

1	Unfall- und Arbeitssicherheit	11	4	Verbindungstechnik	49
1.1	Elektrische Energie und ihre Gefahren	11	4.1	Zurichten isolierter Leitungen	49
1.1.1	Energiewirtschaftsgesetz	11	4.2	Schraubverbindungen	50
1.1.2	Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)	11	4.2.1	Arten von Schraubverbindungen	50
1.1.3	Unfallverhütung	12	4.2.2	Schrauben, Muttern, Schraubenprofile und Schraubensicherungen	50
1.1.4	VDE-Vorschriftenwerk	12	4.2.3	Lösen festsitzender Schraubverbindungen	51
1.2	Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz	13	4.2.4	Biegen von Ösen	52
1.2.1	Gefahrstoffkennzeichnung	13	4.3	Lötfreie Verbindungstechniken	53
1.2.2	Sicherheitszeichen	13	4.3.1	Crimpen	53
1.3	Die fünf Sicherheitsregeln	15	4.3.2	Schneidklemmtechnik	54
1.4	Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen	17	4.3.3	Termi-Point-Verbindung	54
1.4.1	Sicherheit beim Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlagenteilen	17	4.3.4	Wire-Wrap-Verbindung	54
1.4.2	Sicherheit beim Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagenteilen	17	4.3.5	Klemmenverbindungen	55
1.4.3	Sicherer Umgang mit Werkzeug und Gerät	18	4.4	Weichlöten	57
1.4.4	Schutzkleidung, Schutzausrüstung	19			
	Praxistipp: Schutzabstände zu spannungs- führenden Teilen	20	5	Überlastschutz und Kurzschluss- schutz	61
2	Isolierte Leitungen und Kabel	21	5.1	Schmelzsicherungen	61
2.1	Aufbau und Anforderungen an isolierte Leitungen und Kabel	21	5.1.1	Schraubsicherungssysteme	61
2.2	Leitungen	23	5.1.2	NH-Sicherungssystem	63
2.3	Kabel	28	5.1.3	Betriebsklassen von Niederspannungs- sicherungen	64
			5.1.4	Geräteschutzsicherungen	64
3	Verlegen von Leitungen und Kabeln	31	5.2	Leitungsschutzschalter	65
3.1	Grundsätze der Leitungsverlegung	31	5.3	Brandschutzschalter (AFDD)	67
3.2	Die klassischen Verlegearten	31	5.4	Überlastschutz von Asynchronmotoren	68
3.2.1	Leitungsverlegung auf Putz	31	5.4.1	Motorschutzschalter	68
3.2.2	Leitungsverlegung im Putz	35	5.4.2	Thermisches Überlastrelais	69
3.2.3	Leitungsverlegung unter Putz	36	5.4.3	Motorschutz durch Thermistoren	70
3.2.4	Leitungsverlegung in Installationsrohren	37	5.5	Überstromschutz von fest verlegten Kabeln und isolierten Leitungen	71
3.3	Elektroinstallation im Fertigbau	39	5.5.1	Strombelastbarkeit von fest verlegten Kabeln und Leitungen	71
3.3.1	Leitungsverlegung im Beton	39	5.5.2	Zuordnung von Überstrom- Schutzeinrichtungen	73
3.3.2	Leitungsverlegung in Hohlwänden	40		Praxistipp: Leitungsdimensionierung	74
3.4	Leitungsverlegung in Installationskanälen	41	5.5.3	Überlastschutz von Kabeln und isolierten Leitungen	76
3.4.1	Verlegung in Leitungskanälen	41	5.5.4	Kurzschlusschutz von Kabeln und isolierten Leitungen	76
3.4.2	Verlegung in Geräteeinbaukanälen	42	5.6	Oberschwingungen	78
3.4.3	Verlegung in Sockelleistenkanälen	43	6	Bauteile und Schaltungen der Energietechnik	79
3.4.4	Verlegung in Aufbodenkanälen	43	6.1	Technische Unterlagen	79
3.5	Unterflur-Installationssysteme	43	6.1.1	Betriebsmittelkennzeichnung	79
3.5.1	Estrichüberdecktes Kanalsystem	44	6.1.2	Schaltungsunterlagen	79
3.5.2	Estrichbündiges Kanalsystem	44	6.2	Stecksysteme	81
3.5.3	Imbeton-Kanalsystem	44	6.2.1	Zweipolige Steckvorrichtungen mit und ohne Schutzkontakt	81
3.5.4	Doppelboden-System	44	6.2.2	Herstellen einer Schutzkontakt- Verlängerungsleitung	83
3.6	Brandschottung in elektrischen Anlagen	45	6.2.3	Perilex-Steckvorrichtungen	83
3.7	Verlegung auf Kabeltragegestellen	45	6.2.4	Kragensteckvorrichtungen	84
	Praxistipp: Mindesttrennabstände zwischen Stromversorgungs- und Kommunikationsleitungen	46	6.3	Befehls- und Meldegeräte	86
3.8	Verlegung im Erdreich	47	6.3.1	Schalter und Taster	86
3.9	Verlegen von Freileitungen	48	6.3.2	Installationsschalter	87
			6.3.3	Drucktaster und Leuchtmelder	88

6.3.4	Positionsschalter	88
6.3.5	Näherungsschalter	89
6.3.6	Schalter für Maschinen und Anlagen	90
6.4	Elektromagnetische Schalter	91
6.4.1	Relais	91
6.4.2	Zeitrelais	93
6.4.3	Schütze	94
6.5	Installationsschaltungen	96
6.5.1	Installationsschaltungen mit Schaltern	96
6.5.2	Beleuchtung und Betriebszustandsanzeige bei Installationsschaltern	99
6.5.3	Installationsschaltungen mit elektromagnetischen Schaltern	100
6.5.4	Bewegungsmelder	101
6.5.5	Netzfreischalter	101
6.6	Steuer- und Meldestromkreise mit Relais oder Schütz	102
6.6.1	Betriebsbedingungen und Ausführung von Steuer- und Meldestromkreisen	102
6.6.2	Grundsaltungen mit Schützen	104
6.6.3	Folge- und Verriegelungsschaltung	104
6.6.4	Stern-Dreieck-Schaltung	105
	Praxistipp: Stromlaufpläne lesen	106
6.6.5	Dahlanderschaltung	107
6.6.6	Klemmenplan	108
6.7	Kleinsteuerungen	109
6.7.1	Aufbau, Einbau und Anschluss	109
6.7.2	Programmierung	110
6.8	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	111
6.8.1	Aufbau einer SPS	111
6.8.2	Anschluss einer SPS	111
6.8.3	Arbeitsweise einer speicherprogrammierbaren Steuerung	112
6.8.4	Programmierung einer speicherprogrammierbaren Steuerung	112
6.8.5	Sicherheitstechnische Anforderungen an speicherprogrammierbare Steuerungen (DIN EN 60204-1/VDE 0113-1)	113
6.8.6	Strukturierte Programmierung	114
6.8.7	Anwendungsbeispiel	115
6.8.8	Bibliotheksfähige Bausteine	117

7

Elektrische Anlagen in Wohngebäuden **119**

7.1	Hausanschluss	119
7.1.1	Kabelanschluss	119
7.1.2	Hausanschlussraum	119
7.1.3	Hausanschlusswand	120
7.1.4	Hausanschlussnische	120
7.2	Schutzpotenzialausgleich in Wohngebäuden	120
7.2.1	Fundamenterder	121
7.2.2	Ausführung des Schutzpotenzialausgleichs	121
7.3	Hauptstromversorgungssysteme	122
7.3.1	Hauptleitungen	122
7.3.2	Zählerplätze	123
7.3.3	Steuerleitungen	124
7.3.4	Stromkreisverteiler	124

	Praxistipp: Planen eines Zählerschranks	125
7.4	Wohnungsinstallation	127
7.4.1	Elektroinstallation im Wohnbereich	127
7.4.2	Elektroinstallation in Decken und Fußböden	128
7.4.3	Leitungsführung in Wänden außerhalb von Gebäuden	129
7.4.4	Elektroinstallation in der Küche	130
7.4.5	Installationsformen	131
7.4.6	Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche	132
	Praxistipp: Ausstattungsumfang in Wohngebäuden	134
7.5	Telekommunikationsanlagen	136
7.5.1	Hausrufanlagen	136
7.5.2	Haussprechanlagen	136
7.5.3	Errichten von Telekommunikationsanlagen	139
7.5.4	Analog-Anschluss	140
7.5.5	DSL-Anschluss	141
7.5.6	All-IP-Anschluss	142
7.5.7	ISDN am All-IP-Anschluss	143
7.5.8	VoIP am All-IP-Anschluss	143
7.5.9	Smart-Home	144
7.6	Antennen-Empfangsanlagen	145
7.6.1	Antennenanlagen für terrestrischen Empfang	145
7.6.2	Satelliten-Empfangsanlagen	148
7.6.3	Digitale terrestrische Empfangsanlagen	150
7.6.4	Breitband-Kommunikationsanlagen (BK-Anlagen)	151
	Praxistipp: Baugruppen und Anforderungen zum digitalen Sat-Empfang	152
7.7	Gefahrenmeldeanlagen	153
7.7.1	Allgemeine Festlegungen	153
7.7.2	Brandmeldeanlagen	154
7.7.3	Einbruchmeldeanlagen	157
7.7.4	Überfallmeldeanlagen	160
	Praxistipp: Auswahl, Montage und Wartung von Rauchwarnmeldern	161
7.8	Gebäudesystemtechnik	162
7.8.1	KNX-System	162
7.8.2	KNX-Powernet	165

8

Blitzschutz **167**

8.1	Äußerer Blitzschutz	167
8.2	Innerer Blitzschutz	169
8.3	Trennungsabstand	171
8.4	Prüfen der Blitzschutzsysteme	171

9

Sonderinstallationen **172**

9.1	Elektroinstallation in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten	172
9.2	Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten	174
9.3	Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen	175
9.4	Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen	178

9.5 Elektrische Anlagen auf Baustellen 181

9.6 Leuchtmittel für Innenräume 182

9.6.1 Schaltungen von Leuchtstofflampen..... 184

9.6.2 Niedervolt-Halogenentechnik 185

9.6.3 LED-Beleuchtung 187

9.7 Fotovoltaikanlagen 188

Praxistipp: Komponenten einer Fotovoltaikanlage auswählen 190

10 Messen in elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln 192

10.1 Messen und Prüfen 192

10.2 Begriffe der Messtechnik 193

10.3 Analoge und digitale Anzeige 193

10.4 Messwerke 194

10.5 Messfehler 194

10.6 Messen von Stromstärke, Spannung und Widerstand 196

10.7 Messen mit Vielfach-Messinstrumenten 201

10.8 Messkategorien, Messen nichtsinusförmiger Wechselgrößen 202

10.9 Messen der elektrischen Leistung 203

10.10 Messen der elektrischen Arbeit 204

Praxistipp: Messen von Strom und Spannung 206

10.11 Messen mit dem Oszilloskop 207

10.11.1 Inbetriebnahme eines digitalen Oszilloskops. 207

10.11.2 Spannungsmessungen 208

10.11.3 Messen der Frequenz und der Zeit 209

10.11.4 Messen von Strömen 209

10.11.5 Messen der Phasenverschiebung 209

10.11.6 Kennlinienaufnahme 210

11 Schutzmaßnahmen 211

11.1 Auswahl der Betriebsmittel 211

11.2 Schutz gegen elektrischen Schlag 212

11.3 Drehstromsysteme 213

11.4 Anforderungen an den Basisschutz 214

11.4.1 Basisschutz unter normalen Bedingungen . 214

11.4.2 Basisschutz unter besonderen Bedingungen 214

11.5 Anforderungen an den Fehlerschutz 215

11.6 Schutz durch automatische Abschaltung im TN-, TT- und IT-System 216

11.6.1 TN-System 216

11.6.2 TT-System 217

11.6.3 IT-System 217

11.7 Doppelte oder verstärkte Isolierung 219

11.8 Schutztrennung 219

11.9 Schutz durch Kleinspannung 220

11.10 Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) 220

11.10.1 Funktion von Fehlerstrom-Schutz-einrichtungen (RCDs)..... 221

11.10.2 Differenzstrom-Schutzeinrichtungen..... 222

11.11 Besondere Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur durch Elektrofachkräfte betrieben und überwacht werden 223

11.12 Prüfen der Schutzmaßnahmen 224

11.12.1 Prüfen durch Besichtigen 224

11.12.2 Prüfen durch Erproben und Messen 224

11.12.3 Prüfen durch Messen an Drehstromsystemen..... 225

11.12.4 Prüfen von RCDs 227

11.12.5 Prüfen bei Kleinspannung und Schutztrennung 227

11.12.6 Isolationswiderstand in nicht leitender Umgebung 228

11.12.7 Wiederkehrende Prüfungen 229

Praxistipp: Wiederkehrende Prüfung elektrischer Anlagen in Wohngebäuden .. 230

11.12.8 Prüfen der elektrischen Ausrüstung von Maschinen..... 232

12 Schaltungen und Bauteile der Elektronik 234

12.1 Gedruckte Schaltungen 234

12.1.1 Aufbau der Leiterplatte 234

12.1.2 Herstellen gedruckter Schaltungen 234

12.1.3 Erstellen einer Leiterplatte am Beispiel eines Durchgangsprüfers 235

12.1.4 Zurichten elektronischer Bauelemente ... 236

12.1.5 SMD-Technik 237

12.2 Widerstände 239

12.2.1 Festwiderstände 239

12.2.2 Einstellbare Widerstände 240

12.2.3 Nichtlineare Widerstände 240

12.2.4 Prüfen von Widerständen 241

12.3 Kondensatoren 241

12.3.1 Kennzeichnung und Abmessungen von Kondensatoren 242

12.3.2 Prüfen von Kondensatoren 242

12.4 Halbleiterbauelemente 243

12.4.1 Dioden 243

12.4.2 Gleichrichterschaltungen 244

12.4.3 Z-Dioden (Begrenzerdioden)..... 246

12.4.4 Transistoren 247

12.4.5 Spannungsstabilisierungen 251

12.4.6 Thyristoren 252

12.4.7 Triacs 253

12.4.8 Diac 254

12.4.9 Kühlung von Halbleiterbauelementen ... 255

12.4.10 Optoelektronische Bauelemente 256

12.4.11 Integrierte Schaltungen (IC) 257

13 Computertechnik 258

13.1 Bestandteile und Funktionsweise eines Computers 258

13.2 Hardware für Personal-Computer (PC) ... 259

13.2.1 Chipsatz eines PC 259

13.2.2 Mainboard 260

13.2.3 Mikroprozessor und Arbeitsspeicher 260

13.2.4 Schnittstellen und Anschlüsse 261

13.2.5 Peripherie 262

13.3 Software für Personal-Computer 264

13.4 Computer-Netzwerke 265

13.4.1 Netzwerkverbindung 265

13.4.2 Netzwerkeinstellungen 266

13.4.3	Netzwerkdrucker einrichten	267
13.4.4	Internetzugang einrichten	267
13.4.5	WLAN	268
	Praxistipp: Lokales Netzwerk (LAN) installieren	269

14 Elektrogeräte 270

14.1 Kleingeräte	270
14.1.1 Trocken- und Dampfbügeleisen	270
14.1.2 Haartrockner und Handrührgeräte	271
14.1.3 Funkentstörung bei Kleingeräten	272
14.2 Großgeräte	273
14.2.1 Elektroherd	273
14.2.2 Mikrowellengerät	276
14.2.3 Waschmaschinen	277
14.2.4 Wäschetrockner	278
14.2.5 Geschirrspülmaschine	279
14.2.6 Kühlgeräte	280
14.2.7 Geräte zur Warmwasserversorgung	281
14.3 Elektrische Raumheizung	285

15 Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten 289

15.1 Fehlerarten	289
15.2 Fehlersuche in elektrischen Anlagen	290
15.2.1 Mechanische Fehler	290
15.2.2 Leiterunterbrechungen	290
15.2.3 Auffinden von Kurzschlüssen	291
15.2.4 Auffinden von Körperschlüssen, Erdschlüssen und Leiterschlüssen	292
15.3 Fehlersuche in elektrischen Geräten	293
15.3.1 Systematische Fehlersuche	293
15.3.2 Fehlerarten und Fehlerursachen in elektrischen Geräten	294
15.3.3 Fehlersuche am Beispiel einer Kochplatte	294
15.4 Instand setzen von Elektrogeräten	295
15.5 Prüfen von instand gesetzten Elektrogeräten	299
15.5.1 Sichtprüfung	299
15.5.2 Schutzleiterprüfung	299
15.5.3 Messen des Isolationswiderstandes	300
15.5.4 Messen des Schutzleiterstromes und des Berührungsstromes	300
15.5.5 Ersatz-Ableitstrommessung	301
15.5.6 Funktionsprüfung	301
Praxistipp: Prüfen netzbetriebener Elektrogeräte	302

16 Elektrische Maschinen 303

16.1 Planung von Antrieben	303
16.1.1 Eigenschaften von Motoren	303
16.1.2 Schutzarten von Motoren	304
16.1.3 Betriebsarten	305
16.2 Drehstrom-Asynchronmotoren	306
16.2.1 Kurzschlussläufer-Motoren	306
16.2.2 Eigenschaften von Asynchronmotoren	308

16.2.3 Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifringläufer	310
16.2.4 Polumschaltbare Asynchronmotoren	310
16.2.5 Drehstrommotoren an Wechselspannung	312
Praxistipp: Anschließen eines Drehstrom-Asynchronmotors	313
16.2.6 Drehzahlsteuerung bei Drehstrommotoren	314
16.3 Einphasenwechselstrommotoren	316
16.3.1 Wechselstrommotoren mit Kurzschlussläufer	316
16.3.2 Spaltpolmotoren	317
16.3.3 Universalmotoren	317
16.4 Gleichstrommotoren	318
16.4.1 Aufbau und Wirkungsweise	318
16.4.2 Fremderregter Motor	319
16.4.3 Nebenschlussmotor	319
16.4.4 Reihenschlussmotor	319
16.4.5 Doppelschlussmotor	320
16.4.6 Drehzahlsteuerung und Drehrichtungsumkehr bei Gleichstrommotoren	320
16.5 Servomotoren	321
16.5.1 Gleichstromservomotoren	321
16.5.2 Drehstromservomotoren	322
16.6 Wartung und Pflege von Elektromotoren	323
16.7 Betriebsstörungen bei Gleichstrommotoren	325
16.8 Transformatoren	326
16.8.1 Aufbau und Wirkungsweise	326
16.8.2 Bauarten von Transformatoren	326
16.8.3 Betriebsbedingungen von Transformatoren	327
16.8.4 Dimensionierung von Transformatoren	330
16.8.5 Drehstromtransformatoren	332
16.9 Wicklungen von Transformatoren und Elektromotoren	333
16.9.1 Wickeln und isolieren von Kleintransformatoren	333
16.9.2 Sicherheitsprüfung von Kleintransformatoren	334
16.9.3 Wicklungen von Gleichstrommaschinen	335
16.9.4 Wicklungen von Drehstrommaschinen	336
16.9.5 Herstellen von Wicklungen	336
16.9.6 Isolieren von Wicklungen	336
16.9.7 Prüfen von Wicklungen	337

17 Primärelemente und Sekundärelemente 339

17.1 Primärelemente (Trockenelemente)	339
17.2 Sekundärelemente	340
17.3 Ladetechniken von Akkumulatoren	342

18 Projektbearbeitung 343

Lernsituation 1: Drehfeldrichtungsanzeiger	344
Lernsituation 2: Elektroinstallation eines Hausanschlussraumes	346
Projektbeschreibung	346
Arbeitsschritte bei der Projektbearbeitung	346
Firmenverzeichnis	349
Sachwortverzeichnis Deutsch – Englisch	350