Inhalt

Vorwort zur 8. Auflage 5

1	**Allgemeines**	23
1.1	Gesetze, Verordnungen, Vorschriften, Bestimmungen und dergleichen	23
1.2	Internationale Organisationen	24
1.3	Nationale Organisationen	25
1.4	Aufbau, Organisation und Tätigkeit der DKE	26
1.4.1	Das VDE-Vorschriftenwerk	30
1.4.2	Entstehung einer DIN-VDE-Norm	34
1.4.3	Anpassung der Normen an den Stand der Technik	37
1.4.4	Widerspruchsfreiheit des VDE-Vorschriftenwerks	37
1.4.5	VDE-Prüf- und Zertifizierungswesen – VDE 0024	38
1.4.6	Pilotfunktion und Gruppenfunktion von Normen	43
1.5	Rechtliche Stellung des VDE-Vorschriftenwerks	44
1.6	Anwendungsbereich und rückwirkende Gültigkeit von VDE-Bestimmungen	47
1.7	Normen der Reihe DIN VDE 0100 – Anwendungsbereich und grundsätzliche Aussagen	49
1.8	Statistik elektrischer Unfälle	53
1.9	Mensch und Elektrizität	53
1.9.1	Stromstärke und Einwirkdauer	56
1.9.2	Wirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper	58
1.9.3	Stromart und Frequenz	62
1.9.4	DC-AC-Gleichwertigkeitsfaktor	63
1.9.5	Körperwiderstand und Stromweg	64
1.9.6	Herz-Strom-Faktor	68
1.9.7	Verhalten bei elektrischen Unfällen	70
1.10	Errichten elektrischer Anlagen	71
1.11	Literatur zu Kapitel 1	74
2	**Begriffe – DIN VDE 0100-200**	77
2.1	Bemessungsdaten – Elektrotechnisches Wörterbuch – IEV (International Electrotechnical Vocabulary)	77
2.2	Anlagen, Betriebsmittel und Netze	79
2.3	Elektrischer Schlag und Schutzmaßnahmen sowie Teile einer Anlage	81
2.4	Elektrische Stromkreise	84
2.5	Spannungen	85
2.6	Ströme	87
2.7	Isolierungen	88

2.8 Leiterarten 88
2.9 Erde, Erdungen und Potentialausgleich 90
2.10 Trennen und Schalten 93
2.11 Raumarten 94
2.12 Fehlerarten 95
2.13 Kabel- und Leitungsanlagen 96

3 Technische Grundlagen 99
3.1 Leistungsbedarf und Gleichzeitigkeitsfaktor 99
3.2 Stromversorgung 102
3.2.1 Einspeisung aus dem öffentlichen Netz 102
3.2.2 Bemessung von Hauptleitungen und Hauptstromversorgungssystemen 103
3.2.3 Autarke Versorgung 104
3.2.4 Eigenversorgung mit netzparallelem Betrieb 104
3.3 Schutzklassen – DIN EN 61140 (**VDE 0140-1**) 108
3.4 Schutzarten – DIN EN 60529 (**VDE 0470-1**) 110
3.5 Allgemeines für Stromversorgungssysteme – DIN VDE 0100-100 . . 112
3.5.1 Elektrische Größen 112
3.5.2 Stromversorgungssysteme nach der Art der Erdverbindung 113
3.5.2.1 TN-Systeme 114
3.5.2.2 TT-System 116
3.5.2.3 IT-System 116
3.5.3 Äußere Einflüsse 117
3.6 Literatur zu Kapitel 3 118

4 Der Schutz gegen elektrischen Schlag 119
4.1 Grundsätzliche Anforderungen 119
4.2 Die Schutzmaßnahmen für den Schutz gegen elektrischen Schlag . . . 121
4.2.1 Schutzmaßnahmen und Schutzvorkehrungen 121
4.2.2 Besonderheiten bei den Basisschutzvorkehrungen 123
4.2.2.1 Basisschutz unter normalen Bedingungen durch Basisisolierung – DIN VDE 0100-410, Anhang A 125
4.2.2.2 Basisschutz unter normalen Bedingungen durch Abdeckungen oder Umhüllungen – DIN VDE 0100-410, Anhang A 125
4.2.2.3 Basisschutz unter besonderen Bedingungen durch Hindernisse – DIN VDE 0100-410, Anhang B 127
4.2.2.4 Basisschutz unter besonderen Bedingungen durch Anordnung außerhalb des Handbereichs – DIN VDE 0100-410, Anhang B 127
4.2.3 Besonderheiten bei der Fehlerschutzvorkehrung 128
4.2.3.1 Fehlerschutzvorkehrungen bei der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“ 130
4.2.3.2 Fehlerschutzvorkehrungen bei den übrigen Schutzmaßnahmen 133
4.2.3.3 Fehlerschutzvorkehrung in besonderen Bereichen 135

4.3 Kombinationen von Schutzmaßnahmen 142
4.4 Zusätzlicher Schutz 144
4.5 Literatur zu Kapitel 4 144

5 Schutzmaßnahme: Automatische Abschaltung der Stromversorgung – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411 145
5.1 Allgemeine Anforderungen 145
5.1.1 Einführung 145
5.1.2 Der Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene 149
5.1.2.1 Aufgabenbeschreibung. 149
5.1.2.2 Funktionsweise. 150
5.2 Der Schutz durch automatische Abschaltung im Fehlerfall im TN-System (DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.4). 153
5.2.1 Allgemeine Anforderungen 153
5.2.2 TN-System mit Überstrom-Schutzeinrichtungen. 157
5.2.3 TN-System mit RCD 160
5.2.4 Kombination von Überstrom-Schutzeinrichtungen und RCDs 162
5.2.5 Die Notwendigkeit eines Erders im TN-System 163
5.2.6 Spannungsbegrenzung bei Erdschluss eines Außenleiters – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.4.1. 166
5.3 Der Schutz durch automatische Abschaltung im Fehlerfall im TT-System (DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.5) 172
5.3.1 Allgemeine Anforderungen 172
5.3.2 TT-System mit Überstrom-Schutzeinrichtungen 174
5.3.3 TT-System mit RCD 176
5.4 Schutz durch automatische Abschaltung im Fehlerfall im IT-System (DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.6) 178
5.5 FELV – Schutz durch Kleinspannung ohne sichere Trennung (DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.7) 184
5.5.1 Allgemeine Anforderungen 184
5.5.2 Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) 185
5.5.3 Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren). 185
5.5.4 Stromquellen für FELV-Systeme 186
5.5.5 Steckvorrichtungen für FELV-Systeme 186

6 Schutzmaßnahme: Doppelte oder verstärkte Isolierung – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412 187
6.1 Anforderungen an Betriebsmittel – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412.2.1. 190
6.2 Anforderungen an Abdeckungen und Umhüllungen – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412.2.2. 191
6.3 Anforderungen bei Errichtung – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412.2.3. 192

6.4 Anforderungen an Kabel- und Leitungsanlagen – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412.2.4 192

7 Schutzmaßnahme: Schutztrennung mit nur einem Verbrauchsmittel – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 413 193

8 Schutzmaßnahme: Schutz durch Kleinspannung mittels SELV und PELV – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 414 197
8.1 Basisschutz (Schutz bei direktem Berühren) und Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 414.2 200
8.1.1 Stromquellen für SELV und PELV 201
8.1.2 Anordnung von Stromkreisen 204
8.1.3 Basisschutz 205
8.1.4 Fehlerschutz 205
8.1.5 Zusammenfassung 206
8.2 Beharrungsberührungsstrom und Energie – DIN EN 61140 (**VDE 0140-1**) 206

9 Zusätzlicher Schutz – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 415 207
9.1 Zusätzlicher Schutz: Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) 209
9.1.1 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) in TN- und TT-Systemen 209
9.1.2 Zusätzlicher Schutz durch RCDs im IT-System 211
9.1.3 Zusätzlicher Schutz durch RCDs bei Betriebsmittel der Schutzklasse II 212
9.1.4 Zusätzlicher Schutz durch RCDs bei Schutztrennung 213
9.2 Zusätzlicher Schutz durch zusätzlichen Schutzpotentialausgleich – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 415.2 213
9.3 Zusätzlicher Schutz für Steckdosenstromkreise und Beleuchtungsstromkreise – DIN VDE 0100-410, Abschnitte 411.3.3 und 411.3.4 215
9.4 Literatur zu Kapitel 9 216

10 Begriffe und Definitionen – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 541 . . 217

11 Erdungsanlagen – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 542 225
11.1 Allgemeine Anforderungen an Erder – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 542.1 225
11.2 Erder – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 542.2 227
11.3 Erderarten 232
11.3.1 Oberflächenerder 232
11.3.2 Tiefenerder 232
11.3.3 Plattenerder 232
11.3.4 Fundamenterder 233

11.3.4.1 Allgemeine Festlegungen . . . 233
11.3.4.2 Werkstoffe für Fundamenterder und Anschlussfahnen . . . 236
11.3.4.3 Ausführung des Fundamenterders bei erhöhtem Erdübergangswiderstand . . . 236
11.3.4.4 Fundamenterder als Blitzschutzerder . . . 238
11.3.5 Natürliche Erder . . . 238
11.4 Berechnung von Ausbreitungswiderständen . . . 239
11.5 Erdungsleiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 542.3 . . . 239
11.6 Haupterdungsschiene – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 542.4 . . . 240
11.7 Eine gemeinsame Erdungsanlage mit vielen Funktionen . . . 241

12 Schutzleiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543 . . . 243
12.1 Querschnitte von Schutzleitern – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.1 . . . 243
12.2 Arten von Schutzleitern – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.2 . . . 247
12.3 Erhalten der elektrischen Eigenschaften von Schutzleitern – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.3 . . . 248
12.4 PEN-Leiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.4 . . . 249
12.5 Kombinierte Schutzerdungsleiter und Funktionserdungsleiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.5 . . . 252
12.6 Anordnung von Schutzleitern – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.8 . . . 253
12.7 Verstärkte Schutzleiter bei Schutzleiterströmen größer 10 mA – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.7 . . . 253
12.8 Schutzleiterströme – DIN VDE 0100-510, Abschnitt 516 . . . 254

13 Schutzpotentialausgleichsleiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544 . . . 257
13.1 Schutzpotentialausgleichsleiter für die Verbindung mit der Haupterdungsschiene – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544.1 . . . 257
13.2 Schutzpotentialausgleichsleiter für den zusätzlichen Schutzpotentialausgleich – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544.2 . . . 259
13.2.1 Schutzpotentialausgleichsleiter zwischen zwei Körpern elektrischer Betriebsmittel – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544.2.1 . . . 259
13.2.2 Schutzpotentialausgleichsleiter zwischen einem Körper und einem fremden leitfähigen Teil – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544.2.2 . . . 260
13.2.3 Mindestquerschnitte für den zusätzlichen Schutzpotentialausgleichsleiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544.2.3 . . . 261
13.3 Kombinationen von Schutzleitern und Funktionsleitern . . . 261
13.4 Literatur zu Kapitel 10 bis 13 . . . 262

14 Schutz gegen Überspannungen und elektromagnetische Störungen (EMI) 263
14.1 Schutz von Niederspannungsanlagen bei vorübergehenden Überspannungen infolge von Erdschlüssen im Hochspannungsnetz und bei Fehlern im Niederspannungsnetz – DIN VDE 0100-442 263
14.2 Schutz gegen transiente Überspannungen – DIN VDE 0100-443 und DIN VDE 0100-534 268
14.2.1 Ursachen und Auswirkungen transienter Überspannungen 269
14.2.2 Normen für den Überspannungsschutz 272
14.2.3 Überspannung-Schutzeinrichtungen in Gebäuden – DIN VDE 0100-534 273
14.2.3.1 Anschluss von Überspannung-Schutzeinrichtungen (SPDs) 273
14.2.3.2 Auswahl in Hinblick auf die dauernde Betriebsspannung U_c 277
14.2.3.3 Auswahl in Hinblick auf Nennableitstoßstrom I_n und Blitzstoßstrom I_{imp} 278
14.2.3.4 Auswahl in Hinblick auf das ausgewiesene Folgestrom-löschvermögen 278
14.2.3.5 Schutz bei Überströmen und Folgen eines Fehlers an Überspannung-Schutzeinrichtungen (SPD) 279
14.2.3.6 Anschlussleitungen 280
14.2.3.7 Informationen zur Klassifizierung von Überspannung-Schutzeinrichtungen (SPD) 282
14.2.4 Überspannung-Schutzeinrichtungen im Niederspannungsnetz 283
14.2.5 Überspannung-Schutzeinrichtungen im praktischen Einsatz. 285
14.2.5.1 Einsatz in Verteilungsnetzen 285
14.2.5.2 Einsatz in Verbraucheranlagen. 287
14.2.5.3 Einsatz in Informationsnetzen und Informationsanlagen. 290
14.3 Elektrische Anlagen in Bauwerken mit Blitzschutzanlagen 292
14.4 Dachständer und Blitzschutzanlagen 292
14.5 Schutz gegen elektromagnetische Störungen (EMI) – DIN VDE 0100-444 293
14.5.1 Einführung 293
14.5.2 Grundsätzliche Anforderungen 294
14.5.2.1 Netzsysteme 294
14.5.2.2 Mehrfacheinspeisung 295
14.5.2.3 Verschiedene Netzstrukturen für den Potentialausgleich. 296
14.5.2.4 Funktionserdungsleiter und Funktionspotentialausgleichsleiter 299
14.5.2.5 Kabelträgersysteme 299
14.6 Literatur zu Kapitel 14 301

15 Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – DIN VDE 0100-510. 303
15.1 Allgemeine Bestimmungen 303
15.2 Betriebsbedingungen 304

15.3 Äußere Einflüsse 305
15.4 Zugänglichkeit 306
15.5 Kennzeichnung. 307
15.6 Vermeidung gegenseitiger nachteiliger Beeinflussung 308
15.7 Kurzschlussströme 308
15.8 Luftstrecken und Kriechstrecken – DIN EN 60664-1 (**VDE 0110-1**) 309
15.8.1 Luftstrecken 311
15.8.2 Kriechstrecken 317
15.9 Schaltpläne und Dokumentation 317
15.10 Literatur zu Kapitel 15 318

16 Kabel und Leitungen 319
16.1 Mindestquerschnitte – DIN VDE 0100-520, Abschnitt 524 319
16.2 Spannungsfall – DIN VDE 0100-520, Abschnitt 525 321
16.3 Kurzzeichen für Kabel – DIN VDE 0298 327
16.4 Häufig verwendete Kabel. 328
16.5 Kurzzeichen für Leitungen nach nationalen Normen – DIN VDE 0250 330
16.6 Kurzzeichen für harmonisierte Leitungen – DIN EN 50525 (**VDE 0285-525**). 331
16.7 Häufig verwendete Leitungen 333
16.8 Anwendungsbereiche von Kabeln und Leitungen 340
16.8.1 Leichte Zwillingsleitung H03VH. 341
16.8.2 PVC-Schlauchleitung H03VV 341
16.8.3 PVC-Schlauchleitung H05VV 342
16.8.4 PVC-Verdrahtungsleitung H05V 342
16.8.5 Wärmebeständige PVC-Verdrahtungsleitung H05V2 342
16.8.6 PVC-Lichterkettenleitung H03VH7 342
16.8.7 PVC-Aderleitung H07V. 342
16.8.8 Wärmebeständige PVC-Aderleitung H07V2. 342
16.8.9 Kältebeständige PVC-Aderleitung H07V3 343
16.8.10 Leichte und mittlere PVC-Schlauchleitung H03V2V2/H03V2V2H2 und H05V2V2/H05V2V2H2 343
16.8.11 Ölbeständige PVC-Steuerleitung H05VV5 und H05VVC4V5 343
16.8.12 Lichterkettenleitung H05RN/H05RNH2 und H03RN-F 343
16.8.13 Wärmebeständige Silikon-Aderleitung H05SJ 344
16.8.14 Wärmebeständige Silikon-Mantelleitung H05SS 344
16.8.15 Lichtbogen-Schweißleitungen H01N2. 344
16.8.16 Wärmebeständige Gummi-Aderleitung H05G und H07G. 344
16.8.17 Gummi-Schlauchleitung H05RR und H05RN. 344
16.8.18 Schwere Gummi-Schlauchleitung H07RN 345
16.8.19 Wärme- und kältebeständige Schlauchleitung H05BQ und H07BQ . . 345
16.8.20 Wärmebeständige Schlauchleitung H05BB. 345
16.8.21 Schwere wärmebeständige Schlauchleitung H07BB 346

16.8.22 Mittlere wärmebeständige Schlauchleitung H05BN4 346
16.8.23 Schwere wärmebeständige Schlauchleitung H07BN4. 346
16.8.24 PVC-Mantelleitung NYM 347
16.8.25 Stegleitung NYIF und NYIFY. 347
16.8.26 Bleimantelleitung NYBUY 347
16.8.27 Gummi-Schlauchleitung NSSHÖU 347
16.8.28 Gummi-Flachleitung NGFLGÖU 348
16.8.29 Leitungstrosse NMTWÖU und NMSWÖU. 348
16.8.30 ETFE-Aderleitung N7YA und N7YAF 348
16.8.31 Silikon-Fassungsaderleitung N2GFA und N2GFAF 348
16.8.32 Sonder-Gummiaderleitung NSGAFÖU. 348
16.8.33 Gummi-Schlauchleitung NMHVÖU 349
16.8.34 Gummi-Schlauchleitung NSHCÖU. 349
16.8.35 Gummi-Schlauchleitung NSHTÖU 349
16.8.36 Mineralisolierte Leitung (ohne festgelegtes Kurzzeichen) 349
16.9 Kennzeichnung von Kabeln und Leitungen. 350
16.10 Kennzeichnung von Leitern in Kabeln und Leitungen 351
16.10.1 Allgemeine Festlegungen für die Kennzeichnung mit Farben. 351
16.10.2 Besonderheiten für Schutz- und Neutralleiter 357
16.10.2.1 Allgemeine Festlegungen. 357
16.10.2.2 Die Kennzeichnung des Neutralleiters. 358
16.10.2.3 Die Kennzeichnung des PEN-Leiters 359
16.10.2.4 Die Kennzeichnung des PEL-Leiters. 360
16.10.2.5 Die Kennzeichnung des PEM-Leiters 360
16.10.2.6 Kennzeichnung von Schutzleitern (PE) 360
16.10.3 Kennzeichnung durch alphanumerische Zeichen 363
16.11 Allgemeines zum Verlegen von Kabeln und Leitungen – DIN VDE 0100-520 364
16.12 Anforderungen an die Verlegung von Kabeln und Leitungen 366
16.12.1 Installationszonen. 366
16.12.2 Verdrahtungsleitungen 369
16.12.3 Aderleitungen. 370
16.12.4 Stegleitungen 370
16.12.5 Mantelleitungen 370
16.12.6 Flexible Leitungen 370
16.12.7 Kabel 371
16.13 Verlegung von Kabeln und Leitungen 371
16.13.1 Elektroinstallationsrohrsysteme für elektrische Installationen 371
16.13.2 Verlegung in Elektroinstallationskanälen. 376
16.13.3 Verlegung in unterirdischen Kanälen und Schutzrohren 377
16.13.4 Verlegung in Beton. 377
16.13.5 Verlegung von Kabeln in Erde. 377
16.13.6 Verlegung von Kabeln an Decken, auf Wänden und auf Pritschen . . . 378
16.13.7 Zugbeanspruchungen für Kabel und Leitungen. 379

16.13.8 Kabelverlegung bei tiefen Temperaturen 380
16.14 Zusammenfassen der Leiter verschiedener Stromkreise 381
16.14.1 Aderleitungen in Elektroinstallationsrohren und Elektroinstallationskanälen 381
16.14.2 Mehraderleitungen und Kabel 382
16.14.3 Haupt- und Hilfsstromkreise getrennt verlegt 382
16.14.4 Stromkreise, die mit Kleinspannung SELV und PELV betrieben werden 382
16.14.5 Stromkreise mit unterschiedlicher Spannung 383
16.14.6 Neutralleiter bzw. PEN-Leiter 383
16.14.7 Schutzleiter. 383
16.15 Erdschluss- und kurzschlusssichere Verlegung 383
16.16 Anschlussstellen und Verbindungen 385
16.17 Kreuzungen und Näherungen. 386
16.18 Maßnahmen gegen Brände und Brandfolgen. 387
16.19 Literatur zu Kapitel 16 387

17 Bemessung von Kabeln und Leitungen – DIN VDE 0100-430 389
17.1 Allgemeine Anforderungen 389
17.2 Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen. 390
17.3 Umrechnungsfaktoren für die Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen 397
17.4 Schutz bei Überlast 400
17.4.1 Allgemeines 400
17.4.2 Zuordnung der Überstrom-Schutzeinrichtungen 402
17.4.3 Anordnung der Überstrom-Schutzeinrichtungen bei Überlast. 404
17.5 Schutz bei Kurzschluss 405
17.5.1 Allgemeines 405
17.5.2 Anordnung der Kurzschluss-Schutzeinrichtungen. 412
17.6 Koordinieren des Schutzes bei Überlast und Kurzschluss – DIN VDE 0100-430, Abschnitt 435. 413
17.6.1 Schutz durch eine gemeinsame Schutzeinrichtung 413
17.6.2 Schutz durch getrennte Schutzeinrichtungen. 415
17.6.3 Gemeinsame Versetzung der Schutzeinrichtungen für Überlast- und Kurzschlussschutz 418
17.6.4 Verzicht auf Schutzeinrichtungen für Überlast- und Kurzschlussschutz 419
17.7 Literatur zu Kapitel 17 419

18 Trennen und Schalten – DIN VDE 0100-460 und DIN VDE 0100-530 421
18.1 Allgemeines 421
18.2 Begriffe 423
18.3 Trennen 423

18.3.1 Maßnahmen zum Trennen . . . 423
18.3.2 Geräte zum Trennen . . . 424
18.4 Ausschalten für mechanische Wartung (Instandhaltung) . . . 425
18.4.1 Maßnahmen zur mechanischen Wartung (Instandhaltung) . . . 425
18.4.2 Geräte zum Ausschalten bei mechanischer Wartung (Instandhaltung) 426
18.5 Schalthandlungen im Notfall . . . 427
18.5.1 Maßnahmen bei Schaltungen im Notfall . . . 427
18.5.2 Geräte zum Schalten im Notfall . . . 428
18.6 Betriebsmäßiges Schalten . . . 430
18.6.1 Maßnahmen zum betriebsmäßigen Schalten . . . 430
18.6.1.1 Maßnahmen für Steuerstromkreise . . . 431
18.6.1.2 Maßnahmen für Motorsteuerungen . . . 431
18.6.2 Schaltgeräte für betriebsmäßiges Schalten . . . 431

19 Leuchten und Beleuchtungsanlagen – DIN VDE 0100-559 . . . 433
19.1 Anbringen von Leuchten auf Gebäudeteilen . . . 435
19.2 Anbringung von Leuchten auf Einrichtungsgegenständen . . . 435
19.3 Lampenbetriebsgeräte . . . 437
19.3.1 Vorschaltgeräte . . . 437
19.3.2 Kompensationskondensatoren . . . 437
19.4 Sicherheitszeichen und technisch relevante Bildzeichen für Leuchten und deren Zubehör . . . 437
19.5 Aufschriften auf Leuchten nach DIN EN 60598-1 (**VDE 0711-1**) bezüglich der Montageoberfläche . . . 441
19.6 Befestigung von Leuchten . . . 442
19.7 Schutzarten für Leuchten . . . 445
19.8 Lampengruppen und Lichtbänder . . . 445
19.9 Auswahl der Leitungen bei Leuchten . . . 446
19.9.1 Leitungsbemessung bei Leuchten . . . 446
19.9.2 Durchgangsverdrahtung . . . 447
19.10 Kompensation von Entladungslampen . . . 447
19.11 Besondere Beleuchtungsanlagen . . . 448
19.11.1 Leuchten für Vorführstände . . . 448
19.11.2 Beleuchtungsanlagen im Freien . . . 449
19.11.3 Kleinspannungsbeleuchtungsanlagen . . . 450
19.11.4 Stromschienensysteme für Leuchten . . . 454
19.12 Literatur zu Kapitel 17 . . . 456

20 Prüfungen – DIN VDE 0100-600 . . . 457
20.1 Allgemeine Anforderungen . . . 458
20.2 Prüfen . . . 458
20.3 Besichtigen . . . 459
20.3.1 Allgemeine Besichtigung . . . 460
20.3.2 Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren . . . 460

20.3.3 Schutzmaßnahmen mit Schutzleiter . . . 461
20.3.4 Schutzmaßnahmen ohne Schutzleiter . . . 461
20.4 Erproben und Messen . . . 462
20.5 Messgeräte zum Prüfen . . . 463
20.6 Dokumentation der Prüfung . . . 464
20.7 Literatur zu Kapitel 20 . . . 467

21 Steckvorrichtungen – VDE 0620, VDE 0623 und VDE 0625 . . . 469
21.1 Steckvorrichtungen für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – VDE 0620 und VDE 0625 . . . 471
21.2 Steckvorrichtungen für industrielle Anwendungen – VDE 0623 . . . 471

22 Überstrom-Schutzeinrichtungen – VDE 0636 und VDE 0641 . . . 477
22.1 Niederspannungssicherungen – VDE 0636 . . . 477
22.1.1 Anforderungen an Niederspannungssicherungen . . . 477
22.1.2 Technische Anforderungen an Niederspannungssicherungen . . . 479
22.1.2.1 Bemessungswerte von Sicherungen . . . 479
22.1.2.2 Ausschaltbereich und Betriebsklasse . . . 480
22.1.2.3 Strom-Zeit-Kennlinien, Strom-Zeit-Bereiche . . . 481
22.1.2.4 Leistungsabgabe . . . 481
22.1.2.5 Bemessungsausschaltvermögen . . . 482
22.1.2.6 Konventionelle Prüfzeiten und Prüfströme . . . 482
22.1.2.7 Ausschaltzeiten . . . 482
22.1.2.8 Durchlassstrom und Durchlassstrom-Kennlinie (Strombegrenzung) . 483
22.1.2.9 Aufschriften auf Sicherungen . . . 484
22.1.3 NH-Sicherungssystem – DIN VDE 0636-2 . . . 484
22.1.3.1 Bemessungswerte für NH-Sicherungen . . . 486
22.1.3.2 Ausschaltbereich und Betriebsklasse von NH-Sicherungen . . . 486
22.1.3.3 Strom-Zeit-Bereiche von NH-Sicherungen . . . 487
22.1.3.4 Leistungsabgabe von NH-Sicherungen . . . 490
22.1.3.5 Bemessungsausschaltvermögen von NH-Sicherungen . . . 490
22.1.3.6 Konventionelle Prüfströme und Prüfzeiten für NH-Sicherungen . . . 491
22.1.3.7 Ausschaltzeiten von NH-Sicherungen . . . 492
22.1.3.8 Durchlassstrom und Durchlassstromkennlinien von NH-Sicherungen 492
22.1.3.9 Aufschriften auf NH-Sicherungen . . . 493
22.1.4 Schraubsicherungen (D- und D0-System) – DIN VDE 0636-3 . . . 494
22.1.4.1 Bemessungswerte für D- und D0-Sicherungen . . . 495
22.1.4.2 Ausschaltbereiche und Betriebsklassen für D- und D0-Sicherungen . 495
22.1.4.3 Strom-Zeit-Bereiche und Strom-Zeit-Kennlinien für D- und D0-Sicherungen . . . 495
22.1.4.4 Leistungsabgabe von D- und D0-Sicherungen . . . 498
22.1.4.5 Bemessungsausschaltvermögen von D- und D0-Sicherungen . . . 498
22.1.4.6 Konventionelle Prüfzeiten und Prüfströme von D- und D0-Sicherungen . . . 498

22.1.4.7 Ausschaltzeiten von D- und D0-Sicherungen 499
22.1.4.8 Durchlassstrom und Durchlassstromkennlinien von D- und D0-Sicherungen 499
22.1.4.9 Aufschriften auf D- und D0-Sicherungen 499
22.2 Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) – VDE 0641 499
22.2.1 Allgemeine Anforderungen 499
22.2.2 Technische Anforderungen an LS-Schalter 501
22.2.2.1 Bemessungswerte für LS-Schalter 501
22.2.2.2 Ausschaltcharakteristik (Charakteristik) für LS-Schalter 502
22.2.2.3 Strom-Zeit-Bereiche und Strom-Zeit-Kennlinien für LS-Schalter . . . 502
22.2.2.4 Leistungsabgabe und Verlustleistung von LS-Schaltern 504
22.2.2.5 Bemessungsschaltvermögen für LS-Schalter. 505
22.2.2.6 Konventionelle Prüfströme und Prüfzeiten für LS-Schalter 505
22.2.2.7 Ausschaltzeiten für LS-Schalter. 506
22.2.2.8 Strombegrenzung für LS-Schalter 506
22.2.2.9 Aufschriften auf LS-Schaltern 507
22.3 Selektive Haupt-Leitungsschutzschalter (SH-Schalter). 508
22.4 Selektivität 511
22.5 Literatur zu Kapitel 22 514

23 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) 515
23.1 RCDs nach VDE 0664 oder VDE 0660. 517
23.1.1 Technische Anforderungen. 518
23.1.2 Produktinformationen für RCCBs und RCBOs. 523
23.1.2.1 Bemessungswerte. 523
23.1.2.2 Abschaltzeiten und Nichtauslösezeiten 523
23.1.2.3 Bemessungsschaltvermögen und Bemessungskurzschlussstrom. 525
23.1.2.4 Überlastschutz bei Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen 526
23.1.2.5 Stoßstromfestigkeit und Stoßstromfestigkeit. 527
23.1.2.6 Aufschriften (Normbeschriftung) 528
23.2 Auswahl und Errichtung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD). 531
23.2.1 RCD zum Schutz gegen elektrischen Schlag. 532
23.2.2 RCD zum Brandschutz. 534
23.2.3 Auswahl unter Berücksichtigung von Stromimpulsen (Stoßströmen) 534
23.2.4 Auswahl bei Berücksichtigung der Selektivität. 535
23.2.5 RCD-Typ – Auswahl unter Berücksichtigung der Fehlerstromarten . . 535
23.2.6 Zusammenfassende Betrachtung zur Auswahl von RCDs. 536
23.3 PRCD – DIN VDE 0661 537
23.4 Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz (CBR) – DIN EN 60947-2 (**VDE 0660-101**), Anhang B 539
23.5 Literatur zu Kapitel 23 540

24 Isolationsüberwachungsgeräte (IMD) – DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8) 541
24.1 Technische Anforderungen. 542
24.2 Aufschriften auf Isolationsüberwachungsgeräten 543
24.3 Einrichtung zur Isolationsfehlersuche (IFLS) – DIN EN 61557-9 (**VDE 0413-9**) 544
24.4 Literatur zu Kapitel 24 546

25 Überspannungsschutzgeräte nach der Normenreihe VDE 0675 . . 547
25.1 Technische Grundlagen 548
25.2 Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen 550
25.2.1 Überspannungsschutzgeräte für den Einbau in Niederspannungsnetzen 551
25.2.2 Überspannungsschutzgeräte für den Einbau in Verbraucheranlagen . . 551
25.2.3 Überspannungsschutzgeräte für ortsveränderliche Geräte. 552
25.3 Literatur zu Kapitel 25 553

26 Brandschutz 555
26.1 Normen für den Brandschutz 555
26.2 Physikalische Grundlagen 555
26.3 Wärmequellen 556
26.4 Elektrische Geräte als Zündquelle 557
26.5 Isolationsfehler als Zündquelle 557
26.6 Lichtbogen als Zündquelle. 558
26.7 Brandverhalten von Baustoffen 559
26.7.1 Nicht brennbare Baustoffe 560
26.7.2 Brennbare Baustoffe. 560
26.8 Brandverhalten von Bauteilen nach DIN 4102-2. 561
26.9 Temperaturen von Bränden 562
26.10 Bauliche Brandschutzmaßnahmen. 563
26.11 Brandschutz durch vorbeugende Installationstechnik 565
26.11.1 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) für den Brandschutz. 566
26.11.2 Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtung (AFDD) für Endstromkreise . . . 567
26.12 Schutz gegen thermische Einflüsse 570
26.13 Brandschutz bei feuergefährdeten Betriebsstätten DIN VDE 0100-420 571
26.14 Literatur zu Kapitel 26 575

27 Anhang 577
27.1 Anhang A: Berechnung des kleinsten Kurzschlussstroms nach DIN EN 60909-0 (**VDE 0102**). 577
27.1.1 Grundlagen. 577
27.1.2 Beispiel zur Berechnung des kleinsten Kurzschlussstroms 586

27.2 Anhang B: Maximal zulässige Stromkreislänge 588
27.3 Anhang C: Berechnung des *k*-Faktors zur Schutzleiter-Querschnittsbestimmung – DIN VDE 0100-540 591
27.3.1 Grundlagen 591
27.3.2 Tabellen zur Ermittlung des *k*-Faktors 592
27.3.3 Beispiel zur Berechnung des Wertes für den Faktor *k* 595
27.4 Anhang D: Berechnung des größten Kurzschlussstroms 597
27.4.1 Grundlagen 597
27.4.2 Beispiel zur Berechnung des größten Kurzschlussstroms 602
27.5 Anhang E: Maximal zulässige Leitungslängen unter Berücksichtigung des Spannungsfalls – DIN VDE 0100-520 Beiblatt 2 605
27.6 Anhang F: Umrechnung von Leiterwiderständen 608
27.7 Anhang G: Berechnung von Ausbreitungswiderständen von Erdern – DIN EN 50522 (**VDE 0101-2**) 611
27.7.1 Grundlagen zur Berechnung von Ausbreitungswiderständen 611
27.7.2 Spezifischer Erdwiderstand ρ_E 611
27.7.3 Ausbreitungswiderstand von Erdern 614
27.7.3.1 Oberflächenerder 615
27.7.3.2 Tiefenerder 617
27.7.3.3 Fundamenterder 619
27.7.3.4 Natürliche Erder 619
27.7.3.5 Maschenerder 620
27.7.3.6 Kombination aus einem Oberflächenerder und einem Tiefenerder . . . 621
27.7.4 Beispiele zur Berechnung des Ausbreitungswiderstands von Erdern . 621
27.7.4.1 Beispiel für Oberflächenerder 621
27.7.4.2 Beispiel für Tiefenerder 622
27.7.4.3 Beispiel für Fundamenterder 623
27.8 Literatur zu Kapitel 27 624

28 Abkürzungen 625

29 Weiterführende Literatur 635

30 Stichwortverzeichnis 637