

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	

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	18
	Praxistipp: Ausstattung einer Werkzeugtasche	19
1.4.4	Schutzkleidung, Schutzausrüstung	21
	Praxistipp: Schutzabstände zu spannungsführenden Teilen	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	47
	Praxistipp: Mindesttrennabstände zwischen Stromversorgungs- und Kommunikationsleitungen	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	76
	Praxistipp: Leitungsdimensionierung	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
7.1.4	Hausanschlussnische	125	8.2	Innerer Blitzschutz
7.2	Schutzpotenzialausgleich in Wohngebäuden	125	8.3	Trennungsabstand
7.2.1	Fundamenterder	126	8.4	Prüfen der Blitzschutzsysteme
7.2.2	Ausführung des Schutzpotenzialausgleichs	126	9	Sonderinstallationen
7.3	Hauptstromversorgungssysteme	127	9.1	Elektroinstallation in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten
7.3.1	Hauptleitungen	127	9.2	Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten
7.3.2	Zählerplätze	128	9.3	Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen
7.3.3	Steuerleitungen	129	9.4	Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen
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

13.4.3	Netzwerkdrucker einrichten	275
13.4.4	Internetzugang einrichten	275
13.4.5	WLAN	276
	Praxistipp: Lokales Netzwerk (LAN) installieren.....	277

14 Elektrogeräte..... 278

14.1 Kleingeräte	278
14.1.1 Trocken- und Dampfbügeleisen.....	278
14.1.2 Haartrockner und Handrührgeräte	279
14.1.3 Funkentstörung bei Kleingeräten.....	280
14.2 Großgeräte	281
14.2.1 Elektroherd	281
14.2.2 Mikrowellengerät.....	284
14.2.3 Waschmaschinen.....	285
14.2.4 Wäschetrockner	286
14.2.5 Geschirrspülmaschine.....	287
14.2.6 Kühlgeräte.....	288
14.2.7 Geräte zur Warmwasserversorgung.....	289
14.3 Elektrische Raumheizung	293

15 Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten..... 297

15.1 Fehlerarten	297
15.2 Fehlersuche in elektrischen Anlagen	298
15.2.1 Mechanische Fehler.....	298
15.2.2 Leiterunterbrechungen	298
15.2.3 Auffinden von Kurzschlüssen.....	299
15.2.4 Auffinden von Körperschlüssen, Erdschlüssen und Leiterschlüssen.....	300
15.3 Fehlersuche in elektrischen Geräten.....	301
15.3.1 Systematische Fehlersuche	301
15.3.2 Fehlerarten und Fehlerursachen in elektrischen Geräten	302
15.3.3 Fehlersuche am Beispiel einer Kochplatte	302
15.4 Instand setzen von Elektrogeräten	303
15.5 Prüfen von instand gesetzten Elektrogeräten	307
15.5.1 Sichtprüfung.....	307
15.5.2 Schutzleiterprüfung	307
15.5.3 Messen des Isolationswiderstandes	308
15.5.4 Messen des Schutzleiterstromes und des Berührungsstromes	308
15.5.5 Alternative Methode	309
15.5.6 Funktionsprüfung.....	309
Praxistipp: Prüfen netzbetriebener Elektrogeräte.....	310

16 Elektrische Maschinen..... 311

16.1 Planung von Antrieben	311
16.1.1 Eigenschaften von Motoren	311
16.1.2 Schutzarten von Motoren	312
16.1.3 Betriebsarten	313
16.2 Drehstrom-Asynchronmotoren	314
16.2.1 Kurzschlussläufer-Motoren.....	314
16.2.2 Eigenschaften von Asynchronmotoren.....	316

16.2.3 Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifringläufer.....	318
16.2.4 Polumschaltbare Asynchronmotoren	318
16.2.5 Drehstrommotoren an Wechselspannung	320
Praxistipp: Anschließen eines Drehstrom-Asynchronmotors.....	321
16.2.6 Drehzahlsteuerung bei Drehstrommotoren	322
16.3 Einphasenwechselstrommotoren	324
16.3.1 Wechselstrommotoren mit Kurzschlussläufer.....	324
16.3.2 Spaltpolmotoren	325
16.3.3 Universalmotoren	325
16.4 Gleichstrommotoren.....	326
16.4.1 Aufbau und Wirkungsweise.....	326
16.4.2 Fremderregter Motor.....	327
16.4.3 Nebenschlussmotor.....	327
16.4.4 Reihenschlussmotor	327
16.4.5 Doppelschlussmotor	328
16.4.6 Drehzahlsteuerung und Drehrichtungsumkehr bei Gleichstrommotoren.....	328
16.5 Servomotoren	329
16.5.1 Gleichstromservomotoren	329
16.5.2 Drehstromservomotoren	330
16.6 Wartung und Pflege von Elektromotoren	331
16.7 Betriebsstörungen bei Gleichstrommotoren	333
16.8 Transformatoren	334
16.8.1 Aufbau und Wirkungsweise	334
16.8.2 Bauarten von Transformatoren	334
16.8.3 Betriebsbedingungen von Transformatoren	335
16.8.4 Dimensionierung von Transformatoren	338
16.8.5 Drehstromtransformatoren.....	340
16.9 Wicklungen von Transformatoren und Elektromotoren	341
16.9.1 Wickeln und isolieren von Kleintransformatoren	341
16.9.2 Sicherheitsprüfung von Kleintransformatoren	342
16.9.3 Wicklungen von Gleichstrommaschinen	343
16.9.4 Wicklungen von Drehstrommaschinen.....	344
16.9.5 Herstellen von Wicklungen.....	344
16.9.6 Isolieren von Wicklungen	344
16.9.7 Prüfen von Wicklungen.....	345

17 Primärelemente und Sekundärelemente..... 347

17.1 Primärelemente (Trockenelemente)	347
17.2 Sekundärelemente	348
17.3 Ladetechniken von Akkumulatoren	350

18 Projektbearbeitung..... 351

Lernsituation 1: Drehfeldrichtungsanzeiger.....	352
Lernsituation 2: Elektroinstallation eines Hausanschlussraumes.....	354
Projektbeschreibung	354
Arbeitsschritte bei der Projektbearbeitung.....	354
Bildquellenverzeichnis	357
Sachwortverzeichnis Deutsch – Englisch.....	358