

1	Unfall- und Arbeitssicherheit	11	4	Verbindungstechnik	52
1.1	Elektrische Energie und ihre Gefahren	11	4.1	Zurichten isolierter Leitungen	52
1.1.1	Energiewirtschaftsgesetz	11	4.2	Schraubverbindungen	53
1.1.2	Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)	11	4.2.1	Arten von Schraubverbindungen	53
1.1.3	Unfallverhütung	12	4.2.2	Schrauben, Muttern, Schraubenprofile und Schraubensicherungen	53
1.1.4	VDE-Vorschriftenwerk	12	4.2.3	Lösen festsitzender Schraubverbindungen	54
1.2	Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz	13	4.2.4	Biegen von Ösen	55
1.2.1	Gefahrstoffkennzeichnung	13	4.3	Lötfreie Verbindungstechniken	56
1.2.2	Sicherheitszeichen	13	4.3.1	Crimpen	56
1.3	Die fünf Sicherheitsregeln	15	4.3.2	Schneidklemmtechnik	57
1.4	Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen	17	4.3.3	Termi-Point-Verbindung	57
1.4.1	Sicherheit beim Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlagenteilen	17	4.3.4	Wire-Wrap-Verbindung	57
1.4.2	Sicherheit beim Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagenteilen	17	4.3.5	Klemmenverbindungen	58
1.4.3	Sicherer Umgang mit Werkzeug und Gerät Praxistipp: Ausstattung einer Werkzeugtasche	18	4.4	Weichlöten	60
1.4.4	Schutzkleidung, Schutzausrüstung	21	5	Überlastschutz und Kurzschluss- schutz	64
	Praxistipp: Schutzabstände zu spannungs- führenden Teilen	22	5.1	Schmelzsicherungen	64
2	Isolierte Leitungen und Kabel	23	5.1.1	Schraubsicherungssysteme	64
2.1	Aufbau und Anforderungen an isolierte Leitungen und Kabel	23	5.1.2	NH-Sicherungssystem	66
2.2	Leitungen	25	5.1.3	Betriebsklassen von Niederspannungs- sicherungen	67
2.3	Kabel	30	5.1.4	Geräteschutzsicherungen	67
3	Verlegen von Leitungen und Kabeln	33	5.2	Leitungsschutzschalter	68
3.1	Grundsätze der Leitungsverlegung	33	5.3	Brandschutzschalter (AFDD)	70
3.2	Die klassischen Verlegearten	33	5.4	Schutz von Motorstromkreisen	71
3.2.1	Leitungsverlegung auf Putz	33	5.4.1	Motorschutzschalter	71
3.2.2	Leitungsverlegung im Putz	37	5.4.2	Thermisches Überlastrelais	72
3.2.3	Leitungsverlegung unter Putz	38	5.4.3	Motorschutz durch Thermistoren	73
3.2.4	Leitungsverlegung in Installationsrohren	39	5.5	Überstromschutz von fest verlegten Kabeln und isolierten Leitungen	74
3.3	Elektroinstallation im Fertigbau	41	5.5.1	Strombelastbarkeit von fest verlegten Kabeln und Leitungen	74
3.3.1	Leitungsverlegung im Beton	41	5.5.2	Zuordnung von Überstrom- Schutzeinrichtungen	76
3.3.2	Leitungsverlegung in Hohlwänden	42	Praxistipp: Leitungsdimensionierung	77	
3.4	Leitungsverlegung in Installationskanälen	43	5.5.3	Überlastschutz von Kabeln und isolierten Leitungen	79
3.4.1	Verlegung in Leitungskanälen	43	5.5.4	Kurzschlusschutz von Kabeln und isolierten Leitungen	79
3.4.2	Verlegung in Geräteeinbaukanälen	44	5.6	Oberschwingungen	81
3.4.3	Verlegung in Sockelleistenkanälen	45	6	Bauteile und Schaltungen der Energietechnik	82
3.4.4	Verlegung in Aufbodenkanälen	45	6.1	Technische Unterlagen	82
3.5	Unterflur-Installationssysteme	45	6.1.1	Betriebsmittelkennzeichnung	82
3.5.1	Estrichüberdecktes Kanalsystem	46	6.1.2	Schaltsysteme	84
3.5.2	Estrichbündiges Kanalsystem	46	6.2	Stecksysteme	84
3.5.3	Imbeton-Kanalsystem	46	6.2.1	Zweipolige Steckvorrichtungen mit und ohne Schutzkontakt	84
3.5.4	Doppelboden-System	46	6.2.2	Herstellen einer Schutzkontakt- Verlängerungsleitung	86
3.6	Brandschottung in elektrischen Anlagen	47	6.2.3	Perilex-Steckvorrichtungen	86
3.7	Verlegung auf Kabeltragegestellen	47	6.2.4	Kragensteckvorrichtungen	87
	Praxistipp: Mindesttrennabstände zwischen Stromversorgungs- und Kommunikationsleitungen	48	6.3	Befehls- und Meldegeräte	89
3.8	Verlegung im Erdreich	49	6.3.1	Schalter und Taster	89
3.9	Verlegen von Freileitungen	50	6.3.2	Installationsschalter	90
3.10	Leitungsverlegung in Schaltschränken	51	6.3.3	Drucktaster und Leuchtmelder	91
3.10.1	Verlegung in Verdrahtungskanälen	51			
3.10.2	Verlegung mit Aufsteckkämmen	51			

6.3.4	Positionsschalter	91	Praxistipp: Planen eines Zählerschranks	130	
6.3.5	Näherungsschalter	92	Praxistipp: Zählerschrank mit Stromkreisverteiler und Multimediafeld	132	
6.3.6	Schalter für Maschinen und Anlagen	93	7.4 Wohnungsinstallation	135	
6.4 Elektromagnetische Schalter	94	7.4.1	Elektroinstallation im Wohnbereich	135	
6.4.1	Relais	94	7.4.2	Elektroinstallation in Decken und Fußböden	136
6.4.2	Zeitrelais	96	7.4.3	Leitungsführung in Wänden außerhalb von Gebäuden	137
6.4.3	Schütze	97	7.4.4	Elektroinstallation in der Küche	138
6.5 Installationsschaltungen	99	7.4.5	Installationsformen	139	
6.5.1	Installationsschaltungen mit Schaltern	99	7.4.6	Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche	140
6.5.2	Beleuchtung und Betriebszustandsanzeige bei Installationsschaltern	102	Praxistipp: Ausstattungsumfang in Wohngebäuden	142	
6.5.3	Installationsschaltungen mit elektromagnetischen Schaltern	103	7.5 Telekommunikationsanlagen	144	
6.5.4	Bewegungsmelder	105	7.5.1	Hausrufanlagen	144
6.5.5	Netzfreischalter	105	7.5.2	Haussprechanlagen	144
6.6 Steuer- und Meldestromkreise mit Relais oder Schütz	106	7.5.3	Errichten von Telekommunikationsanlagen	147	
6.6.1	Betriebsbedingungen und Ausführung von Steuer- und Meldestromkreisen	106	7.5.4	Analog-Anschluss	148
6.6.2	Grundschaltungen mit Schützen	108	7.5.5	DSL-Anschluss	149
6.6.3	Folge- und Verriegelungsschaltung	108	7.5.6	All-IP-Anschluss	150
6.6.4	Wendeschutzschaltung	109	7.5.7	ISDN am All-IP-Anschluss	151
6.6.5	Stern-Dreieck-Schaltung	110	7.5.8	VoIP am All-IP-Anschluss	151
Praxistipp: Stromlaufpläne lesen	111	7.5.9	Smart Home	152	
6.6.6	Dahlanderschaltung	112	Praxistipp: Smart Home einrichten	153	
6.6.7	Klemmenplan	113	7.6 Antennen-Empfangs- und Verteilanlagen	154	
6.7 Kleinststeuerungen	114	7.6.1	Antennenanlagen für terrestrischen Empfang	154	
6.7.1	Aufbau, Einbau und Anschluss	114	7.6.2	Satelliten-Empfangsanlagen	157
6.7.2	Programmierung	115	7.6.3	Digitale terrestrische Empfangsanlagen	159
6.8 Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	116	7.6.4	Breitband-Kommunikationsanlagen (BK-Anlagen)	160	
6.8.1	Aufbau einer SPS	116	Praxistipp: Baugruppen und Anforderungen zum digitalen Sat-Empfang	161	
6.8.2	Anschluss einer SPS	116	7.7 Gefahrenmeldeanlagen	162	
6.8.3	Arbeitsweise einer speicherprogrammierbaren Steuerung	117	7.7.1	Allgemeine Festlegungen	162
6.8.4	Programmierung einer speicherprogrammierbaren Steuerung	117	7.7.2	Brandmeldeanlagen	163
6.8.5	Sicherheitstechnische Anforderungen an speicherprogrammierbare Steuerungen (DIN EN 60204-1/VDE 0113-1)	118	7.7.3	Einbruchmeldeanlagen	166
6.8.6	Strukturierte Programmierung	119	7.7.4	Überfallmeldeanlagen	169
6.8.7	Anwendungsbeispiel	120	Praxistipp: Auswahl, Montage und Wartung von Rauchwarnmeldern	170	
6.8.8	Bibliotheksfähige Bausteine	122	7.8 Gebäudesystemtechnik	171	
7 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden	124	7.8.1	KNX-System	171	
7.1 Hausanschluss	124	7.8.2	KNX-Powernet	175	
7.1.1	Kabelanschluss	124	8 Blitzschutz	177	
7.1.2	Hausanschlussraum	124	8.1	Äußerer Blitzschutz	177
7.1.3	Hausanschlusswand	125	8.2	Innerer Blitzschutz	179
7.1.4	Hausanschlussnische	125	8.3	Trennungsabstand	181
7.2 Schutzpotenzialausgleich in Wohngebäuden	125	8.4	Prüfen der Blitzschutzsysteme	181	
7.2.1	Fundamentender	126	9 Sonderinstallationen	182	
7.2.2	Ausführung des Schutzpotenzialausgleichs	126	9.1	Elektroinstallation in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten	182
7.3 Hauptstromversorgungssysteme	127	9.2	Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten	184	
7.3.1	Hauptleitungen	127	9.3	Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen	185
7.3.2	Zählerplätze	128	9.4	Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen	188
7.3.3	Steuerleitungen	129			
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 Drehstrom-
systemen 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	16.2.3	Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifringläufer	318
13.4.4	Internetzugang einrichten	275	16.2.4	Polumschaltbare Asynchronmotoren	318
13.4.5	WLAN	276	16.2.5	Drehstrommotoren an Wechselspannung Praxistipp: Anschließen eines Drehstrom-Asynchronmotors	320 321
	Praxistipp: Lokales Netzwerk (LAN) installieren	277	16.2.6	Drehzahlsteuerung bei Drehstrommotoren	322
14	Elektrogeräte	278	16.3	Einphasenwechselstrommotoren	324
14.1	Kleingeräte	278	16.3.1	Wechselstrommotoren mit Kurzschlussläufer	324
14.1.1	Trocken- und Dampfbügeleisen	278	16.3.2	Spaltpolmotoren	325
14.1.2	Haartrockner und Handrührgeräte	279	16.3.3	Universalmotoren	325
14.1.3	Funkentstörung bei Kleingeräten	280	16.4	Gleichstrommotoren	326
14.2	Großgeräte	281	16.4.1	Aufbau und Wirkungsweise	326
14.2.1	Elektroherd	281	16.4.2	Fremderregter Motor	327
14.2.2	Mikrowellengerät	284	16.4.3	Nebenschlussmotor	327
14.2.3	Waschmaschinen	285	16.4.4	Reihenschlussmotor	327
14.2.4	Wäschetrockner	286	16.4.5	Doppelschlussmotor	328
14.2.5	Geschirrspülmaschine	287	16.4.6	Drehzahlsteuerung und Drehrichtungs- umkehr bei Gleichstrommotoren	328
14.2.6	Kühlgeräte	288	16.5	Servomotoren	329
14.2.7	Geräte zur Warmwasserversorgung	289	16.5.1	Gleichstromservomotoren	329
14.3	Elektrische Raumheizung	293	16.5.2	Drehstromservomotoren	330
15	Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten	297	16.6	Wartung und Pflege von Elektromotoren	331
15.1	Fehlerarten	297	16.7	Betriebsstörungen bei Gleichstrom- motoren	333
15.2	Fehlersuche in elektrischen Anlagen	298	16.8	Transformatoren	334
15.2.1	Mechanische Fehler	298	16.8.1	Aufbau und Wirkungsweise	334
15.2.2	Leiterunterbrechungen	298	16.8.2	Bauarten von Transformatoren	334
15.2.3	Auffinden von Kurzschlüssen	299	16.8.3	Betriebsbedingungen von Transformatoren	335
15.2.4	Auffinden von Körperschlüssen, Erdschlüssen und Leiterschlüssen	300	16.8.4	Dimensionierung von Transformatoren	338
15.3	Fehlersuche in elektrischen Geräten	301	16.8.5	Drehstromtransformatoren	340
15.3.1	Systematische Fehlersuche	301	16.9	Wicklungen von Transformatoren und Elektromotoren	341
15.3.2	Fehlerarten und Fehlerursachen in elektrischen Geräten	302	16.9.1	Wickeln und isolieren von Kleintrans- formatoren	341
15.3.3	Fehlersuche am Beispiel einer Kochplatte	302	16.9.2	Sicherheitsprüfung von Kleintrans- formatoren	342
15.4	Instand setzen von Elektrogeräten	303	16.9.3	Wicklungen von Gleichstrommaschinen	343
15.5	Prüfen von instand gesetzten Elektrogeräten	307	16.9.4	Wicklungen von Drehstrommaschinen	344
15.5.1	Sichtprüfung	307	16.9.5	Herstellen von Wicklungen	344
15.5.2	Schutzleiterprüfung	307	16.9.6	Isolieren von Wicklungen	344
15.5.3	Messen des Isolationswiderstandes	308	16.9.7	Prüfen von Wicklungen	345
15.5.4	Messen des Schutzleiterstromes und des Berührungsstromes	308	17	Primärelemente und Sekundär- elemente	347
15.5.5	Alternative Methode	309	17.1	Primärelemente (Trockenelemente)	347
15.5.6	Funktionsprüfung	309	17.2	Sekundärelemente	348
	Praxistipp: Prüfen netzbetriebener Elektrogeräte	310	17.3	Ladetechniken von Akkumulatoren	350
16	Elektrische Maschinen	311	18	Projektbearbeitung	351
16.1	Planung von Antrieben	311	Lernsituation 1: Drehfeldrichtungsanzeiger	352	
16.1.1	Eigenschaften von Motoren	311	Lernsituation 2: Elektroinstallation eines Hausan- schlussraumes	354	
16.1.2	Schutzarten von Motoren	312	Projektbeschreibung	354	
16.1.3	Betriebsarten	313	Arbeitsschritte bei der Projektbearbeitung	354	
16.2	Drehstrom-Asynchronmotoren	314	Bildquellenverzeichnis	357	
16.2.1	Kurzschlussläufer-Motoren	314	Sachwortverzeichnis Deutsch – Englisch	358	
16.2.2	Eigenschaften von Asynchronmotoren	316			