Inhaltsverzeichnis

1 Unfall- und Arbeitssicherheit ... 8

1.1 Elektrische Energie und ihre Gefahren ... 8
1.2 Begriffe und Definitionen ... 10
1.3 Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz ... 11
1.4 Die fünf Sicherheitsregeln ... 13
1.5 Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen ... 15
1.6 Ausstattung einer Werkzeugtasche ... 17
Programmierte Aufgaben ... 18

2 Isolierte Leitungen und Kabel ... 19

2.1 Anforderungen und Aufbau ... 19
2.2 Leitungen ... 22
Kennzeichnung ... 22
Leitungen für feste Verlegung ... 23
Leitungen für ortsveränderliche Verbraucher ... 24
Sonderleitungen ... 26
2.3 Kabel ... 27
Kabelgarnituren ... 28
Programmierte Aufgaben ... 29

3 Verlegearten von Leitungen und Kabeln .. 30

3.1 Grundsätze der Leitungsverlegung ... 30
3.2 Die klassischen Verlegearten ... 30
3.2.1 Leitungsverlegung auf Putz ... 31
Setzen von Dübeln ... 33
Einführung von Leitungen in Betriebsmittel ... 34
3.2.2 Leitungsverlegung im Putz ... 35
3.2.3 Leitungsverlegung unter Putz ... 37
3.2.4 Leitungsverlegung in Installationsrohren . 38
3.3 Elektroinstallation im Fertigbau ... 40
Leitungsverlegung im Beton ... 40
Leitungsverlegung in Hohlwänden ... 42
3.4 Leitungsverlegung in Installationskanälen 43
Verlegung in Leitungskanälen ... 44
Verlegung in Geräteeinbaukanälen ... 45
Brüstungskanäle ... 45
Sockelleistenkanäle ... 46
Aufbodenkanal ... 46
3.5 Unterflur-Installationssysteme ... 46
3.6 Leitungsverlegung auf Kabeltragegestellen ... 48
3.7 Brandschottung in elektrischen Anlagen 49
3.8 Verlegung im Erdreich ... 49
3.9 Verlegen von Freileitungen ... 51
3.10 Leitungsverlegung in Schaltschränken 52
Programmierte Aufgaben ... 53

4 Verbindungstechnik ... 54

4.1 Abmanteln und Abisolieren von Leitungen und Kabeln ... 54
4.2 Schraubverbindungen ... 55
4.3 Schraubensicherungen ... 56
4.4 Lötfreie Verbindungstechniken ... 57
Biegen von Ösen ... 57
Crimpen ... 57
4.5 Klemmenverbindungen ... 58
4.6 Löten ... 59
Weichlöten ... 59
Weichlote ... 60
Flussmittel ... 60
Programmierte Aufgaben ... 61

5 Überlastschutz und Kurzschlussschutz ... 62

5.1 Schmelzsicherungen ... 62
Schraubsicherungssysteme ... 62
NH-Sicherungssysteme ... 64
Betriebsklassen bei Niederspannungssicherungen ... 66
Geräteschutzsicherungen ... 66
5.2 Leitungsschutzschalter ... 67
5.3 Brandschutzschutzschalter (AFDD) ... 68
5.4 Überlastschutz von Asynchronmotoren .. 69
Motorschutzschalter ... 69
Thermisches Überlastrelais ... 70
Motorschutz durch Thermistoren ... 71
5.5 Überstromschutz von fest verlegten Kabeln und Leitungen ... 72
Strombelastbarkeit von fest verlegten Kabeln und Leitungen ... 72
Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen ... 73
Überlastschutz von Kabeln und Leitungen ... 75
Kurzschlussschutz von Kabeln und Leitungen ... 76
Programmierte Aufgaben ... 77

6 Bauteile und Schaltungen der Energietechnik ... 79

6.1 Betriebsmittelkennzeichnung und Schaltungsunterlagen ... 79
6.2 Stecksysteme ... 80
6.2.1 Zweipolige Steckvorrichtungen ... 81
6.2.2 Perilex-Steckvorrichtungen ... 82
6.2.3 Kragensteckvorrichtungen ... 83
6.3 Schalter und Taster ... 84
6.3.1 Installationsschalter ... 85
6.3.2 Drucktaster und Leuchtmelder ... 86
6.3.3 Positionsschalter ... 87
6.3.4 Näherungsschalter ... 87
6.3.5 Schalter für Maschinen und Anlagen ... 88
6.4 Elektromagnetische Schalter ... 89
6.4.1 Relais ... 89
6.4.2 Schütze ... 91
6.4.3 Zeitrelais ... 92
6.4.4 Kontakt- und Anschlussbezeichnungen 93
6.5 Installationsschaltungen ... 94
6.5.1 Installationsschaltungen mit Schaltern 94
6.5.2 Beleuchtung von Installationsschaltern ... 95
6.5.3 Installationsschaltungen mit elektromagnetischen Schaltern ... 96
6.5.4 Bewegungsmelder ... 97
6.5.5 Netzfreischalter ... 97
6.6 Betriebsbedingungen von Steuer- und Meldestromkreisen ... 98
6.6.1 Grundschaltungen mit Schützen ... 99
6.6.2 Folge- und Verriegelungsschaltung ... 100
6.6.3 Stern-Dreieck-Schaltung ... 101

6.6.4 Dahlanderschaltung ... 102
6.6.5 Klemmenplan ... 103
6.7 Kleinsteuerungen ... 104
6.8 Speicherprogrammierbare Steuerungen ... 105
Programmierte Aufgaben ... 107

7 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden ... 110

7.1 Hausanschluss (DIN VDE 0100-732) ... 110
Hausanschlussraum (DIN 18012) ... 110
Hausanschlusswand, Hausanschlussnische ... 111
Hausanschlussnische ... 111
Hausanschlusskasten ... 112
Hausanschlussleitungen ... 112
7.2 Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene ... 113
Erder ... 114
7.3 Hauptstromversorgungssysteme ... 115
7.4 Zählerplätze ... 116
Steuerleitung ... 117
7.5 Wohnungsinstallation ... 118
Stromkreisverteiler ... 118
Elektroinstallation im Wohnbereich ... 119
Elektroinstallation in der Küche ... 120
Installationsformen ... 121
Elektroinstallation in Orten mit Badewanne oder Dusche ... 123
7.6 Bewertung der Elektroinstallation ... 126
7.7 Telekommunikationsanlagen ... 127
7.7.1 Hausruf- und Türöffneranlagen ... 127
7.7.2 Haussprechanlagen ... 128
7.7.3 Errichten von Telekommunikationsanlagen ... 129
7.7.4 Analog-Anschluss ... 130
7.7.5 DSL-Anschluss ... 131
7.7.6 All-IP-Anschluss ... 132
7.7.7 ISDN am All-IP-Anschluss ... 132
7.7.8 VoIP am All-IP-Anschluss ... 134
7.7.9 Smart Home ... 134
7.8 Empfangs- und Verteilanlagen ... 135
7.8.1 Empfangsantennen und Antennenanlagen ... 135
7.8.2 Terrestrische Empfangsanlagen ... 138
7.8.3 Satellitenempfangsanlagen ... 140
7.8.4 Breitband-Kommunikationsanlagen ... 142
7.8.5 Internetbasierender Empfang ... 142
7.8.6 Messen in Empfangsanlagen ... 142
7.9 Gefahrenmeldeanlagen ... 143
Einbruchmeldeanlagen ... 143
Brandmeldeanlagen ... 144
7.10 Gebäudesystemtechnik ... 145
KNX-System ... 145
KNX-Powernet ... 146
Programmierte Aufgaben ... 147

8 Blitzschutz ... 149

8.1 Grundlagen ... 149
8.2 Äußerer Blitzschutz ... 149
Schutzwinkelverfahren ... 150
Blitzkugelverfahren ... 150
Maschenverfahren ... 151
8.3 Errichten von Blitzschutzsystemen ... 151
Ableitungen ... 152
Erdungsanlage ... 152
8.4 Innerer Blitzschutz ... 152
Blitzschutzzonen ... 153
8.5 Trennungsabstand ... 154
8.6 Prüfen der Blitzschutzsysteme ... 155
Programmierte Aufgaben ... 156

9 Sonderinstallationen ... 157

9.1 Raumarten (nach DIN VDE 0100) ... 157
Trockene Räume ... 157
Feuchte und nasse Bereiche und Orte sowie Anlagen im Freien ... 157
9.2 Elektroinstallation in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten ... 158
Schutzmaßnahmen in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten ... 159
Leitungen und Kabel in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten ... 160
9.3 Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten ... 162
Brandschutzmaßnahmen in feuergefährdeten Betriebsstätten ... 162
Betriebsmittel ... 163
9.4 Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen ... 164
Schutzmaßnahmen in medizinisch genutzten Bereichen ... 166
Schutzpotenzialausgleich in medizinisch genutzten Bereichen ... 167
9.5 Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen ... 168
Einteilung explosionsgeschützter Betriebsmittel ... 169
Schutzmaßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen ... 170
Auswahl von Leitungen, Kabeln und Betriebsmitteln ... 170
9.6 Elektrische Anlagen auf Baustellen ... 171
9.7 Beleuchtungsanlagen für Innenräume ... 173
9.7.1 Leuchtstofflampen ... 173
9.7.2 Lichttechnische Größen ... 174
9.7.3 Niedervolt-Halogentechnik ... 175
9.8 LED-Lampen ... 176
9.9 Photovoltaikanlagen ... 177
Programmierte Aufgaben ... 179

10 Messen in elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln ... 181

10.1 Messen und Prüfen ... 181
10.2 Begriffe der Messtechnik ... 181
10.3 Analoge und digitale Anzeige ... 182
10.4 Messwerke ... 182
10.5 Messfehler ... 184
10.6 Messen von Stromstärke, Spannung und Widerstand ... 185
Strommesser und Spannungsmesser ... 185
Messwandler ... 186
Messen von Widerständen ... 187
10.7 Messen mit Vielfach-Messinstrumenten ... 188
10.8 Messkategorien, Messen nichtsinusförmiger Wechselgrößen ... 189

10.9 Messen der elektrischen Leistung 190
10.10 Messen der elektrischen Arbeit 191
10.11 Messen mit dem Oszilloskop 192
Programmierte Aufgaben 196

11 Schutzmaßnahmen 198

11.1 Wichtige Vorschriften und Kennzeichen .. 198
11.2 Schutz gegen elektrischen Schlag 199
11.3 Drehstromsysteme 201
11.4 Anforderungen an den Basisschutz 202
11.4.1 Basisschutz unter normalen Bedingungen 202
11.4.2 Basisschutz unter besonderen Bedingungen 202
11.5 Anforderungen an den Fehlerschutz 203
11.5.1 Schutzerdung 203
11.5.2 Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene 204
11.6 Schutz durch automatische Abschaltung im TN-, TT- und IT-System .. 204
11.6.1 TN-System 204
11.6.2 TT-System 206
11.6.3 IT-System 207
11.7 Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung 208
11.8 Schutz durch Schutztrennung 210
11.9 Schutz durch Kleinspannung 211
11.10 Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) 213
11.11 Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen betrieben und überwacht werden 214
11.11.1 Schutz durch nicht leitende Umgebung 214
11.11.2 Schutz durch erdfreien, örtlichen Schutzpotenzialausgleich 214
11.11.3 Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel 215
11.12 Prüfen der Schutzmaßnahmen 216
Programmierte Aufgaben 221

12 Schaltungen und Bauteile der Elektronik 223

12.1 Leiterplatten 223
Herstellungsverfahren 224
12.2 Widerstände 226
Festwiderstände 226
Drahtwiderstände 226
Schichtwiderstände 226
Kennzeichnung von Widerständen 227
Temperaturabhängige Widerstände 228
Spannungsabhängige Widerstände 228
12.3 Kondensatoren 229
Festkondensatoren 229
Elektrolytkondensatoren 230
Kennzeichnung von Festkondensatoren ... 230
12.4 Halbleiterbauelemente 231
12.4.1 Grundlagen 231
12.4.2 Halbleiterdioden 231
Aufnahme von Diodenkennlinien 233
Gleichrichterschaltungen 234
Prüfen von Dioden 235
Z-Dioden 235
12.4.3 Transistoren 237
Bipolare Transistoren 237
Anschließen von Transistoren 238
Arbeitspunkteinstellung von Transistoren .. 239
Grundschaltungen von Transistoren 240
Transistor als Schalter 240
Prüfen von Transistoren 241
12.4.4 Spannungsstabilisierungen 242
12.4.5 Thyristor 243
12.4.6 Triac 245
Diac 246
12.4.7 Kühlung von Halbleiterbauelementen 247
12.4.8 Optoelektronische Bauelemente 248
12.4.9 Integrierte Schaltungen 249
12.5 Bestücken von Leiterplatten 250
Programmierte Aufgaben 251

13 Computertechnik 254

13.1 Bestandteile und Funktionsweise 254
13.2 Hardware für PC 254
Chipsatz und Mainboard 255
Mikroprozessor (CPU) 256
Arbeitsspeicher (RAM) 256
Schnittstellen und Anschlüsse 256
Peripherie 257
13.3 Software für PC 260
13.4 Computer-Netzwerke 261
Netzwerkverbindung 261
Netzwerkeinstellungen 262
Netzwerkdrucker, Internetzugang und WLAN 263
Programmierte Aufgaben 264

14 Elektrogeräte 265

14.1 Kleingeräte 265
Trocken- und Dampfbügeleisen 266
Haartrockner, Handrührgeräte 267
Funkentstörung bei Kleingeräten 267
14.2 Großgeräte 268
Elektroherd 268
Mikrowellengerät 269
Waschmaschinen 270
Wäschetrockner 271
14.3 Geräte zur Warmwasserversorgung 272
Versorgungssysteme 272
Offene und geschlossene Geräte 272
Durchlauferhitzer 274
Anschluss von Warmwasserbereitern 275
Wartung und Instandsetzung 276
14.4 Elektrische Raumheizung 277
Auf- und Entladung 277
Aufstellen von Wärmespeichern 278
Programmierte Aufgaben 279

15 Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten 281

15.1 Fehlerarten 281
15.2 Fehlersuche in elektrischen Anlagen 282
Leiterunterbrechungen 282
Auffinden von Kurzschlüssen 285
Auffinden von Körperschlüssen, Erdschlüssen und Leiterschlüssen 286

15.3 Fehlersuche in elektrischen Geräten 287
15.4 Instand setzen von Elektrogeräten 289
15.5 Prüfen von instand gesetzten Elektrogeräten 291
Schutzleiterprüfung 291
Prüfen des Isolationswiderstandes 292
Messen des Schutzleiterstromes, Messen des Berührungsstromes (Direkte Methode) 293
Messen des Ersatz-Ableitstromes (Alternative Methode) 294
15.6 Funktionsprüfung 294
Programmierte Aufgaben 295

16 Elektrische Maschinen 298

16.1 Planen von Antrieben 298
16.2 Drehstrom-Asynchronmotoren 300
Polumschaltbare Motoren 302
Drehzahlsteuerung bei Drehstrommotoren 303
16.3 Einphasenwechselstrommotoren 304
Spaltpolmotoren 305
Universalmotoren 305
16.4 Gleichstrommotoren 306
Aufbau und Wirkungsweise 306
Arten von Gleichstrommotoren 306
Drehrichtung, Drehzahleinstellung 307
16.5 Servomotoren 308
Anwendungen und Anforderungen 308
Gleichstromservomotoren 308
Drehstromservomotoren 309
16.6 Wartung und Pflege von Elektromotoren 310
16.7 Betriebsstörungen bei Elektromotoren ... 311
16.8 Transformatoren 312
Aufbau und Wirkungsweise 312
Bauarten von Transformatoren 313
Betriebsbedingungen von Transformatoren 314
Drehstromtransformatoren 316
16.9 Wicklungen von Transformatoren und Elektromotoren 317
Wicklungen von Transformatoren 317
Prüfen von Wicklungen 318
Programmierte Aufgaben 318

17 Primärelemente und Sekundärelemente . 321

17.1 Primärelemente 321
17.2 Sekundärelemente 322
Programmierte Aufgaben 323

Lösungen der programmierten Aufgaben 324

Datenblätter 326

Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen 326
Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen 328
Diode, Z-Diode, Transistor 329
Antennentechnik 330

Sachwortverzeichnis..... 331