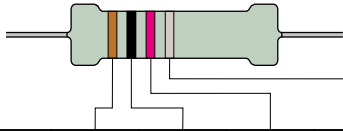


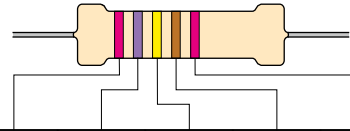
Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren (nach DIN EN 60062)

Farbschlüssel für Kohleschichtwiderstände



Kennfarbe	Kurzzeichen	1. Ziffer	2. Ziffer	Multiplikator	Toleranz in %
		Widerstandswert in Ω			
keine	—	—	—	—	± 20
Silber	SR	—	—	10^{-2}	± 10
Gold	GD	—	—	10^{-1}	± 5
	BK (sw)	—	0	1	—
	BN (br)	1	1	10^1	± 1
	RD (rt)	2	2	10^2	± 2
	OG (or)	3	3	10^3	—
	YE (ge)	4	4	10^4	—
	GN (gn)	5	5	10^5	$\pm 0,5$
	BU (bl)	6	6	10^6	$\pm 0,25$
	VT (vi)	7	7	10^7	$\pm 0,1$
	GY (gr)	8	8	10^8	—
	WH (ws)	9	9	10^9	—

Farbschlüssel für Metallschichtwiderstände



Kennfarbe	1. Ziffer	2. Ziffer	3. Ziffer	Multiplikator	Toleranz in %
	Widerstandswert in Ω				
keine	—	—	—	—	—
Silber	—	—	—	10^{-2}	± 10
Gold	—	—	—	10^{-1}	± 5
	—	0	0	1	—
	1	1	1	10^1	± 1
	2	2	2	10^2	± 2
	3	3	3	10^3	—
	4	4	4	10^4	—
	5	5	5	10^5	$\pm 0,5$
	6	6	6	10^6	$\pm 0,25$
	7	7	7	10^7	$\pm 0,1$
	8	8	8	10^8	—
	9	9	9	10^9	—

E-Reihen für Widerstände und Kondensatoren

E6	1,0		1,5		2,2		3,3		4,7		6,8																																					
E12	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2																																				
E24	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	9,1																								
E48	1,00	1,21	1,47	1,78	2,15	2,61	3,16	3,83	4,64	5,62	6,81	8,25	1,05	1,27	1,54	1,87	2,26	2,74	3,32	4,02	4,87	5,90	7,15	8,66	1,10	1,33	1,62	1,96	2,37	2,87	3,48	4,22	5,11	6,19	7,50	9,09	1,15	1,40	1,69	2,05	2,49	3,01	3,65	4,42	5,36	6,49	7,87	9,53

Alphanumerische Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren (Beispiele)

Widerstände	R33	3R3	33R	K33	3K3	33K	M33	3M3	33M
	0,33 Ω	3,3 Ω	33 Ω	0,33 k Ω	3,3 k Ω	33 k Ω	0,33 M Ω	3,3 M Ω	33 M Ω
Kondensatoren	4p7	47p	n47	4n7	47n	μ 47	4 μ 7	47 μ	m47
	4,7 pF	47 pF	0,47 nF	4,7 nF	47 nF	0,47 μ F	4,7 μ F	47 μ F	0,47 mF



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

Praxis Elektrotechnik

16. überarbeitete und erweiterte Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen sowie von Ingenieuren

Lektorat: Bernd Feustel

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

Europa-Nr.: 30812

Autoren:

Braukhoff, Peter

Reken

Feustel, Bernd

Kirchheim unter Teck

Käppel, Thomas

Münchberg

Neumann, Ronald

Oberkail

Tkocz, Klaus

Kronach

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat: Bernd Feustel

Bildentwürfe: Die Autoren

Fotos: Autoren und Firmen (Bildquellenverzeichnis Seite 357)

- Windows ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation
- INTEL ist ein eingetragenes Warenzeichen der INTEL Corporation
- Linux ist ein eingetragenes Markenzeichen von Linus Torvalds
- Nachdruck der Box Shots von Microsoft-Produkten mit freundlicher Erlaubnis der Microsoft-Corporation
- Alle Warenzeichen, Schriftarten, Firmennamen und Logos sind Eigentum oder eingetragene Warenzeichen ihrer Eigentümer

Bildbearbeitung:

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

16. Auflage 2022

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-7585-3174-3

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

© 2022 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfoto: Heinrich Kopp AG, Elektrotechnik – Elektronik, 63796 Kahl

Druck: LD Medienhaus GmbH & Co. KG, 44149 Dortmund

Kapitelnummer und Symbole

● Allgemeines

Vorwort	4
Vorbemerkungen zu den Lernfeldern	5
Inhaltsverzeichnis (ausführlich)	7
Sachwortverzeichnis deutsch – englisch	358

● Inhaltsverzeichnis (Kurzform)

1 Unfall- und Arbeitssicherheit	11
2 Isolierte Leitungen und Kabel	23
3 Verlegen von Leitungen und Kabeln	33
4 Verbindungstechnik	52
5 Überlastschutz und Kurzschlusschutz	64
6 Bauteile und Schaltungen der Energietechnik	82
7 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden	124
8 Blitzschutz	177
9 Sonderinstallationen	182
10 Messen in elektrischen Anlagen und an Betriebsmitteln	202
11 Schutzmaßnahmen	220
12 Schaltungen und Bauteile der Elektronik	243
13 Computertechnik	266
14 Elektrogeräte	278
15 Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten ..	297
16 Elektrische Maschinen	311
17 Primär- und Sekundärelemente	347
18 Projektbearbeitung	351

● Praxistipps

• Schutzabstände zu spannungsführenden Teilen	22
• Trennabstände zwischen Stromversorgungs- und Kommunikationsleitungen	48
• Leitungsdimensionierung	77
• Stromlaufpläne lesen	111
• Planen eines Zählerschranks	130
• Ausstattungsumfang in Wohngebäuden	142
• Umstellung vom analogen zum digitalen Sat-Empfang	161
• Auswahl, Montage und Wartung von Rauchwarnmeldern	170
• Komponenten einer Fotovoltaikanlage auswählen	200
• Messen von Strom und Spannung	218
• Wiederkehrende Prüfung elektrischer Anlagen in Wohngebäuden	239
• Lokales Netzwerk (LAN) installieren	277
• Prüfen netzbetriebener Elektrogeräte	310
• Anschließen eines Drehstrom-Asynchronmotors	321

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	

Liebe Leserin, lieber Leser,

das Buch **Praxis Elektrotechnik** vermittelt das für die fachpraktische Ausbildung erforderliche Grund- und Fachwissen in den anerkannten energietechnischen Elektroberufen des Handwerks und der Industrie.

Das Buch baut auf die Ausbildungsordnungen und die Ausbildungspläne der Bundesländer auf. Die 15. Auflage wurde gründlich überarbeitet (siehe Mind-Map-Bild). Bewährt haben sich die Praxistipps zur Unterstützung der beruflichen Tätigkeit, z. B. Leitungsdimensionierung oder Planen eines Zählerschranks (Übersicht Praxistipps, Seite 3).

Besonderer Wert wurde auf die Einarbeitung der gültigen DIN- und IEC-Normen sowie der DIN VDE-Bestimmungen gelegt. Das Buch ist damit aktuell und berücksichtigt neue technische Entwicklungen. Schaltzeichen und Schaltpläne entsprechen DIN EN 60617.

Das Buch ist in überschaubare Einheiten gegliedert. Über 800 mehrfarbige Bilder, Tabellen, Übersichten und Diagramme helfen den komplexen Stoff der elektrischen Anlagentechnik zu verstehen und ermöglichen einen methodischen, lernfeldorientierten Unterricht.

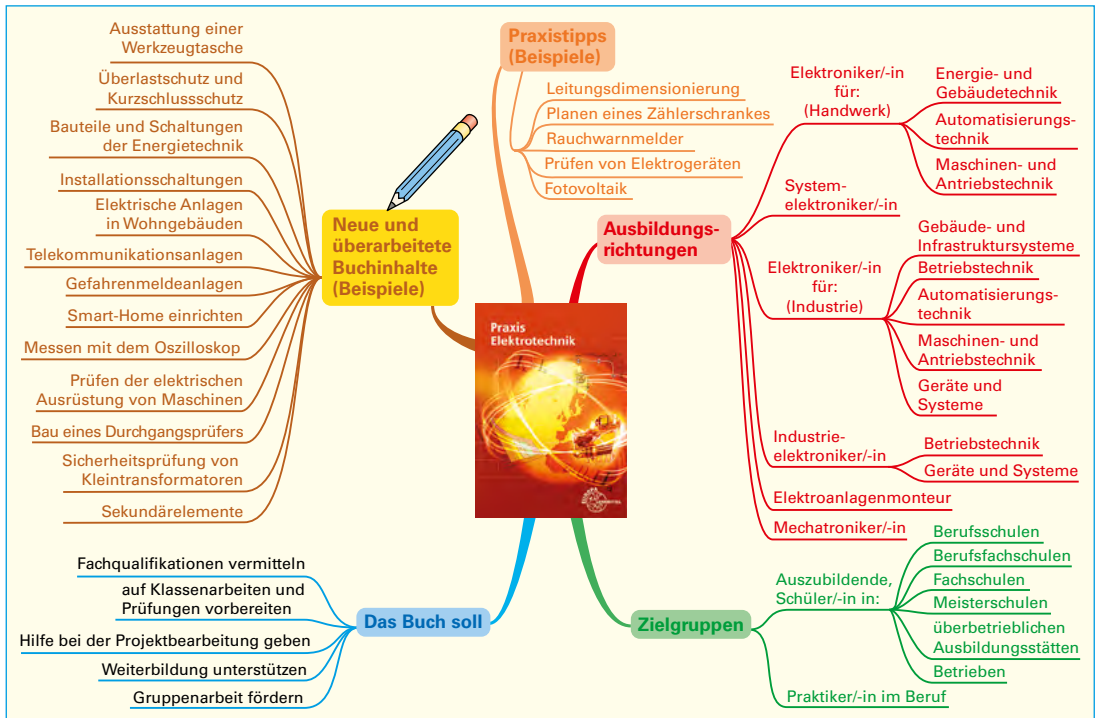
Das Mind-Map-Bild zeigt wichtige Informationen im Überblick.

Weitere Bücher der Fachbuchreihe zur Vertiefung

- Fachkunde Elektrotechnik
- Prüfungsfragen Praxis Elektrotechnik
- Arbeitsbücher Elektrotechnik
 - Lernfeld 1–4
 - Lernfeld 5–13
- Rechenbuch Elektrotechnik
- Formeln für Elektrotechniker
- Tabellenbuch Elektrotechnik

Alle Normen nach dem neuesten Stand, z. B.

- Betrieb elektrischer Anlagen, wiederkehrende Prüfungen (DIN VDE 0105-100)
- Prüfung nach Instandsetzung, Änderung elektrischer Geräte (DIN VDE 0701–0702)



Ihre Meinung zu diesem Buch ist uns wichtig. Teilen Sie uns Ihre Verbesserungsvorschläge, Ihre Kritik, aber auch Ihre Zustimmung mit. Schreiben Sie uns unter: lektorat@europa-lehrmittel.de

Vorbemerkungen zu den Lernfeldern

Das duale System unterscheidet die Lernorte Betrieb und Berufsschule. Die Ausbildungsordnung des Bundes regelt die Ausbildung im Betrieb.

Für die Berufsschulen gelten die Lehrpläne des jeweiligen Bundeslandes, die auf den Rahmenlehrplänen des Bundes aufbauen.

Die Rahmenlehrpläne für den berufsbezogenen Unterricht enthalten die gesamten Ausbildungsinhalte. Sie geben eine inhaltliche und zeitliche Struktur vor, beinhalten aber keine Angaben zu Unterrichtsfächern, Unterrichtsformen und Stundentafeln. Diese organisatorischen Maßnahmen werden durch das jeweilige Bundesland getroffen.

i Rahmenlehrpläne enthalten:

- Vorbemerkungen
- Bildungsauftrag der Berufsschule
- Didaktische Grundsätze
- Berufsbezogene Anmerkungen
- Lernfeldinhalte

Lernfelder beschreiben:

- Lernziele
- Lerninhalte
- Zeitrichtwerte

Lernfeldbearbeitung erfordert:

- Projektbearbeitung (Seite 351)
- Lernsituationen (Seite 352)

Der technische, arbeitsorganisatorische und soziale Wandel stellt neue Anforderungen an die Schule und an den Ausbildungsbetrieb. Die Einführung von Lernfeldern ist eine Hilfe zur Umsetzung dieser neuen Anforderungen.

Bei der Umsetzung der Lehrpläne durch Lernfelder (**Tabelle**) ist es sinnvoll, die Lernfeldinhalte in überschaubare fachpraktische Lernsituationen zu unterteilen. Dabei kann eine Gewichtung der ausgewählten Lernsituationen nach den Erfordernissen des Ausbildungsberufes und auch nach den zukünftigen Anforderungen des Ausbildungsbetriebes erfolgen. Eine mögliche Reihenfolge bei der Bearbeitung von Lernsituationen ist im **Bild** aufgezeigt.

Beispiele zu Lernsituationen:

- Lernfeld 1: Elektrotechnische Systeme analysieren und Funktionen prüfen, **Seite 352**.
- Lernfeld 2: Elektrische Installationen planen und ausführen, **Seite 354**.

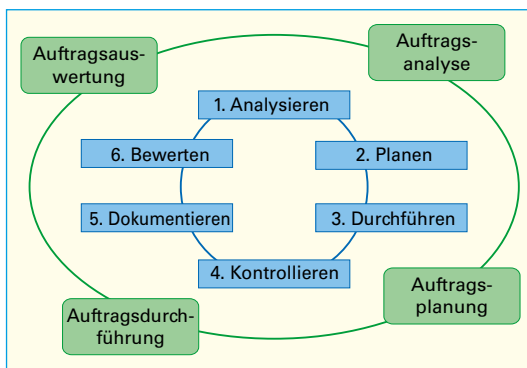


Bild: Arbeitsschritte einer Projektbearbeitung

Tabelle: Führer durch die Lernfelder der Grundstufe, Lernfeld 1 bis 4

Lernfeld	Elektroniker					Lernfeldinhalt (Beispiele)	Seitenhinweise
	EG ¹	MA ²	AT ³	BT ⁴	GS ⁵		
Grundstufe	1	x	x	x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitssicherheit 11 • Schaltzeichen, Schaltpläne 82 • Verbindungstechnik 52 • Messverfahren, Messen und Prüfen 202 • Elektronische Bauelemente 243
	2	x	x	x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> • Verlegen von Leitungen und Kabeln 33 • Leitungen und Kabel 23 • Installationsschaltungen 99 • Leitungsdimensionierung 74 • Schutzmaßnahmen 220
	3	x	x	x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> • Verbindungsprogrammierte Steuerungen .. 106 • Speicherprogrammierbare Steuerungen ... 116 • Aktoren, Sensoren 92, 116 • Ausführungen von Steuer- und Meldestromkreisen 106 • Schutzeinrichtungen 64
	4	x	x	x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> • Zweidraht-Bus-Sprechanlagen 146 • ISDN-Anlagen, DSL-Anlage 149 • Computertechnik 266

Elektroniker für ¹ EG: Energie- und Gebäudetechnik ² MA: Maschinen- und Antriebstechnik ³ AT: Automatisierungstechnik
⁴ BT: Betriebstechnik ⁵ GS: Geräte und Systeme, Systemelektroniker (Handwerk)

Tabelle: Führer durch die Lernfelder der Fachstufe I und II, Lernfeld 5 bis 13

Lernfeld	Elektroniker					Lernfeldinhalt (Beispiele)	Seitenhinweise	
	EG ¹	MA ²	AT ³	BT ⁴	GS ⁵			
Fachstufe I	5	x	x	x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> • Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Betriebsmitteln gewährleisten • Energieversorgung für Geräte und Systeme realisieren und deren Sicherheit gewährleisten 	<ul style="list-style-type: none"> • Netzsysteme 222 • Schutzeinrichtungen 64 • Schutzarten 220, 312 • Prüfen von Betriebsmitteln 301, 307 • Gleichrichter, Netzgeräte 252, 259
	6	x		x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> • Anlagen und Geräte analysieren und prüfen • Geräte und Baugruppen in Anlagen analysieren und prüfen • Elektrische Maschinen herstellen und prüfen • Elektronische Baugruppen von Geräten konzipieren, herstellen und prüfen 	<ul style="list-style-type: none"> • Geräte- und Anlagenprüfung 297 • Mess- und Prüfgeräte, Prüfprotokoll 202, 305 • Isolationswiderstände, Therm. Klassifizierung 345 • Bauteile der Elektronik 243 • Planung von Antrieben 311
	7	x		x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> • Steuerungen für Anlagen programmieren und realisieren • Betriebsverhalten elektrischer Maschinen analysieren • Baugruppen hard- und softwareseitig konfigurieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensoren, Aktoren 89, 116 • Gebäudesystemtechnik 171 • Steuerungstechnik 106 • Betriebsarten 313 • Elektrische Maschinen 311 • Kleinsteuerungen 114
	8	x		x	x	x	<ul style="list-style-type: none"> • Antriebssysteme auswählen und integrieren • Elektrische Maschinen und mechanische Komponenten integrieren • Geräte herstellen und prüfen 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Maschinen 311 • Bauformen, Betriebsarten von Elektromotoren 312 • Anlassverfahren elektrischer Maschinen, Drehzahlsteuerung 319, 322 • Schutzeinrichtungen 64
Fachstufe II	9	x		x		x	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsanlagen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren • Elektrische Maschinen in Stand setzen • Steuerungs- und Kommunikationssysteme integrieren • Gebäudetechnische Anlagen ausführen und in Betrieb nehmen • Geräte und Systeme warten, inspizieren und in Stand halten 	<ul style="list-style-type: none"> • Leitungen und Kabel 23 • Telekommunikationsanlagen 144 • Gefahrenmeldeanlagen 162 • Antennen-Empfangsanlagen 154 • DSL-Anschluss, All-IP-Anschluss 149, 150 • Smart-Home 152 • Computertechnik 266 • Instandsetzung elektrischer Maschinen 331
	10	x			x	x	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Anlagen der Haustechnik in Betrieb nehmen und in Stand halten • Steuerungen und Regelungen für elektrische Maschinen auswählen und anpassen • Automatisierungssysteme in Betrieb nehmen und übergeben • Energietechnische Anlagen errichten und in Stand halten • Fertigungsanlagen einrichten 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrogeräte, Kleingeräte 278 • Großgeräte 281 • Leuchtmittel für Innenräume 192 • Blitzschutz 177 • Verknüpfungssteuerungen 108 • Speicherprogrammierbare Steuerungen 116 • Unfallverhütungsvorschriften 12
	11	x		x		x	<ul style="list-style-type: none"> • Energietechnische Anlagen in Betrieb nehmen und in Stand setzen • Elektrische Maschinen in technische Systeme integrieren • Automatisierungssysteme in Stand halten und optimieren • Automatisierte Anlagen in Betrieb nehmen und in Stand halten • Prüfsysteme einrichten und anwenden 	<ul style="list-style-type: none"> • Netzsysteme 222 • Transformatoren, Schaltgruppen 334, 340 • Schutzpotenzialausgleich 125 • Hauptstromversorgungssystem 127 • Zählerplatz, Stromkreisverteiler 128, 129 • Fotovoltaikanlagen 198 • Gefahrenmeldeanlagen 162 • Wartung und Instandhaltung von Anlagen und Geräten 297, 301
	12	x		x		x	<ul style="list-style-type: none"> • Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren • Antriebssysteme in Stand halten • Automatisierungssysteme planen • Energietechnische Anlagen planen und realisieren • Geräte und Systeme planen und realisieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamenterder 126 • Elektrische Anlagen in Wohngebäuden 124 • Installation von Räumen besonderer Art 182 • Breitband-Kommunikationsanlagen 160 • Prüfen von Wicklungen 345 • Betriebsstörungen elektrischer Maschinen 332
	13	x		x		x	<ul style="list-style-type: none"> • Energie- und gebäudetechnische Anlagen in Stand halten und ändern • Antriebssysteme anpassen und optimieren • Automatisierungssysteme realisieren • Elektrotechnische Anlagen in Stand halten und ändern • Fertigungs- und Prüfsysteme in Stand halten 	<ul style="list-style-type: none"> • Schutzmaßnahmen 220 • Prüfen von Schutzmaßnahmen 233 • Prüfgeräte 235 • Prüfprotokolle 238, 305 • Betriebsarten elektrischer Maschinen 313

Elektroniker für ¹ EG: Energie- und Gebäudetechnik ² MA: Maschinen- und Antriebstechnik ³ AT: Automatisierungstechnik
⁴ BT: Betriebstechnik ⁵ GS: Geräte und Systeme, Systemelektroniker (Handwerk)

Rahmenlehrpläne können auch über die Internetadresse www.kmk.org eingesehen werden.

1	Unfall- und Arbeitssicherheit	11
1.1	Elektrische Energie und ihre Gefahren	11
1.1.1	Energiewirtschaftsgesetz	11
1.1.2	Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)	11
1.1.3	Unfallverhütung	12
1.1.4	VDE-Vorschriftenwerk	12
1.2	Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz	13
1.2.1	Gefahrstoffkennzeichnung	13
1.2.2	Sicherheitszeichen	13
1.3	Die fünf Sicherheitsregeln	15
1.4	Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen	17
1.4.1	Sicherheit beim Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlagenteilen	17
1.4.2	Sicherheit beim Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagenteilen	17
1.4.3	Sicherer Umgang mit Werkzeug und Gerät Praxistipp: Ausstattung einer Werkzeugtasche	18 19
1.4.4	Schutzkleidung, Schutzausrüstung Praxistipp: Schutzabstände zu spannungsführenden Teilen	21 22
2	Isolierte Leitungen und Kabel	23
2.1	Aufbau und Anforderungen an isolierte Leitungen und Kabel	23
2.2	Leitungen	25
2.3	Kabel	30
3	Verlegen von Leitungen und Kabeln	33
3.1	Grundsätze der Leitungsverlegung	33
3.2	Die klassischen Verlegearten	33
3.2.1	Leitungsverlegung auf Putz	33
3.2.2	Leitungsverlegung im Putz	37
3.2.3	Leitungsverlegung unter Putz	38
3.2.4	Leitungsverlegung in Installationsrohren	39
3.3	Elektroinstallation im Fertigbau	41
3.3.1	Leitungsverlegung im Beton	41
3.3.2	Leitungsverlegung in Hohlwänden	42
3.4	Leitungsverlegung in Installationskanälen	43
3.4.1	Verlegung in Leitungskanälen	43
3.4.2	Verlegung in Geräteeinbaukanälen	44
3.4.3	Verlegung in Sockelleistenkanälen	45
3.4.4	Verlegung in Aufbodenkanälen	45
3.5	Unterflur-Installationssysteme	45
3.5.1	Estrichüberdecktes Kanalsystem	46
3.5.2	Estrichbündiges Kanalsystem	46
3.5.3	Imbeton-Kanalsystem	46
3.5.4	Doppelboden-System	46
3.6	Brandschottung in elektrischen Anlagen	47
3.7	Verlegung auf Kabeltragegestellen Praxistipp: Mindesttrennabstände zwischen Stromversorgungs- und Kommunikationsleitungen	47 48
3.8	Verlegung im Erdreich	49
3.9	Verlegen von Freileitungen	50
3.10	Leitungsverlegung in Schaltschränken	51
3.10.1	Verlegung in Verdrahtungskanälen	51
3.10.2	Verlegung mit Aufsteckkämmen	51

4	Verbindungstechnik	52
4.1	Zurichten isolierter Leitungen	52
4.2	Schraubverbindungen	53
4.2.1	Arten von Schraubverbindungen	53
4.2.2	Schrauben, Muttern, Schraubenprofile und Schraubensicherungen	53
4.2.3	Lösen festsitzender Schraubverbindungen	54
4.2.4	Biegen von Ösen	55
4.3	Lötfreie Verbindungstechniken	56
4.3.1	Crimpen	56
4.3.2	Schneidklemmtechnik	57
4.3.3	Termi-Point-Verbindung	57
4.3.4	Wire-Wrap-Verbindung	57
4.3.5	Klemmenverbindungen	58
4.4	Weichlöten	60
5	Überlastschutz und Kurzschlusschutz	64
5.1	Schmelzsicherungen	64
5.1.1	Schraubsicherungssysteme	64
5.1.2	NH-Sicherungssystem	66
5.1.3	Betriebsklassen von Niederspannungssicherungen	67
5.1.4	Geräteschutzsicherungen	67
5.2	Leitungsschutzschalter	68
5.3	Brandschutzschalter (AFDD)	70
5.4	Schutz von Motorstromkreisen	71
5.4.1	Motorschutzschalter	71
5.4.2	Thermisches Überlastrelais	72
5.4.3	Motorschutz durch Thermistoren	73
5.5	Überstromschutz von fest verlegten Kabeln und isolierten Leitungen	74
5.5.1	Strombelastbarkeit von fest verlegten Kabeln und Leitungen	74
5.5.2	Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen Praxistipp: Leitungsdimensionierung	76 77
5.5.3	Überlastschutz von Kabeln und isolierten Leitungen	79
5.5.4	Kurzschlusschutz von Kabeln und isolierten Leitungen	79
5.6	Oberschwingungen	81
6	Bauteile und Schaltungen der Energietechnik	82
6.1	Technische Unterlagen	82
6.1.1	Betriebsmittelkennzeichnung	82
6.1.2	Schaltungsunterlagen	82
6.2	Stecksysteme	84
6.2.1	Zweipolige Steckvorrichtungen mit und ohne Schutzkontakt	84
6.2.2	Herstellen einer Schutzkontakt-Verlängerungsleitung	86
6.2.3	Perilex-Steckvorrichtungen	86
6.2.4	Kragensteckvorrichtungen	87
6.3	Befehls- und Meldegeräte	89
6.3.1	Schalter und Taster	89
6.3.2	Installationsschalter	90
6.3.3	Drucktaster und Leuchtmelder	91

6.3.4	Positionsschalter	91	Praxistipp: Planen eines Zählerschranks	130
6.3.5	Näherungsschalter	92	Praxistipp: Zählerschrank mit Stromkreisverteiler und Multimediefeld	132
6.3.6	Schalter für Maschinen und Anlagen	93		
6.4	Elektromagnetische Schalter	94	7.4 Wohnungsinstallation	135
6.4.1	Relais	94	7.4.1 Elektroinstallation im Wohnbereich	135
6.4.2	Zeitrelais	96	7.4.2 Elektroinstallation in Decken und Fußböden	136
6.4.3	Schütze	97	7.4.3 Leitungsführung in Wänden außerhalb von Gebäuden	137
6.5	Installationsschaltungen	99	7.4.4 Elektroinstallation in der Küche	138
6.5.1	Installationsschaltungen mit Schaltern	99	7.4.5 Installationsformen	139
6.5.2	Beleuchtung und Betriebszustandsanzeige bei Installationsschaltern	102	7.4.6 Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche	140
6.5.3	Installationsschaltungen mit elektromagnetischen Schaltern	103	Praxistipp: Ausstattungsumfang in Wohngebäuden	142
6.5.4	Bewegungsmelder	105	7.5 Telekommunikationsanlagen	144
6.5.5	Netzfreischalter	105	7.5.1 Hausrufanlagen	144
6.6	Steuer- und Meldestromkreise mit Relais oder Schütz	106	7.5.2 Haussprechanlagen	144
6.6.1	Betriebsbedingungen und Ausführung von Steuer- und Meldestromkreisen	106	7.5.3 Errichten von Telekommunikationsanlagen	147
6.6.2	Grundsaltungen mit Schützen	108	7.5.4 Analog-Anschluss	148
6.6.3	Folge- und Verriegelungsschaltung	108	7.5.5 DSL-Anschluss	149
6.6.4	Wendeschützschtaltung	109	7.5.6 All-IP-Anschluss	150
6.6.5	Stern-Dreieck-Schaltung	110	7.5.7 ISDN am All-IP-Anschluss	151
	Praxistipp: Stromlaufpläne lesen	111	7.5.8 VoIP am All-IP-Anschluss	151
6.6.6	Dahlanderschaltung	112	7.5.9 Smart Home	152
6.6.7	Klemmenplan	113	Praxistipp: Smart Home einrichten	153
6.7	Kleinsteuerungen	114	7.6 Antennen-Empfangs- und Verteilanlagen	154
6.7.1	Aufbau, Einbau und Anschluss	114	7.6.1 Antennenanlagen für terrestrischen Empfang	154
6.7.2	Programmierung	115	7.6.2 Satelliten-Empfangsanlagen	157
6.8	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	116	7.6.3 Digitale terrestrische Empfangsanlagen	159
6.8.1	Aufbau einer SPS	116	7.6.4 Breitband-Kommunikationsanlagen (BK-Anlagen)	160
6.8.2	Anschluss einer SPS	116	Praxistipp: Baugruppen und Anforderungen zum digitalen Sat-Empfang	161
6.8.3	Arbeitsweise einer speicherprogrammierbaren Steuerung	117	7.7 Gefahrenmeldeanlagen	162
6.8.4	Programmierung einer speicherprogrammierbaren Steuerung	117	7.7.1 Allgemeine Festlegungen	162
6.8.5	Sicherheitstechnische Anforderungen an speicherprogrammierbare Steuerungen (DIN EN 60204-1/VDE 0113-1)	118	7.7.2 Brandmeldeanlagen	163
6.8.6	Strukturierte Programmierung	119	7.7.3 Einbruchmeldeanlagen	166
6.8.7	Anwendungsbeispiel	120	7.7.4 Überfallmeldeanlagen	169
6.8.8	Bibliotheksfähige Bausteine	122	Praxistipp: Auswahl, Montage und Wartung von Rauchwarnmeldern	170
7	Elektrische Anlagen in Wohngebäuden	124	7.8 Gebäudesystemtechnik	171
7.1	Hausanschluss	124	7.8.1 KNX-System	171
7.1.1	Kabelanschluss	124	7.8.2 KNX-Powernet	175
7.1.2	Hausanschlussraum	124	8	Blitzschutz
7.1.3	Hausanschlusswand	125	8.1 Äußerer Blitzschutz	177
7.1.4	Hausanschlussnische	125	8.2 Innerer Blitzschutz	179
7.2	Schutzpotenzialausgleich in Wohngebäuden	125	8.3 Trennungsabstand	181
7.2.1	Fundamenterder	126	8.4 Prüfen der Blitzschutzsysteme	181
7.2.2	Ausführung des Schutzpotenzialausgleichs	126	9	Sonderinstallationen
7.3	Hauptstromversorgungssysteme	127	9.1 Elektroinstallation in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten	182
7.3.1	Hauptleitungen	127	9.2 Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten	184
7.3.2	Zählerplätze	128	9.3 Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen	185
7.3.3	Steuerleitungen	129	9.4 Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen	188
7.3.4	Stromkreisverteiler	129		

9.5 Elektrische Anlagen auf Baustellen 191

9.6 Leuchtmittel für Innenräume 192

9.6.1 Schaltungen von Leuchtstofflampen 194

9.6.2 Niedervolt-Halogentechnik 195

9.6.3 LED-Beleuchtung 197

9.7 Fotovoltaikanlagen 198

Praxistipp: Komponenten einer Fotovoltaikanlage auswählen 200

10 Messen in elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln 202

10.1 Messen und Prüfen 202

10.2 Begriffe der Messtechnik 203

10.3 Analoge und digitale Anzeige 203

10.4 Messwerke 204

10.5 Messfehler 204

10.6 Messen von Stromstärke, Spannung und Widerstand 206

10.7 Messen mit Vielfach-Messinstrumenten .. 210

10.8 Messkategorien, Messen nichtsinusförmiger Wechselgrößen 211

10.9 Messen der elektrischen Leistung 212

10.10 Messen der elektrischen Arbeit 213

Praxistipp: Messen von Strom und Spannung 215

10.11 Messen mit dem Oszilloskop 216

10.11.1 Inbetriebnahme eines digitalen Oszilloskops 216

10.11.2 Messen von Spannungen 217

10.11.3 Messen der Frequenz 218

10.11.4 Messen von Strömen 218

10.11.5 Messen der Phasenverschiebung 218

10.11.6 Kennlinienaufnahme mit dem Oszilloskop 219

11 Schutzmaßnahmen 220

11.1 Auswahl der Betriebsmittel 220

11.2 Schutz gegen elektrischen Schlag 221

11.3 Drehstromsysteme 222

11.4 Anforderungen an den Basisschutz 223

11.4.1 Basisschutz unter normalen Bedingungen ... 223

11.4.2 Basisschutz unter besonderen Bedingungen 223

11.5 Anforderungen an den Fehlerschutz ... 224

11.6 Schutz durch automatische Abschaltung im TN-, TT- und IT-System 225

11.6.1 TN-System 225

11.6.2 TT-System 226

11.6.3 IT-System 226

11.7 Doppelte oder verstärkte Isolierung 228

11.8 Schutztrennung 228

11.9 Schutz durch Kleinspannung 229

11.10 Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) 229

11.10.1 Funktion von Fehlerstrom-Schutz-einrichtungen (RCDs) 230

11.10.2 Differenzstrom-Schutzeinrichtungen 231

11.11 Besondere Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur durch Elektrofachkräfte betrieben und überwacht werden 232

11.12 Prüfen der Schutzmaßnahmen 233

11.12.1 Prüfen durch Besichtigen 233

11.12.2 Prüfen durch Erproben und Messen 233

11.12.3 Prüfen durch Messen an Drehstromsystemen 234

11.12.4 Prüfen von RCDs 236

11.12.5 Prüfen bei Kleinspannung und Schutztrennung 236

11.12.6 Isolationswiderstand in nicht leitender Umgebung 237

11.12.7 Wiederkehrende Prüfungen 238

Praxistipp: Wiederkehrende Prüfung elektrischer Anlagen in Wohngebäuden .. 239

11.12.8 Prüfen der elektrischen Ausrüstung von Maschinen 241

12 Schaltungen und Bauteile der Elektronik 243

12.1 Gedruckte Schaltungen 243

12.1.1 Aufbau der Leiterplatte 243

12.1.2 Herstellen gedruckter Schaltungen 243

Praxistipp: Bau eines Durchgangsprüfers 244

12.1.3 Zurichten elektronischer Bauelemente ... 245

12.1.4 SMD-Technik 246

12.2 Widerstände 247

12.2.1 Festwiderstände 247

12.2.2 Einstellbare Widerstände 248

12.2.3 Nichtlineare Widerstände 248

12.2.4 Prüfen von Widerständen 249

12.3 Kondensatoren 249

12.3.1 Kennzeichnung und Abmessungen von Kondensatoren 250

12.3.2 Prüfen von Kondensatoren 250

12.4 Halbleiterbauelemente 251

12.4.1 Dioden 251

12.4.2 Gleichrichterschaltungen 252

12.4.3 Z-Dioden (Begrenzerdioden) 254

12.4.4 Transistoren 255

12.4.5 Spannungsstabilisierungen 259

12.4.6 Thyristoren 260

12.4.7 Triacs 261

12.4.8 Diac 262

12.4.9 Kühlung von Halbleiterbauelementen ... 263

12.4.10 Optoelektronische Bauelemente 264

12.4.11 Integrierte Schaltungen (IC) 265

13 Computertechnik 266

13.1 Bestandteile und Funktionsweise eines Computers 266

13.2 Hardware für Personal-Computer (PC) ... 267

13.2.1 Chipsatz eines PC 267

13.2.2 Mainboard 268

13.2.3 Mikroprozessor und Arbeitsspeicher 268

13.2.4 Schnittstellen und Anschlüsse 269

13.2.5 Peripherie 270

13.3 Software für Personal-Computer 272

13.4 Computer-Netzwerke 273

13.4.1 Netzwerkverbindung 273

13.4.2 Netzwerkeinstellungen 274