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 bescheinigt Ihnen diese Berechtigung.

<http://www.kmk.org/bildung-schule/berufliche-bildung.html>.

3 Aus welchen Prüfungsteilen besteht die Kammerprüfung?

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

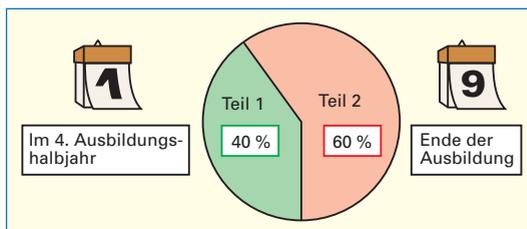


Bild 2: Prüfungsteile der gestreckten Abschlussprüfung

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

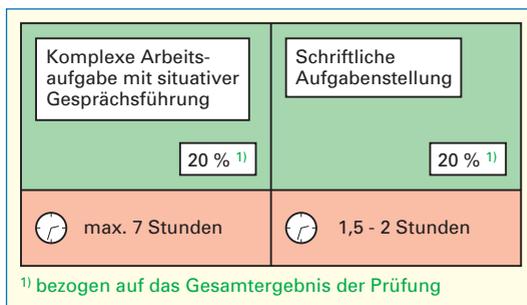


Bild 3: Bestandteile der Prüfung Teil 1

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 können und ein Fachgespräch mit dem Prüfungsausschuss führen können.

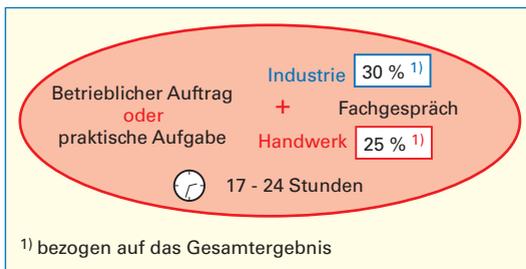


Bild 2: Arbeitsauftrag in Teil 2

Ihr Ausbildungsbetrieb wählt die Prüfungsvariante.

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 insgesamt 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.

Beim Nichtbestehen der Kammerprüfung sind zwei Prüfungswiederholungen möglich.

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			63,215 ⇒ 63

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**).

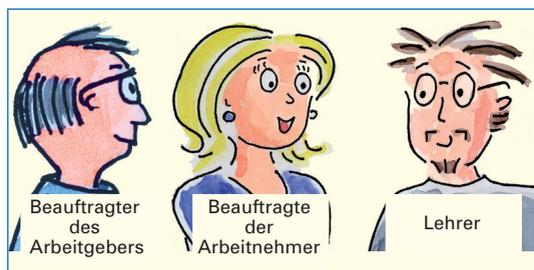


Bild 1: Prüfungsausschuss

8 Wer erstellt die Prüfungsaufgaben?

Die Prüfungsaufgaben werden von verschiedenen Gremien erstellt:

- PAL-Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle für die 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 407

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**).

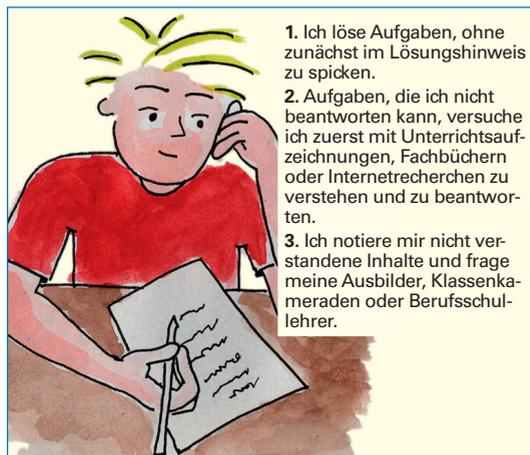


Bild 3: Vorgehensweise beim Lösen von Prüfungsaufgaben

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 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**).

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**.

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 schönes Abendessen.

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.

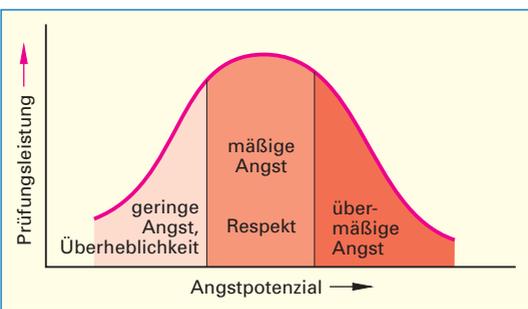


Bild 1: Auswirkungen der Angst auf die Leistung

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 Angstpotezial 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>



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

Schauen Sie sich bei den **schriftlichen Prüfungs-teilen** 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 (Bild 1)** 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 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.

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.info>

MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG | Schülermitverantwortung in Baden-Württemberg | SERVICESTELLE JUGEND UND SCHULE www.jugendstiftung.de

Nachweis Certificate | **QUALI pass**

Herr/Frau _____ Schule _____
 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.* School _____
 Zeitraum der SMV-Tätigkeit _____ Anschrift _____
 Duration of activity _____ Telephone _____
 Themen und Tätigkeitsschwerpunkte _____
 Work focus _____
 Schulleitung _____ Ort/Datum _____
 School principal _____ Unterschrift _____
 Stempel

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 einen aktuellen Führer zur Studien & Berufswahl 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.meister-bafoeg.info>

Fachschüler die kein BAFÖG mehr erhalten, können so einen zinslosen Kredit und teilweise Kurs- bzw. Prüfungskosten ersetzt bekommen.

<http://www.begabtenfoerderung.de>

Besonders begabte Auszubildende, die an Leistungswettbewerben teilgenommen und sehr gute Abschlusszeugnisse haben, können bis zu 3 Jahre bei einer Weiterbildung gefördert werden.

<http://www.das-neue-bafoeg.de>

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

Europass

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

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

europass Lebenslauf
 europass Sprachenpass
 europass Mobilität
 europass Diplomersatz¹⁾
 europass Zeugniserläuterung
 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)?

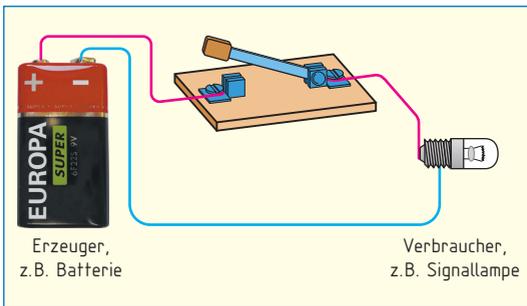


Bild 1: Einfacher Stromkreis

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 Bedeutung haben die Schaltzeichen in Bild 2?

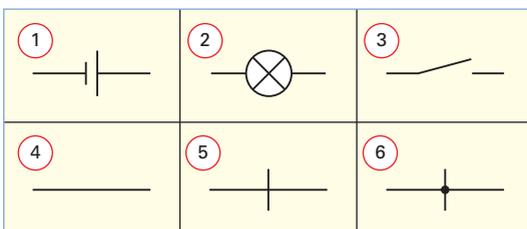


Bild 2: Schaltzeichen (Auswahl)

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

4 Welche Betriebsmittel sind in der Schaltung (Bild 3) vorhanden?

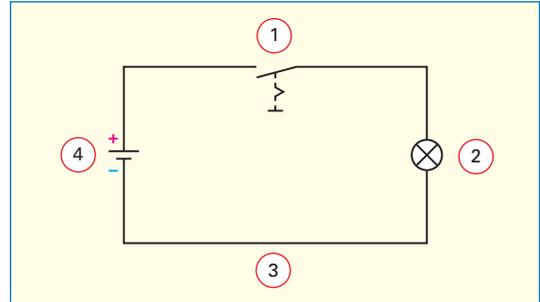


Bild 3: Schaltplan eines einfachen Stromkreises

① Schalter, ② Leuchte, ③ Leitung, ④ Batterie

5 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.

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



Stromstärke

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

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 einige 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	Tauchsieder, Lötkolben
Lichtwirkung	Glimmlampe, 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 ?

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

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

Die Vorsätze k (Kilo), m (Milli) und μ (Mikro) kann 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 muss man einen Strommesser in einem Stromkreis schalten?

In Reihe zum Verbraucher und Erzeuger. (Bild 1, folgende Seite)

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



5 Wie werden in einem Stromkreis die elektrischen Ströme gekennzeichnet?

Durch einen Strompfeil.

Die Pfeilrichtung wird durch die Stromrichtung von Plus nach Minus bestimmt.

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

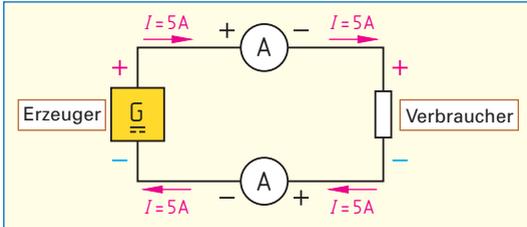


Bild 1: Ströme im unverzweigten Stromkreis

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.

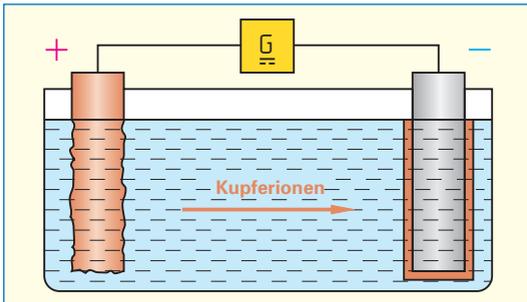


Bild 2: Stromrichtung bei der Elektrolyse

Diese Stromrichtung hatte man festgelegt, bevor die Elektronenbewegung erforscht war. Bei der Elektrolyse einer Kupfersalzlösung mit Kupferelektroden hatte man nämlich 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 (siehe Seite 97).

4 Was versteht man unter Gleichstrom (Bild 3)?

Gleichstrom ist ein Strom gleicher Richtung und gleichbleibender Stromstärke.

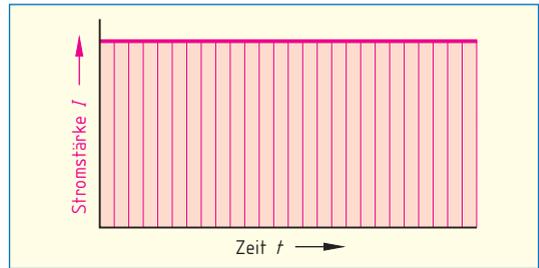


Bild 3: Stromart Gleichstrom

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

Das Zeichen für Gleichstrom ist ein waagrechter Strich, 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.

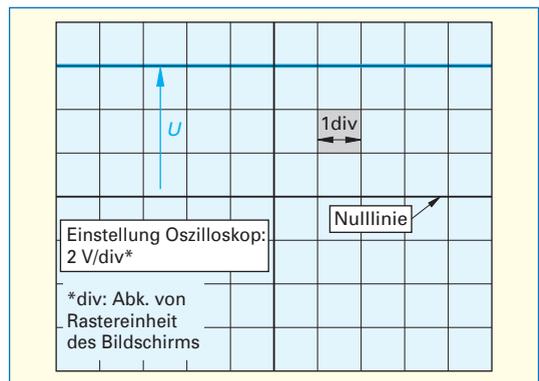


Bild 4: Gleichspannungsmessung

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

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



7 Was versteht man unter Wechselstrom (Bild 1)?

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

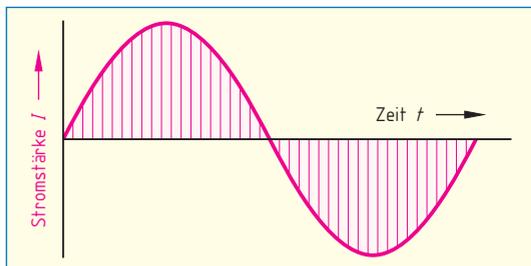


Bild 1: Stromart Wechselstrom

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?

Ein periodischer Strom ist ein Strom mit einem Gleichstromanteil und einem Wechselstromanteil (Bild 2).

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.

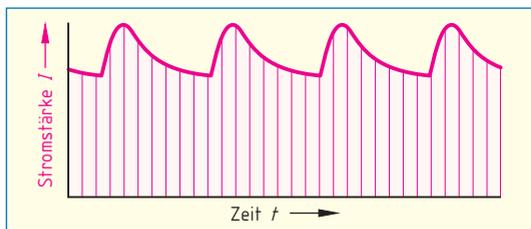


Bild 2: Stromart Mischstrom

Stromdichte und Elektrizitätsmenge

Mathematische Anwendungen Seite 345

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 3).

2 Mit welcher Formel berechnet man die Stromdichte?

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

J Stromdichte in A/mm^2 , I Stromstärke in A , A Querschnitt in mm^2 .

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



Bild 3: Stromdichte in einem Leiter

In A/mm^2 .

Auch die Einheiten A/cm^2 , z. B. bei Kohlebürsten, A/dm^2 und A/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).

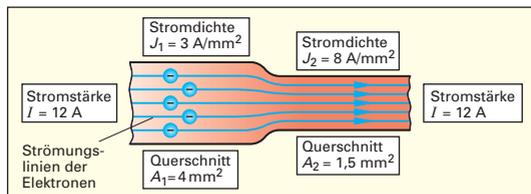


Bild 4: Stromdichte