

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Grundlagen zur Normung . . . . .</b>	<b>21</b>
1.1	Internationale, regionale und nationale Normung . . . . .	21
1.1.1	IEC: International Electrotechnical Commission. . . . .	22
1.1.2	CENELEC: Comité Européen de Normalisation Electrotechnique . . . . .	22
1.1.3	DKE: Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE . . . . .	23
1.1.4	DIN: Deutsches Institut für Normung e.V. . . . .	23
1.1.5	VDE: Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. . . . .	24
1.2	Grundsätze und Organisation der Normungsarbeit . . . . .	25
1.3	Das VDE-Vorschriftenwerk . . . . .	25
1.4	Entstehung einer DIN-VDE-Norm. . . . .	31
1.5	Aktualisierungen von Normen . . . . .	34
1.6	Widerspruchsfreiheit der Aussagen in VDE-Normen . . . . .	35
1.7	Kennzeichnung von Produkten durch Prüf- und Zertifizierungszeichen . . . . .	35
1.8	Pilotfunktion und Gruppenfunktion von bestimmten Normen. . . . .	39
1.9	Rechtliche Stellung des VDE-Vorschriftenwerks. . . . .	40
1.10	Anwendungsbereich und Struktur der DIN VDE 0100 –DIN VDE 0100-100 . . . . .	42
1.11	Errichten elektrischer Anlagen. . . . .	46
1.12	Literatur zu Kapitel 1 . . . . .	47
<b>2</b>	<b>Begriffe – DIN VDE 0100-200 . . . . .</b>	<b>49</b>
2.1	Bemessungsdaten – DIN 40200 . . . . .	49
2.2	Anlagen, Betriebsmittel und Netze . . . . .	50
2.3	Elektrischer Schlag und Schutzmaßnahmen sowie Teile einer Anlage. . . . .	52
2.4	Elektrische Stromkreise . . . . .	56
2.5	Spannungen . . . . .	56
2.6	Ströme . . . . .	59
2.7	Isolierungen . . . . .	60
2.8	Leiterarten . . . . .	60
2.9	Erde, Erdungen und Potentialausgleich . . . . .	62
2.10	Trennen und Schalten . . . . .	65
2.11	Raumarten . . . . .	66
2.12	Fehlerarten . . . . .	67
2.13	Kabel- und Leitungsanlagen. . . . .	68
2.14	Arbeitskräfte. . . . .	69

<b>3</b>	<b>Technische Grundlagen . . . . .</b>	<b>71</b>
3.1	Gefahren durch Elektrizität – DIN IEC/TS 60479-1 (VDE V 0140-479-1) . . . . .	71
3.1.1	Stromstärke und Einwirkungsdauer . . . . .	72
3.1.2	Körperimpedanz und Stromweg . . . . .	73
3.1.3	Stromart bzw. Frequenz . . . . .	75
3.1.4	Herzstromfaktor . . . . .	76
3.1.5	Zulässige Berührungsspannung . . . . .	77
3.2	Schutzklassen – DIN EN 61140 (VDE 0140-1) . . . . .	78
3.3	Schutzarten – DIN EN 60529 (VDE 0470-1) . . . . .	79
3.4	Allgemeines für Stromversorgungssysteme – DIN VDE 0100-100 . . . . .	81
3.4.1	Elektrische Größen . . . . .	82
3.4.2	Stromversorgungssysteme nach der Art der Erdverbindung . . . . .	83
3.4.2.1	TN-Systeme . . . . .	84
3.4.2.2	TT-System . . . . .	86
3.4.2.3	IT-System . . . . .	86
3.4.3	Äußere Einflüsse . . . . .	87
3.5	Schutzmaßnahmen, Schutzvorkehrungen . . . . .	88
3.6	Literatur zu Kapitel 3 . . . . .	90
<b>4</b>	<b>Allgemeine Anforderungen an Schutzmaßnahmen – DIN VDE 0100-410 . . . . .</b>	<b>91</b>
4.1	Basissschutz, Schutz gegen direktes Berühren . . . . .	92
4.1.1	Basissschutz durch Isolierung – DIN VDE 0100-410 Anhang A . . . . .	93
4.1.2	Basissschutz durch Abdeckungen oder Umhüllungen – DIN VDE 0100-410 Anhang A . . . . .	94
4.1.3	Basissschutz durch Hindernisse – DIN VDE 0100-410 Anhang B . . . . .	95
4.1.4	Basissschutz durch Anordnung außerhalb des Handbereichs – DIN VDE 0100-410 Anhang B . . . . .	96
4.2	Fehlerschutz, Schutz bei indirektem Berühren . . . . .	97
4.3	Schutzmaßnahmen zur ausschließlichen Anwendung, wenn die Anlage nur durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unter- wiesene Personen betrieben wird – DIN VDE 0100-410 Anhang C . . . . .	103
4.3.1	Schutz durch nicht leitende Umgebung . . . . .	103
4.3.2	Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzzpotentialausgleich . . . . .	104
4.3.3	Schutz durch Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel . . . . .	106
4.4	Kombination von Schutzmaßnahmen . . . . .	111
4.5	Zusatzschutz . . . . .	111
4.6	Literatur zu Kapitel 4 . . . . .	111
<b>5</b>	<b>Schutzmaßnahme: Automatische Abschaltung der Stromversorgung – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411 . . . . .</b>	<b>113</b>
5.1	Fehlerschutz im TN-System – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.4 . . . . .	116

5.1.1	TN-System mit Überstrom-Schutzeinrichtungen . . . . .	119
5.1.2	TN-System mit RCD . . . . .	123
5.1.3	Kombination von Überstrom-Schutzeinrichtungen für den Fehlerschutz und RCDs für den Zusatzschutz . . . . .	125
5.1.4	Erdungsbedingungen im TN-System . . . . .	126
5.1.5	Spannungsbegrenzung bei Erdschluss eines Außenleiters – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.4.1 . . . . .	126
5.2	Fehlerschutz im TT-System – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.5	132
5.2.1	TT-System mit Überstrom-Schutzeinrichtungen . . . . .	134
5.2.2	TT-System mit RCD . . . . .	138
5.2.2.1	Allgemeines . . . . .	138
5.2.2.2	Reihenschaltung von RCDs . . . . .	139
5.3	Fehlerschutz im IT-System – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.6	139
5.4	FELV Schutz durch Kleinspannung, die nicht sicher erzeugt wird – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.7 . . . . .	146
5.4.1	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) . . . . .	147
5.4.2	Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) . . . . .	147
5.4.3	Stromquellen für FELV-Systeme . . . . .	148
5.4.4	Steckvorrichtungen für FELV-Systeme . . . . .	149
<b>6</b>	<b>Schutzmaßnahme: Doppelte oder verstärkte Isolierung – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 412.</b> . . . . .	<b>151</b>
6.1	Anforderungen an Betriebsmittel – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 412.2.1 . . . . .	154
6.2	Anforderungen an Abdeckungen und Umhüllungen – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 412.2.2 . . . . .	155
6.3	Anforderungen bei Errichtung – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 412.2.3 . . . . .	156
6.4	Anforderungen an Kabel- und Leitungsanlagen – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 412.2.4 . . . . .	156
<b>7</b>	<b>Schutzmaßnahme: Schutztrennung mit nur einem Verbrauchsmittel – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 413.</b> . . . . .	<b>157</b>
<b>8</b>	<b>Schutzmaßnahme: Schutz durch Kleinspannung mittels SELV und PELV – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 414.</b> . . . . .	<b>161</b>
8.1	Basisschutz (Schutz bei direktem Berühren) und Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 414.2 . . . . .	164
8.1.1	Stromquellen für SELV und PELV . . . . .	166
8.1.2	Anordnung von Stromkreisen . . . . .	168
8.1.3	Schutz gegen direktes Berühren . . . . .	170
8.1.4	Schutz bei indirektem Berühren . . . . .	170

8.1.5	Zusammenfassung .....	170
8.2	Beharrungsberührungsstrom und Ladung – DIN EN 61140 (VDE 0140-1).....	171
<b>9</b>	<b>Zusätzlicher Schutz – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 415.....</b>	<b>173</b>
9.1	Zusätzlicher Schutz: Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs).....	175
9.1.1	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) in TN- und TT-Systemen.....	175
9.1.2	Zusätzlicher Schutz durch RCDSim IT-System .....	177
9.1.3	Zusätzlicher Schutz durch RCDs bei Schutzisolierung .....	178
9.1.4	Zusätzlicher Schutz durch RCDs bei Schutztrennung .....	178
9.2	Zusätzlicher Schutz durch zusätzlichen Schutzenpotentialausgleich – Teil 410 Abschnitt 415.2 .....	179
9.3	Zusätzlicher Schutz für Endstromkreise für den Außenbereich und Steckdosen – Teil 410 Abschnitt 411.3.3 .....	180
9.4	Literatur zu Kapitel 9 .....	180
<b>10</b>	<b>Auswahl und Errichtung von Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzenpotentialausgleichsleiter – DIN VDE 0100-540 .....</b>	<b>181</b>
10.1	Allgemeines – DIN VDE 0100-540 Abschnitt 541 .....	181
10.2	Anwendungsbereich.....	182
10.3	Begriffe.....	182
10.4	Kennzeichnung von Leitern durch Farben oder alphanumerische Zeichen.....	188
10.4.1	Allgemeines .....	188
10.4.2	Kennzeichnung durch Farben.....	188
10.4.2.1	Allgemeine Festlegungen.....	188
10.4.2.2	Wechselstrom-Außenleiter .....	189
10.4.2.3	Neutral- oder Mittelleiter .....	189
10.4.3	Anwendung von Zwei-Farben-Kombinationen .....	189
10.4.3.1	Schutzleiter.....	189
10.4.3.2	PEN-Leiter .....	190
10.4.3.3	PEL-Leiter .....	190
10.4.3.4	PEM-Leiter.....	192
10.4.4	Kennzeichnung durch alphanumerische Zeichen.....	192
<b>11</b>	<b>Erdungsanlagen – DIN VDE 0100-540 Abschnitt 542.....</b>	<b>193</b>
11.1	Allgemeine Anforderungen – Teil 540 Abschnitt 542.1.....	193
11.2	Erder – Teil 540 Abschnitt 542.2 .....	193
11.3	Erderarten.....	197
11.3.1	Oberflächenerder .....	197
11.3.2	Tiefenerder .....	198
11.3.3	Plattenerder.....	198
11.3.4	Fundamenteder .....	198

11.3.4.1	Allgemeine Festlegungen . . . . .	200
11.3.4.2	Werkstoffe für Fundamenterder und Anschlussfahnen . . . . .	200
11.3.4.3	Fundamenterder bei Gebäuden mit Fundamentwannen und bei Perimeterdämmung . . . . .	202
11.3.4.4	Fundamenterder als Blitzschutzerder . . . . .	202
11.3.5	Natürliche Erder . . . . .	203
11.4	Berechnung von Ausbreitungswiderständen . . . . .	203
11.5	Erdungsleiter – Teil 540 Abschnitt 542.3 . . . . .	204
11.6	Haupterdungsschiene – Teil 540 Abschnitt 542.4 . . . . .	205
<b>12</b>	<b>Schutzleiter – DIN VDE 0100-540 Abschnitt 543</b> . . . . .	<b>207</b>
12.1	Querschnitte von Schutzleitern – Teil 540 Abschnitt 543.1 . . . . .	207
12.2	Arten von Schutzleitern – Teil 540 Abschnitt 543.2 . . . . .	210
12.3	Erhalten der elektrischen Eigenschaften von Schutzleitern – Teil 540 Abschnitt 543.3 . . . . .	212
12.4	PEN-Leiter – Teil 540 Abschnitt 543.4 . . . . .	213
12.5	Kombinierte Schutzerdungsleiter und Funktionserdungsleiter – Teil 540 Abschnitt 543.5 . . . . .	215
12.6	Anordnung von Schutzleitern – Teil 540 Abschnitt 543.6 . . . . .	216
12.7	Verstärkte Schutzleiter für Schutzleiterströme größer 10 mA – Teil 540 Abschnitt 543.7 . . . . .	216
12.8	Kennzeichnung von Schutzleiter und PEN-Leiter – Teil 510 Abschnitt 514.3 . . . . .	217
12.9	Schutzleiterströme – Teil 510 Abschnitt 516 . . . . .	218
<b>13</b>	<b>Schutzzpotentialausgleichsleiter – DIN VDE 0100-540 Abschnitt 544</b> . . . . .	<b>221</b>
13.1	Erdungsanlage und Potentialausgleich eines Gebäudes . . . . .	221
13.2	Schutzzpotentialausgleichsleiter für die Verbindung mit der Haupterdungsschiene – Teil 540 Abschnitt 544.1 . . . . .	223
13.3	Schutzzpotentialausgleichsleiter für den zusätzlichen Schutzzpotentialausgleich – Teil 540 Abschnitt 544.2 . . . . .	225
13.3.1	Schutzzpotentialausgleichsleiter zwischen zwei Körpern elektrischer Betriebsmittel – Teil 540 Abschnitt 544.2.1 . . . . .	225
13.3.2	Schutzzpotentialausgleichsleiter zwischen einem Körper und einem fremden leitfähigen Teil – Teil 540 Abschnitt 544.2.2 . . . . .	226
13.3.3	Mindestquerschnitte für den zusätzlichen Schutzzpotentialausgleichsleiter – Teil 540 Abschnitt 544.2.3 . . . . .	227
13.4	Literatur zu Kapitel 10 bis 13 . . . . .	227

<b>14</b>	<b>Schutz bei Überspannungen . . . . .</b>	<b>229</b>
14.1	Schutz von Niederspannungsanlagen bei Erdschlüssen in Netzen mit höherer Spannung – DIN VDE 0100-442 . . . . .	229
14.2	Schutz gegen transiente Überspannungen – DIN VDE 0100-443 und DIN VDE 0100-534 . . . . .	234
14.2.1	Allgemeines . . . . .	234
14.2.2	Überspannungs-Schutzeinrichtungen in Gebäuden (Verbraucheranlagen) . . . . .	236
14.2.2.1	Überspannungs-Schutzeinrichtungen in TN-Systemen . . . . .	236
14.2.2.2	Überspannungs-Schutzeinrichtungen im TT-System . . . . .	237
14.2.2.3	Überspannungs-Schutzeinrichtungen im IT-System . . . . .	237
14.2.3	Überspannungs-Schutzeinrichtungen im Niederspannungsnetz . . . . .	239
14.3	Schutz gegen elektromagnetische Störungen (EMI) – DIN VDE 0100-444 . . . . .	241
14.3.1	Einführung . . . . .	241
14.3.2	Grundsätzliche Anforderungen . . . . .	242
14.3.2.1	Netzsysteme . . . . .	242
14.3.2.2	Mehrfaheinspeisung . . . . .	242
14.3.2.3	Verschiedene Netzstrukturen für den Potentialausgleich . . . . .	244
14.3.2.4	Funktionserdungsleiter . . . . .	246
14.4	Literatur zu Kapitel 14 . . . . .	247
<b>15</b>	<b>Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – DIN VDE 0100-510 . . . . .</b>	<b>251</b>
15.1	Allgemeine Bestimmungen . . . . .	251
15.2	Betriebsbedingungen . . . . .	252
15.3	Äußere Einflüsse . . . . .	253
15.4	Zugänglichkeit . . . . .	254
15.5	Kennzeichnung . . . . .	255
15.6	Vermeidung gegenseitiger nachteiliger Beeinflussung . . . . .	256
15.7	Kurzschlussströme . . . . .	257
15.8	Luftstrecken und Kriechstrecken – VDE 0110-1 . . . . .	257
15.8.1	Luftstrecken . . . . .	260
15.8.2	Kriechstrecken . . . . .	265
15.9	Schaltpläne und Dokumentation . . . . .	265
15.10	Literatur zu Kapitel 15 . . . . .	266
<b>16</b>	<b>Kabel und Leitungen . . . . .</b>	<b>267</b>
16.1	Mindestquerschnitte – Teil 520 Abschnitt 524 . . . . .	267
16.2	Spannungsfall in Verbraucheranlagen – Teil 520 Abschnitt 525 . . . . .	268
16.3	Kurzzeichen für Kabel – DIN VDE 0298 . . . . .	274
16.4	Häufig verwendete Kabel . . . . .	275

16.5	Kurzzeichen für Leitungen nach nationalen Normen – DIN VDE 0250 . . . . .	276
16.6	Kurzzeichen für harmonisierte Leitungen – DIN VDE 0281 und DIN VDE 0282 . . . . .	278
16.7	Häufig verwendete Leitungen . . . . .	280
16.8	Anwendungsbereiche von Kabeln und Leitungen . . . . .	280
16.8.1	Leichte Zwillingsleitung H03VH . . . . .	288
16.8.2	PVC-Schlauchleitung H03VV . . . . .	288
16.8.3	PVC-Schlauchleitung H05VV . . . . .	288
16.8.4	PVC-Verdrahtungsleitung H05V . . . . .	289
16.8.5	Wärmebeständige PVC-Verdrahtungsleitung H05V2 . . . . .	289
16.8.6	PVC-Lichterkettenleitung H03VH7 . . . . .	289
16.8.7	PVC-Aderleitung H07V . . . . .	289
16.8.8	Wärmebeständige PVC-Aderleitung H07V2 . . . . .	289
16.8.9	Kältebeständige PVC-Aderleitung H07V3 . . . . .	290
16.8.10	Leichte und mittlere PVC-Schlauchleitung H03V2V2/H03V2V2H2 und H05V2V2/H05V2V2H2 . . . . .	290
16.8.11	Ölbeständige PVC-Steuerleitung H05VV5 und H05VVC4V5 . . . . .	290
16.8.12	Lichterkettenleitung H05RN/H05RNH2 und H03RN-F . . . . .	290
16.8.13	Wärmebeständige Silikon-Aderleitung H05SJ . . . . .	290
16.8.14	Wärmebeständige Silikon-Mantelleitung H05SS . . . . .	291
16.8.15	Lichtbogen-Schweißleitungen H01N2 . . . . .	291
16.8.16	Wärmebeständige Gummi-Aderleitung H05G und H07G . . . . .	291
16.8.17	Gummi-Schlauchleitung H05RR und H05RN . . . . .	291
16.8.18	Schwere Gummi-Schlauchleitung H07RN . . . . .	292
16.8.19	Wärme- und kältebeständige Schlauchleitung H05BQ und H07BQ . . . . .	292
16.8.20	Wärmebeständige Schlauchleitung H05BB . . . . .	292
16.8.21	Schwere wärmebeständige Schlauchleitung H07BB . . . . .	292
16.8.22	Mittlere wärmebeständige Schlauchleitung H05BN4 . . . . .	293
16.8.23	Schwere wärmebeständige Schlauchleitung H07BN4 . . . . .	293
16.8.24	PVC-Mantelleitung NYM . . . . .	294
16.8.25	Stegleitung NYIF und NYIFY . . . . .	294
16.8.26	Bleimantelleitung NYBUY . . . . .	294
16.8.27	Gummi-Schlauchleitung NSSHÖU . . . . .	294
16.8.28	Gummi-Flachleitung NGFLGÖU . . . . .	294
16.8.29	Leitungstrosse NMTWÖU und NMSWÖU . . . . .	295
16.8.30	ETFE-Aderleitung N7YA und N7YAF . . . . .	295
16.8.31	Silikon-Fassungssaderleitung N2GFA und N2GFAF . . . . .	295
16.8.32	Sonder-Gummiaaderleitung NSGAFÖU . . . . .	295
16.8.33	Gummi-Schlauchleitung NMHVÖU . . . . .	295
16.8.34	Gummi-Schlauchleitung NSHCÖU . . . . .	296
16.8.35	Gummi-Schlauchleitung NSHTÖU . . . . .	296
16.8.36	Mineralisierte Leitung (ohne festgelegtes Kurzzeichen) . . . . .	296

16.9	Kennzeichnung von Kabeln und Leitungen . . . . .	296
16.10	Farbige Kennzeichnung von Kabeln und Leitungen . . . . .	298
16.11	Allgemeines zum Verlegen von Kabeln und Leitungen – DIN VDE 0100-520 . . . . .	305
16.12	Anforderungen an die Verlegung von Kabeln und Leitungen . . . . .	309
16.12.1	Installationszonen . . . . .	309
16.12.2	Verdrahtungsleitungen . . . . .	311
16.12.3	Aderleitungen . . . . .	311
16.12.4	Stegleitungen . . . . .	311
16.12.5	Mantelleitungen . . . . .	311
16.12.6	Flexible Leitungen . . . . .	311
16.12.7	Kabel . . . . .	312
16.13	Verlegung von Kabeln und Leitungen . . . . .	312
16.13.1	Elektroinstallationsrohrsysteme für elektrische Installationen . . . . .	312
16.13.2	Verlegung in Elektro-Installationskanälen . . . . .	316
16.13.3	Verlegung in unterirdischen Kanälen und Schutzrohren . . . . .	318
16.13.4	Verlegung in Beton . . . . .	318
16.13.5	Verlegung von Kabeln in Erde . . . . .	318
16.13.6	Verlegung von Kabeln an Decken, auf Wänden und auf Pritschen . . . . .	319
16.13.7	Zugbeanspruchungen für Kabel und Leitungen . . . . .	320
16.13.8	Kabelverlegung bei tiefen Temperaturen . . . . .	321
16.14	Zusammenfassen der Leiter verschiedener Stromkreise . . . . .	322
16.14.1	Aderleitungen in Elektro-Installationsrohren und Elektro-Installationskanälen . . . . .	322
16.14.2	Mehraderleitungen und Kabel . . . . .	322
16.14.3	Haupt- und Hilfsstromkreise getrennt verlegt . . . . .	323
16.14.4	Stromkreise, die mit Kleinspannung SELV und PELV betrieben werden . . . . .	323
16.14.5	Stromkreise mit unterschiedlicher Spannung . . . . .	324
16.14.6	Neutralleiter bzw. PEN-Leiter . . . . .	324
16.14.7	Schutzleiter . . . . .	324
16.15	Erdschluss- und kurzschluss sichere Verlegung . . . . .	324
16.16	Anschlussstellen und Verbindungen . . . . .	326
16.17	Kreuzungen und Näherungen . . . . .	328
16.18	Maßnahmen gegen Brände und Brandfolgen . . . . .	328
16.19	Literatur zu Kapitel 16 . . . . .	328
<b>17</b>	<b>Bemessung von Kabeln und Leitungen – DIN VDE 0100-430 . . . . .</b>	<b>329</b>
17.1	Allgemeine Anforderungen . . . . .	329
17.2	Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen . . . . .	330
17.3	Umrechnungsfaktoren für die Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen . . . . .	340

<b>17</b>	<b>Schutzmaßnahmen bei Kurzschluss – DIN VDE 0100-430 und DIN VDE 0100-435</b>	<b>345</b>
17.4	Schutz bei Überlast . . . . .	345
17.4.1	Allgemeines . . . . .	345
17.4.2	Zuordnung der Überstrom-Schutzeinrichtungen . . . . .	347
17.4.3	Anordnung der Überstrom-Schutzeinrichtungen bei Überlast . . . . .	348
17.5	Schutz bei Kurzschluss . . . . .	349
17.5.1	Allgemeines . . . . .	349
17.5.2	Anordnung der Kurzschluss-Schutzeinrichtungen . . . . .	356
17.6	Koordinieren des Schutzes bei Überlast und Kurzschluss – Teil 430 Abschnitt 435 . . . . .	357
17.6.1	Schutz durch eine gemeinsame Schutzeinrichtung . . . . .	357
17.6.2	Schutz durch getrennte Schutzeinrichtungen . . . . .	359
17.6.3	Gemeinsame Versetzung der Schutzeinrichtungen für Überlast- und Kurzschlusschutz . . . . .	363
17.6.4	Verzicht auf Schutzeinrichtungen für Überlast- und Kurzschlusschutz . . . . .	363
17.7	Literatur zu Kapitel 17 . . . . .	364
<b>18</b>	<b>Trennen und Schalten – DIN VDE 0100-460 und DIN VDE 0100-537</b>	<b>365</b>
18.1	Allgemeines . . . . .	365
18.2	Begriffe . . . . .	366
18.3	Trennen . . . . .	366
18.3.1	Maßnahmen zum Trennen . . . . .	366
18.3.2	Geräte zum Trennen . . . . .	367
18.4	Ausschalten für mechanische Wartung (Instandhaltung) . . . . .	368
18.4.1	Maßnahmen zur mechanischen Wartung (Instandhaltung) . . . . .	368
18.4.2	Geräte zum Ausschalten bei mechanischer Wartung (Instandhaltung) . . . . .	369
18.5	Schalthandlungen im Notfall . . . . .	370
18.5.1	Maßnahmen bei Schaltungen im Notfall . . . . .	370
18.5.2	Geräte zum Schalten im Notfall . . . . .	371
18.6	Betriebsmäßiges Schalten . . . . .	373
18.6.1	Maßnahmen zum betriebsmäßigen Schalten . . . . .	373
18.6.1.1	Maßnahmen für Steuerstromkreise . . . . .	373
18.6.1.2	Maßnahmen für Motorsteuerungen . . . . .	373
18.6.2	Schaltgeräte für betriebsmäßiges Schalten . . . . .	374
<b>19</b>	<b>Leuchten und Beleuchtungsanlagen – DIN VDE 0100-559</b>	<b>375</b>
19.1	Anbringung von Leuchten auf Gebäudeteilen . . . . .	376
19.2	Anbringung von Leuchten auf Einrichtungsgegenständen . . . . .	377
19.3	Vorschaltgeräte . . . . .	378
19.4	Sicherheitszeichen und technisch relevante Bildzeichen für Leuchten und deren Zubehör . . . . .	378

19.5	Aufschriften auf Leuchten . . . . .	383
19.6	Befestigung von Leuchten . . . . .	384
19.7	Schutzarten für Leuchten . . . . .	384
19.8	Besondere Beleuchtungsanlagen . . . . .	384
19.8.1	Leuchten für Vorführstände . . . . .	384
19.8.2	Fassausleuchten und bewegliche Backofenleuchten . . . . .	387
19.8.3	Kleinspannungsbeleuchtungsanlagen. . . . .	387
19.8.4	Beleuchtungsanlagen im Freien . . . . .	389
19.9	Literatur zu Kapitel 19 . . . . .	391
<b>20</b>	<b>Prüfungen – DIN VDE 0100-600</b> . . . . .	<b>393</b>
20.1	Allgemeine Anforderungen . . . . .	393
20.2	Prüfen . . . . .	394
20.3	Besichtigen . . . . .	394
20.3.1	Allgemeine Besichtigung . . . . .	395
20.3.2	Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren . . . . .	395
20.3.3	Schutzmaßnahmen mit Schutzleiter . . . . .	395
20.3.4	Schutzmaßnahmen ohne Schutzleiter. . . . .	396
20.4	Erproben und Messen . . . . .	396
20.5	Messgeräte zum Prüfen . . . . .	397
20.6	Dokumentation der Prüfung . . . . .	398
<b>21</b>	<b>Steckvorrichtungen – DIN VDE 0620, DIN VDE 0623 und DIN VDE 0625</b> . . . . .	<b>403</b>
21.1	Steckvorrichtungen für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – DIN VDE 0620 und DIN VDE 0625 . . . . .	404
21.2	Steckvorrichtungen für industrielle Anwendungen – DIN VDE 0623. . . . .	405
<b>22</b>	<b>Überstrom-Schutzeinrichtungen – VDE 0636 und VDE 0641</b> . . . . .	<b>413</b>
22.1	Niederspannungssicherungen – VDE 0636 . . . . .	413
22.1.1	Anforderungen an Niederspannungssicherungen. . . . .	413
22.1.2	Technische Anforderungen an Niederspannungssicherungen . . . . .	415
22.1.2.1	Bemessungswerte von Sicherungen . . . . .	415
22.1.2.2	Ausschaltbereich und Betriebsklasse . . . . .	416
22.1.2.3	Strom-Zeit-Kennlinien, Strom-Zeit-Bereiche . . . . .	416
22.1.2.4	Leistungsabgabe . . . . .	417
22.1.2.5	Bemessungsausschaltvermögen . . . . .	418
22.1.2.6	Konventionelle Prüfzeiten und Prüfströme . . . . .	418
22.1.2.7	Ausschaltzeiten. . . . .	418
22.1.2.8	Durchlassstrom und Durchlassstrom-Kennlinie (Strombegrenzung) . . . . .	419
22.1.2.9	Aufschriften auf Sicherungen. . . . .	419

22.1.3	NH-Sicherungssystem – DIN VDE 0636-2 . . . . .	420
22.1.3.1	Bemessungswerte für NH-Sicherungen . . . . .	422
22.1.3.2	Ausschaltbereich und Betriebsklasse von NH-Sicherungen . . . . .	422
22.1.3.3	Strom-Zeit-Bereiche von NH-Sicherungen . . . . .	422
22.1.3.4	Leistungsabgabe von NH-Sicherungen . . . . .	427
22.1.3.5	Bemessungsausschaltvermögen von NH-Sicherungen . . . . .	427
22.1.3.6	Konventionelle Prüfströme und Prüfzeiten für NH-Sicherungen. . . . .	427
22.1.3.7	Ausschaltzeiten von NH-Sicherungen . . . . .	428
22.1.3.8	Durchlassstrom und Durchlassstromkennlinien von NH-Sicherungen . . . . .	428
22.1.3.9	Aufschriften auf NH-Sicherungen . . . . .	429
22.1.4	Schraubsicherungen (D- und D0-System) – DIN VDE 0636-3 . . . . .	430
22.1.4.1	Bemessungswerte für D- und D0-Sicherungen . . . . .	431
22.1.4.2	Ausschaltbereiche und Betriebsklassen für D- und D0-Sicherungen	432
22.1.4.3	Strom-Zeit-Bereiche und Strom-Zeit-Kennlinien für D- und D0-Sicherungen . . . . .	432
22.1.4.4	Leistungsabgabe von D- und D0-Sicherungen. . . . .	434
22.1.4.5	Bemessungsausschaltvermögen von D- und D0-Sicherungen. . . . .	434
22.1.4.6	Konventionelle Prüfzeiten und Prüfströme von D- und D0-Sicherungen . . . . .	435
22.1.4.7	Ausschaltzeiten von D- und D0-Sicherungen . . . . .	435
22.1.4.8	Durchlassstrom und Durchlassstromkennlinien von D- und D0-Sicherungen . . . . .	435
22.1.4.9	Aufschriften auf D- und D0-Sicherungen . . . . .	436
22.2	Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) – VDE 0641 . . . . .	436
22.2.1	Allgemeine Anforderungen . . . . .	436
22.2.2	Technische Anforderungen an LS-Schalter . . . . .	437
22.2.2.1	Bemessungswerte für LS-Schalter . . . . .	437
22.2.2.2	Ausschaltcharakteristik (Charakteristik) für LS-Schalter . . . . .	438
22.2.2.3	Strom-Zeit-Bereiche und Strom-Zeit-Kennlinien für LS-Schalter.	439
22.2.2.4	Leistungsabgabe und Verlustleistung von LS-Schaltern . . . . .	439
22.2.2.5	Bemessungsschaltvermögen für LS-Schalter . . . . .	442
22.2.2.6	Konventionelle Prüfströme und Prüfzeiten für LS-Schalter. . . . .	442
22.2.2.7	Ausschaltzeiten für LS-Schalter . . . . .	443
22.2.2.8	Strombegrenzung für LS-Schalter . . . . .	443
22.2.2.9	Aufschriften auf LS-Schaltern . . . . .	445
22.3	Selektive Haupt-Leitungsschutzschalter (SH-Schalter) – E DIN VDE 0641-21 . . . . .	446
22.4	Selektivität . . . . .	448
22.5	Literatur zu Kapitel 22 . . . . .	451

<b>23</b>	<b>Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) . . . . .</b>	<b>453</b>
23.1	RCCB und RCBO – DIN VDE 0664 . . . . .	454
23.1.1	Technische Anforderungen . . . . .	455
23.1.2	Produktinformationen . . . . .	459
23.1.2.1	Bemessungswerte . . . . .	459
23.1.2.2	Abschaltzeiten und Nichtauslösezeiten . . . . .	460
23.1.2.3	Bemessungsschaltvermögen und Bemessungsfehlerschaltvermögen	460
23.1.2.4	Aufschriften . . . . .	461
23.1.3	Auswahl und Errichtung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RDC) . . . . .	464
23.1.3.1	RCD zum Schutz gegen elektrischen Schlag . . . . .	465
23.1.3.2	RCD zum Brandschutz . . . . .	466
23.1.3.3	RCD zum zusätzlichen Schutz (Zusatzschutz) . . . . .	466
23.2	RCCB für höhere Spannungen bzw. höhere Ströme – VDE 0664-101 . . . . .	466
23.3	PRCD – DIN VDE 0661 . . . . .	467
23.4	SRCD – VDE 0662 . . . . .	469
23.5	Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz (CBR) – DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101), Anhang B . . . . .	470
23.6	Literatur zu Kapitel 23 . . . . .	471
<b>24</b>	<b>Isolationsüberwachungsgeräte (IMD) – DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8) . . . . .</b>	<b>473</b>
24.1	Technische Anforderungen . . . . .	474
24.2	Aufschriften auf Isolationsüberwachungsgeräten . . . . .	476
24.3	Isolationsfehlerscheinrichtung – VDE 0413-9 . . . . .	477
24.4	Literatur zu Kapitel 24 . . . . .	479
<b>25</b>	<b>Überspannungsschutzgeräte – DIN EN 61643 (VDE 0675) . . . . .</b>	<b>481</b>
25.1	Technische Grundlagen . . . . .	482
25.2	Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen . . . . .	484
25.2.1	Überspannungsschutzgeräte für den Einbau in Niederspannungsnetzen . . . . .	485
25.2.2	Überspannungsschutzgeräte für den Einbau in Verbraucheranlagen	486
25.2.3	Überspannungsschutzgeräte für ort veränderliche Geräte . . . . .	487
25.3	Literatur zu Kapitel 25 . . . . .	488
<b>26</b>	<b>Brandschutz . . . . .</b>	<b>489</b>
26.1	Normen für den Brandschutz . . . . .	489
26.2	Physikalische Grundlagen . . . . .	489
26.3	Wärmequellen . . . . .	490
26.4	Elektrische Geräte als Zündquelle . . . . .	491

26.5	Isolationsfehler als Zündquelle . . . . .	491
26.6	Lichtbogen als Zündquelle . . . . .	493
26.7	Brandverhalten von Baustoffen . . . . .	493
26.7.1	Nicht brennbare Baustoffe . . . . .	494
26.7.2	Brennbare Baustoffe . . . . .	495
26.8	Brandverhalten von Bauteilen nach DIN 4102-2 . . . . .	496
26.9	Temperaturen von Bränden . . . . .	497
26.10	Bauliche Brandschutzmaßnahmen . . . . .	498
26.11	Brandschutz durch vorbeugende Installationstechnik . . . . .	500
26.12	Schutz gegen thermische Einflüsse . . . . .	502
26.13	Brandschutz bei feuergefährdeten Betriebsstätten DIN VDE 0100-482 . . . . .	504
26.14	Literatur zu Kapitel 26 . . . . .	508
<b>27</b>	<b>Anhang . . . . .</b>	<b>509</b>
27.1	Anhang A: Berechnung des kleinsten Kurzschlussstroms . . . . .	509
27.1.1	Grundlagen . . . . .	509
	Widerstände des vorgelagerten Netzes . . . . .	510
	Widerstände von Transformatoren . . . . .	510
	Widerstände des Leitungsnetzes . . . . .	511
	Nullwiderstände von Transformatoren . . . . .	514
27.1.1.1	Nullwiderstände des Leitungsnetzes . . . . .	514
27.1.2	Beispiel zur Berechnung des kleinsten Kurzschlussstroms . . . . .	515
27.2	Anhang B: Maximal zulässige Stromkreislänge . . . . .	518
27.3	Anhang C: Berechnung des $k$ -Faktors zur Schutzleiter- Querschnittsbestimmung – DIN VDE 0100-540 . . . . .	524
27.3.1	Grundlagen . . . . .	524
27.3.2	Tabellen zur Ermittlung des $k$ -Faktors . . . . .	525
27.3.3	Beispiel zur Berechnung des Wertes für den Faktor $k$ . . . . .	528
27.4	Anhang D: Berechnung des größten Kurzschlussstroms . . . . .	530
27.4.1	Grundlagen . . . . .	530
27.4.2	Beispiel zur Berechnung der größten Kurzschlussströme . . . . .	534
	Widerstände des vorgelagerten Netzes . . . . .	534
	Widerstände der Transformatoren . . . . .	535
	Widerstände des Leitungsnetzes . . . . .	535
27.5	Anhang E: Spannungsfall . . . . .	538
27.6	Anhang F: Umrechnung von Leiterwiderständen . . . . .	541
27.7	Anhang G: Berechnung von Ausbreitungswiderständen von Erdern – DIN VDE 0101 . . . . .	544
27.7.1	Grundlagen zur Berechnung von Ausbreitungswiderständen . . . . .	544
27.7.2	Spezifischer Erdwiderstand $\rho_E$ . . . . .	544
27.7.3	Ausbreitungswiderstand von Erdern . . . . .	546
27.7.3.1	Oberflächenerder . . . . .	548

27.7.3.2	Tiefenerder . . . . .	551
27.7.3.3	Fundamenterder . . . . .	553
27.7.3.4	Natürliche Erder . . . . .	553
27.7.3.5	Maschenerder . . . . .	554
27.7.3.6	Kombination aus einem Oberflächenerder und einem Tiefenerder . . . . .	554
27.7.4	Beispiele zur Berechnung des Ausbreitungswiderstands von Erdern . . . . .	554
27.7.4.1	Beispiel für Oberflächenerder . . . . .	554
27.7.4.2	Beispiel für Tiefenerder . . . . .	556
27.7.4.3	Beispiel für Fundamenterder . . . . .	557
27.8	Literatur zu Kapitel 27 . . . . .	558
<b>28</b>	<b>Abkürzungen . . . . .</b>	<b>559</b>
<b>29</b>	<b>Weiterführende Literatur . . . . .</b>	<b>569</b>
<b>30</b>	<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>571</b>