

Inhalt

Vorwort zur 9. 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	32
1.4.2 Entstehung einer DIN-VDE-Norm	36
1.4.3 Anpassung der Normen an den Stand der Technik	39
1.4.4 Widerspruchsfreiheit des VDE-Vorschriftenwerks	39
1.4.5 VDE-Prüf- und Zertifizierungswesen – VDE 0024	40
1.4.6 Pilotfunktion und Gruppenfunktion von Normen	45
1.5 Rechtliche Stellung des VDE-Vorschriftenwerks	46
1.6 Anwendungsbereich und rückwirkende Gültigkeit von VDE-Bestimmungen	49
1.7 Normen der Reihe DIN VDE 0100 – Anwendungsbereich und grundsätzliche Aussagen	51
1.8 Statistik elektrischer Unfälle	55
1.9 Mensch und Elektrizität	56
1.9.1 Stromstärke und Einwirkdauer	58
1.9.2 Wirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper ..	61
1.9.3 Stromart und Frequenz	65
1.9.4 DC-AC-Gleichwertigkeitsfaktor	66
1.9.5 Körperwiderstand und Stromweg	66
1.9.6 Herz-Strom-Faktor	71
1.9.7 Verhalten bei elektrischen Unfällen	72
1.10 Errichten elektrischer Anlagen	73
1.11 Literatur zu Kapitel 1	76
2 Begriffe – DIN VDE 0100-200	79
2.1 Bemessungsdaten – Elektrotechnisches Wörterbuch – IEV (International Electrotechnical Vocabulary)	79
2.2 Anlagen, Betriebsmittel und Netze	81
2.3 Elektrischer Schlag und Schutzmaßnahmen sowie Teile einer Anlage	84
2.4 Elektrische Stromkreise	87
2.5 Spannungen	88
2.6 Ströme	90
2.7 Isolierungen	91

2.8	Leiterarten	92
2.9	Erde, Erdungen und Potentialausgleich	93
2.10	Trennen und Schalten	96
2.11	Raumarten	98
2.12	Fehlerarten	99
2.13	Kabel- und Leitungsanlagen	100
3	Technische Grundlagen	103
3.1	Leistungsbedarf und Gleichzeitigkeitsfaktor	103
3.2	Stromversorgung	106
3.2.1	Einspeisung aus dem öffentlichen Netz	106
3.2.2	Bemessung von Hauptleitungen und Hauptstromversorgungs- systemen	107
3.2.3	Autarke Versorgung	108
3.2.4	Eigenversorgung mit netzparallelem Betrieb	108
3.3	Schutzklassen – DIN EN 61140 (VDE 0140-1)	112
3.4	Schutzarten – DIN EN 60529 (VDE 0470-1)	114
3.5	Allgemeines für Stromversorgungssysteme – DIN VDE 0100-100	116
3.5.1	Elektrische Größen	116
3.5.2	Stromversorgungssysteme nach der Art der Erdverbindung	117
3.5.2.1	TN-Systeme	118
3.5.2.2	TT-System	120
3.5.2.3	IT-System	120
3.5.3	Äußere Einflüsse	121
3.6	Literatur zu Kapitel 3	122
4	Der Schutz gegen elektrischen Schlag	123
4.1	Grundsätzliche Anforderungen	123
4.2	Die Schutzmaßnahmen für den Schutz gegen elektrischen Schlag	125
4.2.1	Schutzmaßnahmen und Schutzvorkehrungen	125
4.2.2	Besonderheiten bei den Basisschutzvorkehrungen	127
4.2.2.1	Basisschutz unter normalen Bedingungen durch Basisisolierung – DIN VDE 0100-410, Anhang A	129
4.2.2.2	Basisschutz unter normalen Bedingungen durch Abdeckungen oder Umhüllungen – DIN VDE 0100-410, Anhang A	129
4.2.2.3	Basisschutz unter besonderen Bedingungen durch Hindernisse – DIN VDE 0100-410, Anhang B	131
4.2.2.4	Basisschutz unter besonderen Bedingungen durch Anordnung außerhalb des Handbereichs – DIN VDE 0100-410, Anhang B	131
4.2.3	Besonderheiten bei der Fehlerschutzvorkehrung	132
4.2.3.1	Fehlerschutzvorkehrungen bei der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“	134
4.2.3.2	Fehlerschutzvorkehrungen bei den übrigen Schutzmaßnahmen	137
4.2.3.3	Fehlerschutzvorkehrung in besonderen Bereichen	139

4.3	Kombinationen von Schutzmaßnahmen	146
4.4	Zusätzlicher Schutz	148
4.5	Literatur zu Kapitel 4	148
5	Schutzmaßnahme:	
	Automatische Abschaltung der Stromversorgung –	
	DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411	149
5.1	Allgemeine Anforderungen	149
5.1.1	Einführung	149
5.1.2	Der Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene	153
5.1.2.1	Aufgabenbeschreibung	153
5.1.2.2	Funktionsweise	154
5.2	Der Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-System (DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.4)	157
5.2.1	Allgemeine Anforderungen	157
5.2.2	TN-System mit Überstrom-Schutzeinrichtungen	161
5.2.3	TN-System mit RCD	164
5.2.4	Kombination von Überstrom-Schutzeinrichtungen und RCDs	166
5.2.5	Die Notwendigkeit eines Erders im TN-System	167
5.2.6	Spannungsbegrenzung bei Erdschluss eines Außenleiters – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.4.1	170
5.3	Der Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im TT-System (DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.5)	176
5.3.1	Allgemeine Anforderungen	176
5.3.2	TT-System mit Überstrom-Schutzeinrichtungen	179
5.3.3	TT-System mit RCD	180
5.4	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im IT-System (DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.6)	182
5.5	FELV – Schutz durch Kleinspannung ohne sichere Trennung (DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.7)	188
5.5.1	Allgemeine Anforderungen	188
5.5.2	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	190
5.5.3	Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	190
5.5.4	Stromquellen für FELV-Systeme	190
5.5.5	Steckvorrichtungen für FELV-Systeme	191
6	Schutzmaßnahme: Doppelte oder verstärkte Isolierung –	
	DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412	193
6.1	Anforderungen an Betriebsmittel – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412.2.1	196
6.2	Anforderungen an Abdeckungen und Umhüllungen – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412.2.2	197
6.3	Anforderungen bei Errichtung – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412.2.3	198

6.4	Anforderungen an Kabel- und Leitungsanlagen – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412.2.4	198
7	Schutzmaßnahme: Schutztrennung mit nur einem Verbrauchsmittel – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 413	199
8	Schutzmaßnahme: Schutz durch Kleinspannung mittels SELV und PELV – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 414	203
8.1	Basisschutz (Schutz bei direktem Berühren) und Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 414.2.	206
8.1.1	Stromquellen für SELV und PELV	207
8.1.2	Anordnung von Stromkreisen	210
8.1.3	Basisschutz	211
8.1.4	Fehlerschutz	211
8.1.5	Zusammenfassung.	212
8.2	Beharrungsberührungsstrom und Energie – DIN EN 61140 (VDE 0140-1)	212
9	Zusätzlicher Schutz – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 415	215
9.1	Zusätzlicher Schutz: Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)	217
9.1.1	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) in TN- und TT-Systemen	217
9.1.2	Zusätzlicher Schutz durch RCDs im IT-System	219
9.1.3	Zusätzlicher Schutz durch RCDs bei Betriebsmittel der Schutzklasse II	220
9.1.4	Zusätzlicher Schutz durch RCDs bei Schutztrennung	220
9.2	Zusätzlicher Schutz durch zusätzlichen Schutzpotentialausgleich – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 415.2.	221
9.3	Weitere Anforderungen für bestimmte Endstromkreise	224
9.4	Literatur zu Kapitel 9	224
10	Begriffe und Definitionen – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 541	225
11	Erdbungsanlagen – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 542	229
11.1	Allgemeine Anforderungen an Erder – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 542.1.	229
11.2	Erder – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 542.2	231
11.3	Erderarten	235
11.3.1	Oberflächenerder.	235
11.3.1.1	Strahlenerder.	235
11.3.1.2	Ringerder.	236
11.3.1.3	Bauformen und Werkstoffe für Strahlenerder und Ringerder.	237
11.3.2	Stab-/Tiefenerder	237
11.3.3	Fundamentenerder	238

11.3.3.1	Bauformen und Werkstoffe für Fundamenterder	241
11.3.3.2	Funktionen des Fundamenterders	241
11.3.4	Blitzschutzterder	243
11.3.5	Natürliche Erder	243
11.4	Berechnung von Ausbreitungswiderständen.	243
11.5	Erdungsleiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 542.3 und VDE-AR-N 4100	244
11.6	Haupterdungsschiene – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 542.4	245
11.7	Eine gemeinsame Erdungsanlage mit vielen Funktionen.	246
12	Schutzleiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543	247
12.1	Querschnitte von Schutzleitern – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.1.	247
12.2	Arten von Schutzleitern – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.2 . . .	251
12.3	Erhalten der elektrischen Eigenschaften von Schutzleitern – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.3.	252
12.4	PEN-Leiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.4	253
12.5	Kombinierte Schutzerdungsleiter und Funktionserdungsleiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.5.	256
12.6	Anordnung von Schutzleitern – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.8.	257
12.7	Verstärkte Schutzleiter bei Schutzleiterströmen größer 10 mA – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 543.7.	257
12.8	Schutzleiterströme – DIN VDE 0100-510, Abschnitt 516	258
13	Schutzpotentialausgleichsleiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544	261
13.1	Schutzpotentialausgleichsleiter für die Verbindung mit der Haupterdungsschiene – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544.1	261
13.2	Schutzpotentialausgleichsleiter für den zusätzlichen Schutzpotentialausgleich – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544.2. . .	263
13.2.1	Schutzpotentialausgleichsleiter zwischen zwei Körpern elektrischer Betriebsmittel – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544.2.1	263
13.2.2	Schutzpotentialausgleichsleiter zwischen einem Körper und einem fremden leitfähigen Teil – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544.2.2. .	264
13.2.3	Mindestquerschnitte für den zusätzlichen Schutzpotential- ausgleichsleiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544.2.3.	265
13.3	Kombinationen von Schutzleitern und Funktionsleitern	265
13.4	Literatur zu Kapitel 10 bis 13	266
14	Schutz gegen Überspannungen und elektromagnetische Störungen (EMI).	267
14.1	Schutz von Niederspannungsanlagen bei vorübergehenden Überspannungen infolge von Erdschlüssen im Hochspannungsnetz und bei Fehlern im Niederspannungsnetz – DIN VDE 0100-442 . . .	267

14.2	Schutz gegen transiente Überspannungen – DIN VDE 0100-443 und DIN VDE 0100-534.	272
14.2.1	Ursachen und Auswirkungen transienter Überspannungen	273
14.2.2	Normen für den Überspannungsschutz.	276
14.2.3	Überspannung-Schutzeinrichtungen in Gebäuden – DIN VDE 0100-534	277
14.2.3.1	Anschluss von Überspannung-Schutzeinrichtungen (SPDs)	277
14.2.3.2	Auswahl in Hinblick auf die dauernde Betriebsspannung U_c	281
14.2.3.3	Auswahl in Hinblick auf Nennableitstoßstrom I_n und Blitzstoßstrom I_{imp}	282
14.2.3.4	Auswahl in Hinblick auf das ausgewiesene Folgestrom- löschvermögen	282
14.2.3.5	Schutz bei Überströmen und Folgen eines Fehlers an Überspannung- Schutzeinrichtungen (SPD).	283
14.2.3.6	Anschlussleitungen	284
14.2.3.7	Informationen zur Klassifizierung von Überspannung- Schutzeinrichtungen (SPD).	286
14.2.4	Überspannung-Schutzeinrichtungen im Niederspannungsnetz	287
14.2.5	Überspannung-Schutzeinrichtungen im praktischen Einsatz	289
14.2.5.1	Einsatz in Verteilungsnetzen.	289
14.2.5.2	Einsatz in Verbraucheranlagen	291
14.2.5.3	Einsatz in Informationsnetzen und Informationsanlagen	294
14.3	Elektrische Anlagen in Bauwerken mit Blitzschutzanlagen	296
14.4	Dachständer und Blitzschutzanlagen	296
14.5	Schutz gegen elektromagnetische Störungen (EMI) – DIN VDE 0100-444	297
14.5.1	Einführung	297
14.5.2	Grundsätzliche Anforderungen.	298
14.5.2.1	Netzsysteme	298
14.5.2.2	Mehrfacheinspeisung	299
14.5.2.3	Verschiedene Netzstrukturen für den Potentialausgleich	300
14.5.2.4	Funktionserdungsleiter und Funktionspotentialausgleichsleiter.	303
14.5.2.5	Kabelträgersysteme.	303
14.6	Literatur zu Kapitel 14	305
15	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – DIN VDE 0100-510	307
15.1	Allgemeine Bestimmungen.	307
15.2	Betriebsbedingungen.	308
15.3	Äußere Einflüsse.	309
15.4	Zugänglichkeit	310
15.5	Kennzeichnung	311
15.6	Vermeidung gegenseitiger nachteiliger Beeinflussung.	312
15.7	Kurzschlussströme	312

15.8	Luftstrecken und Kriechstrecken – DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1)	313
15.8.1	Luftstrecken	315
15.8.2	Kriechstrecken	320
15.9	Schaltpläne und Dokumentation	322
15.10	Literatur zu Kapitel 15	323
16	Kabel und Leitungen	325
16.1	Mindestquerschnitte – DIN VDE 0100-520, Abschnitt 524	325
16.2	Spannungsfall – DIN VDE 0100-520, Abschnitt 525	327
16.3	Kurzzeichen für Kabel – DIN VDE 0298	335
16.4	Häufig verwendete Kabel	336
16.5	Kurzzeichen für Leitungen nach nationalen Normen – DIN VDE 0250	338
16.6	Kurzzeichen für harmonisierte Leitungen – DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	339
16.7	Häufig verwendete Leitungen	342
16.8	Auswahl von Kabeln und Leitungen	349
16.8.1	Auswahl nach äußeren Bedingungen	349
16.8.1.1	Verlegung im Gebäudeinnern	349
16.8.1.2	Verlegung im Außenbereich	350
16.8.1.3	Weitere Auswahlkriterien	351
16.8.1.3.1	Anforderungen bezüglich EMV	351
16.8.1.3.2	Anforderungen bei PV-Anlagen	351
16.8.1.3.3	Anforderungen bei ölhaltiger und aggressiver Umgebung	352
16.8.1.3.4	Anforderungen für die Auswahl nach Brandverhalten	352
16.8.2	Leichte Zwillingsleitung H03VH	356
16.8.3	PVC-Schlauchleitung H03VV	356
16.8.4	PVC-Schlauchleitung H05VV	356
16.8.5	PVC-Verdrahtungsleitung H05V	356
16.8.6	Wärmebeständige PVC-Verdrahtungsleitung H05V2	356
16.8.7	PVC-Lichterkettenleitung H03VH7	357
16.8.8	PVC-Aderleitung H07V	357
16.8.9	Wärmebeständige PVC-Aderleitung H07V2	357
16.8.10	Kältebeständige PVC-Aderleitung H07V3	357
16.8.11	Leichte und mittlere PVC-Schlauchleitung H03V2V2/H03V2V2H2 und H05V2V2/H05V2V2H2	357
16.8.12	Ölbeständige PVC-Steuerleitung H05VV5 und H05VVC4V5	358
16.8.13	Lichterkettenleitung H05RN/H05RNH2 und H03RN-F	358
16.8.14	Wärmebeständige Silikon-Aderleitung H05SJ	358
16.8.15	Wärmebeständige Silikon-Mantelleitung H05SS	358
16.8.16	Lichtbogen-Schweißleitungen H01N2	358
16.8.17	Wärmebeständige Gummi-Aderleitung H05G und H07G	359
16.8.18	Gummi-Schlauchleitung H05RR und H05RN	359

16.8.19	Schwere Gummi-Schlauchleitung H07RN	359
16.8.20	Wärme- und kältebeständige Schlauchleitung H05BQ und H07BQ .	359
16.8.21	Wärmebeständige Schlauchleitung H05BB	360
16.8.22	Schwere wärmebeständige Schlauchleitung H07BB	360
16.8.23	Mittlere wärmebeständige Schlauchleitung H05BN4	360
16.8.24	Schwere wärmebeständige Schlauchleitung H07BN4	361
16.8.25	Stegleitung NYIF und NYIFY	361
16.8.26	Bleimantelleitung NYBUY	361
16.8.27	Gummi-Schlauchleitung NSSHÖU	361
16.8.28	Gummi-Flachleitung NGFLGÖU	362
16.8.29	Leitungstrosse NMTWÖU und NMSWÖU	362
16.8.30	ETFE-Aderleitung N7YA und N7YAF	362
16.8.31	Silikon-Fassungsaderleitung N2GFA und N2GFAF	362
16.8.32	Sonder-Gummiaderleitung NSGAFÖU	362
16.8.33	Gummi-Schlauchleitung NMHVÖU	363
16.8.34	Gummi-Schlauchleitung NSHCÖU	363
16.8.35	Gummi-Schlauchleitung NSHTÖU	363
16.8.36	Mineralisolierte Leitung (ohne festgelegtes Kurzzeichen)	363
16.9	Kennzeichnung von Kabeln und Leitungen	364
16.10	Kennzeichnung von Leitern in Kabeln und Leitungen	366
16.10.1	Allgemeine Festlegungen für die Kennzeichnung mit Farben	366
16.10.2	Besonderheiten für Schutz- und Neutralleiter	372
16.10.2.1	Allgemeine Festlegungen	372
16.10.2.2	Die Kennzeichnung des Neutralleiters	372
16.10.2.3	Die Kennzeichnung des PEN-Leiters	373
16.10.2.4	Die Kennzeichnung des PEL-Leiters	374
16.10.2.5	Die Kennzeichnung des PEM-Leiters	376
16.10.2.6	Kennzeichnung von Schutzleitern (PE)	376
16.10.3	Kennzeichnung durch alphanumerische Zeichen	378
16.11	Auswahlkriterien nach Leiterarten	378
16.12	Anforderungen an die Verlegung von Kabeln und Leitungen	380
16.12.1	Installationszonen	380
16.12.2	Verdrahtungsleitungen	383
16.12.3	Aderleitungen	383
16.12.4	Stegleitungen	383
16.12.5	Mantelleitungen	384
16.12.6	Flexible Leitungen	384
16.12.7	Kabel	384
16.13	Verlegung von Kabeln und Leitungen	385
16.13.1	Elektroinstallationsrohrsysteme für elektrische Installationen	385
16.13.2	Verlegung in Elektroinstallationskanälen	390
16.13.3	Verlegung in unterirdischen Kanälen und Schutzrohren	391
16.13.4	Verlegung in Beton	391
16.13.5	Verlegung von Kabeln in Erde	392

16.13.6	Verlegung von Kabeln an Decken, auf Wänden und auf Pritschen . . .	393
16.13.7	Zugbeanspruchungen für Kabel und Leitungen	394
16.13.8	Kabelverlegung bei tiefen Temperaturen	395
16.13.9	Befestigung und Biegeradius	396
16.14	Zusammenfassen der Leiter verschiedener Stromkreise.	397
16.14.1	Aderleitungen in Elektroinstallationsrohren und Elektroinstallationskanälen.	397
16.14.2	Mehradrertleitungen und Kabel.	397
16.14.3	Haupt- und Hilfsstromkreise getrennt verlegt.	398
16.14.4	Stromkreise, die mit Kleinspannung SELV und PELV betrieben werden.	399
16.14.5	Stromkreise mit unterschiedlicher Spannung	399
16.14.6	Neutralleiter bzw. PEN-Leiter	399
16.14.7	Schutzleiter	399
16.15	Erdschluss- und kurzschlussichere Verlegung.	400
16.16	Anschlussstellen und Verbindungen	402
16.17	Kreuzungen und Näherungen	404
16.18	Maßnahmen gegen Brände und Brandfolgen	405
16.19	Literatur zu Kapitel 16	405
17	Bemessung von Kabeln und Leitungen – DIN VDE 0100-430 . . .	407
17.1	Allgemeine Anforderungen.	407
17.2	Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen	408
17.3	Umrechnungsfaktoren für die Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen	416
17.4	Schutz bei Überlast	420
17.4.1	Anforderungen nach DIN VDE 0100-430	420
17.4.2	Anordnung der Überstrom-Schutzeinrichtungen bei Überlast	426
17.4.2.1	An welchen Stellen wird eine Überstrom-Schutzeinrichtung gefordert?	426
17.4.2.2	Ausnahmeregelungen für den Überlastschutz	427
17.5	Schutz bei Kurzschluss	428
17.5.1	Allgemeines	428
17.5.2	Anordnung der Kurzschluss-Schutzeinrichtungen	435
17.5.2.1	An welchen Stellen wird eine Kurzschluss-Schutzeinrichtung gefordert?	435
17.5.2.2	Ausnahmeregelungen für den Kurzschlussschutz	435
17.6	Koordinieren des Schutzes bei Überlast und Kurzschluss – DIN VDE 0100-430, Abschnitt 435	437
17.6.1	Schutz durch eine gemeinsame Schutzeinrichtung	437
17.6.2	Schutz durch getrennte Schutzeinrichtungen	439
17.6.3	Gemeinsame Vernetzung der Schutzeinrichtungen für Überlast- und Kurzschlussschutz.	442
17.7	Literatur zu Kapitel 17	443

18	Trennen und Schalten – DIN VDE 0100-460 und DIN VDE 0100-530	445
18.1	Allgemeines	445
18.2	Begriffe	447
18.3	Trennen	447
18.3.1	Maßnahmen zum Trennen	447
18.3.2	Geräte zum Trennen	448
18.4	Ausschalten für mechanische Wartung (Instandhaltung)	449
18.4.1	Maßnahmen zur mechanischen Wartung (Instandhaltung)	449
18.4.2	Geräte zum Ausschalten bei mechanischer Wartung (Instandhaltung)	450
18.5	Schalthandlungen im Notfall	451
18.5.1	Maßnahmen bei Schaltungen im Notfall	451
18.5.2	Geräte zum Schalten im Notfall	452
18.6	Betriebsmäßiges Schalten	454
18.6.1	Maßnahmen zum betriebsmäßigen Schalten	454
18.6.1.1	Maßnahmen für Steuerstromkreise	455
18.6.1.2	Maßnahmen für Motorsteuerungen	455
18.6.2	Schaltgeräte für betriebsmäßiges Schalten	455
19	Leuchten und Beleuchtungsanlagen – DIN VDE 0100-559	457
19.1	Anbringen von Leuchten auf Gebäudeteilen	459
19.2	Anbringung von Leuchten auf Einrichtungsgegenständen	459
19.3	Lampenbetriebsgeräte	461
19.4	Sicherheitszeichen und technisch relevante Bildzeichen für Leuchten und deren Zubehör	461
19.5	Aufschriften auf Leuchten nach DIN EN 60598-1 (VDE 0711-1) bezüglich der Montageoberfläche	465
19.6	Befestigung von Leuchten	466
19.7	Schutzarten für Leuchten	469
19.8	Lampengruppen und Lichtbänder	469
19.9	Auswahl der Leitungen bei Leuchten	470
19.9.1	Leitungsbemessung bei Leuchten	470
19.9.2	Durchgangsverdrahtung	470
19.10	Berücksichtigung von Einschaltströmen bei LED-Leuchten	471
19.11	Besondere Beleuchtungsanlagen	472
19.11.1	Leuchten für Ausstellungen, Shows und Stände	472
19.11.2	Beleuchtungsanlagen im Freien	472
19.11.3	Kleinspannungsbeleuchtungsanlagen und -systeme	474
19.11.3.1	Kleinspannungsbeleuchtungssystem	475
19.11.3.2	Kleinspannungsbeleuchtungsanlagen	475
19.11.4	Stromschienensysteme für Leuchten	476
19.12	Literatur zu Kapitel 17	478

20	Prüfungen – DIN VDE 0100-600	479
20.1	Allgemeine Anforderungen.	480
20.2	Prüfen	480
20.3	Besichtigen	481
20.3.1	Allgemeine Besichtigung	482
20.3.2	Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren	482
20.3.3	Schutzmaßnahmen mit Schutzleiter	483
20.3.4	Schutzmaßnahmen ohne Schutzleiter	483
20.4	Erproben und Messen	484
20.5	Messgeräte zum Prüfen.	485
20.6	Dokumentation der Prüfung	486
20.7	Literatur zu Kapitel 20	489
21	Steckvorrichtungen – VDE 0620, VDE 0623 und VDE 0625	491
21.1	Steckvorrichtungen für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – VDE 0620 und VDE 0625	493
21.2	Steckvorrichtungen für industrielle Anwendungen – VDE 0623	493
22	Überstrom-Schutzeinrichtungen – VDE 0636 und VDE 0641	499
22.1	Niederspannungssicherungen – VDE 0636	499
22.1.1	Anforderungen an Niederspannungssicherungen	499
22.1.2	Technische Anforderungen an Niederspannungssicherungen.	501
22.1.2.1	Bemessungswerte von Sicherungen	501
22.1.2.2	Ausschaltbereich und Betriebsklasse	502
22.1.2.3	Strom-Zeit-Kennlinien, Strom-Zeit-Bereiche.	503
22.1.2.4	Leistungsabgabe	503
22.1.2.5	Bemessungsausschaltvermögen	504
22.1.2.6	Konventionelle Prüfzeiten und Prüfströme.	504
22.1.2.7	Ausschaltzeiten	504
22.1.2.8	Durchlassstrom und Durchlassstrom-Kennlinie (Strombegrenzung)	505
22.1.2.9	Aufschriften auf Sicherungen	506
22.1.3	NH-Sicherungssystem – DIN VDE 0636-2	506
22.1.3.1	Bemessungswerte für NH-Sicherungen	508
22.1.3.2	Ausschaltbereich und Betriebsklasse von NH-Sicherungen.	508
22.1.3.3	Strom-Zeit-Bereiche von NH-Sicherungen	509
22.1.3.4	Leistungsabgabe von NH-Sicherungen.	512
22.1.3.5	Bemessungsausschaltvermögen von NH-Sicherungen.	512
22.1.3.6	Konventionelle Prüfströme und Prüfzeiten für NH-Sicherungen.	513
22.1.3.7	Ausschaltzeiten von NH-Sicherungen	514
22.1.3.8	Durchlassstrom und Durchlassstromkennlinien von NH-Sicherungen	514
22.1.3.9	Aufschriften auf NH-Sicherungen	515
22.1.4	Schraubsicherungen (D- und D0-System) – DIN VDE 0636-3	516
22.1.4.1	Bemessungswerte für D- und D0-Sicherungen.	517

22.1.4.2	Ausschaltbereiche und Betriebsklassen für D- und D0-Sicherungen	517
22.1.4.3	Strom-Zeit-Bereiche und Strom-Zeit-Kennlinien für D- und D0-Sicherungen.	517
22.1.4.4	Leistungsabgabe von D- und D0-Sicherungen.	520
22.1.4.5	Bemessungsausschaltvermögen von D- und D0-Sicherungen	520
22.1.4.6	Konventionelle Prüfzeiten und Prüfströme von D- und D0-Sicherungen	520
22.1.4.7	Ausschaltzeiten von D- und D0-Sicherungen.	521
22.1.4.8	Durchlassstrom und Durchlassstromkennlinien von D- und D0-Sicherungen.	521
22.1.4.9	Aufschriften auf D- und D0-Sicherungen.	521
22.2	Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) – VDE 0641	521
22.2.1	Allgemeine Anforderungen.	521
22.2.2	Technische Anforderungen an LS-Schalter.	523
22.2.2.1	Bemessungswerte für LS-Schalter	523
22.2.2.2	Ausschaltcharakteristik (Charakteristik) für LS-Schalter.	524
22.2.2.3	Strom-Zeit-Bereiche und Strom-Zeit-Kennlinien für LS-Schalter	524
22.2.2.4	Leistungsabgabe und Verlustleistung von LS-Schaltern.	526
22.2.2.5	Bemessungsschaltvermögen für LS-Schalter	527
22.2.2.6	Konventionelle Prüfströme und Prüfzeiten für LS-Schalter.	527
22.2.2.7	Ausschaltzeiten für LS-Schalter	528
22.2.2.8	Strombegrenzung für LS-Schalter	528
22.2.2.9	Aufschriften auf LS-Schaltern	529
22.3	Selektive Haupt-Leitungsschutzschalter (SH-Schalter)	530
22.4	Selektivität	533
22.5	Literatur zu Kapitel 22	536
23	Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)	537
23.1	RCDs nach VDE 0664 oder VDE 0660	539
23.1.1	Technische Anforderungen	540
23.1.2	Produktinformationen für RCCBs und RCBOs	545
23.1.2.1	Bemessungswerte	545
23.1.2.2	Abschaltzeiten und Nichtauslösezeiten.	545
23.1.2.3	Bemessungsschaltvermögen und Bemessungskurzschlussstrom	547
23.1.2.4	Überlastschutz bei Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen	548
23.1.2.5	Stoßstromfestigkeit und Stoßstromfestigkeit	549
23.1.2.6	Aufschriften (Normbeschriftung)	550
23.2	Auswahl und Errichtung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)	553
23.2.1	RCD zum Schutz gegen elektrischen Schlag	554
23.2.2	RCD zum Brandschutz	556
23.2.3	Auswahl unter Berücksichtigung von Stromimpulsen (Stoßströmen)	556
23.2.4	Auswahl bei Berücksichtigung der Selektivität	557
23.2.5	RCD-Typ – Auswahl unter Berücksichtigung der Fehlerstromarten	557

23.2.6	Zusammenfassende Betrachtung zur Auswahl von RCDs	558
23.3	PRCD – DIN VDE 0661.	559
23.4	Fehlerstromschutz nach DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101), CBR nach Anhang B und MRCD nach Anhang M.	561
23.5	Differenzstrom-Überwachungseinrichtungen (RCMs).	562
23.5.1	Allgemeines	562
23.5.2	Bemessungsgrößen	563
23.5.3	Aufschriften und Produktinformationen.	564
23.5.4	Konstruktion und Betrieb	564
23.6	Literatur zu Kapitel 23	564
24	Isolationsüberwachungsgeräte (IMD) – DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8)	565
24.1	Technische Anforderungen	566
24.2	Aufschriften auf Isolationsüberwachungsgeräten.	567
24.3	Einrichtung zur Isolationsfehlersuche (IFLS) – DIN EN 61557-9 (VDE 0413-9)	568
24.4	Literatur zu Kapitel 24	570
25	Überspannungsschutzgeräte nach der Normenreihe VDE 0675 .	571
25.1	Technische Grundlagen.	572
25.2	Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen	574
25.2.1	Überspannungsschutzgeräte für den Einbau in Niederspannungsnetzen	575
25.2.2	Überspannungsschutzgeräte für den Einbau in Verbraucheranlagen .	575
25.2.3	Überspannungsschutzgeräte für ortsveränderliche Geräte	576
25.3	Literatur zu Kapitel 25	577
26	Brandschutz.	579
26.1	Normen für den Brandschutz	579
26.2	Physikalische Grundlagen.	579
26.3	Wärmequellen.	580
26.4	Elektrische Geräte als Zündquelle	581
26.5	Isolationsfehler als Zündquelle.	581
26.6	Lichtbogen als Zündquelle	582
26.7	Brandverhalten von Baustoffen	583
26.7.1	Nicht brennbare Baustoffe	584
26.7.2	Brennbare Baustoffe	584
26.8	Brandverhalten von Bauteilen nach DIN 4102-2	585
26.9	Temperaturen von Bränden.	586
26.10	Bauliche Brandschutzmaßnahmen	587
26.11	Brandschutz durch vorbeugende Installationstechnik	589
26.11.1	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) für den Brandschutz	590

26.11.2	Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtung (AFDD) für Endstromkreise . . .	591
26.12	Schutz gegen thermische Einflüsse.	594
26.13	Brandschutz bei feuergefährdeten Betriebsstätten DIN VDE 0100-420	595
26.14	Literatur zu Kapitel 26	599
27	Anhang	601
27.1	Anhang A: Berechnung des kleinsten Kurzschlussstroms nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102)	601
27.1.1	Grundlagen	601
27.1.2	Beispiel zur Berechnung des kleinsten Kurzschlussstroms	610
27.2	Anhang B: Maximal zulässige Stromkreislänge.	612
27.3	Anhang C: Berechnung des k -Faktors zur Schutzleiter- Querschnittsbestimmung – DIN VDE 0100-540	615
27.3.1	Grundlagen	615
27.3.2	Tabellen zur Ermittlung des k -Faktors	616
27.3.3	Beispiel zur Berechnung des Wertes für den Faktor k	619
27.4	Anhang D: Berechnung des größten Kurzschlussstroms	621
27.4.1	Grundlagen	621
27.4.2	Beispiel zur Berechnung des größten Kurzschlussstroms	626
27.5	Anhang E: Maximal zulässige Leitungslängen unter Berück- sichtigung des Spannungsfalls – DIN VDE 0100-520 Beiblatt 2.	629
27.6	Anhang F: Umrechnung von Leiterwiderständen.	632
27.7	Anhang G: Berechnung von Ausbreitungswiderständen von Erdern – DIN EN 50522 (VDE 0101-2)	635
27.7.1	Grundlagen zur Berechnung von Ausbreitungswiderständen.	635
27.7.2	Spezifischer Erdwiderstand ρ_E	635
27.7.3	Ausbreitungswiderstand von Erdern.	638
27.7.3.1	Oberflächenerder.	639
27.7.3.2	Tiefenerder	641
27.7.3.3	Fundamenterder	643
27.7.3.4	Natürliche Erder	643
27.7.3.5	Maschenerder	644
27.7.3.6	Kombination aus einem Oberflächenerder und einem Tiefenerder	645
27.7.4	Beispiele zur Berechnung des Ausbreitungswiderstands von Erdern	645
27.7.4.1	Beispiel für Oberflächenerder.	645
27.7.4.2	Beispiel für Tiefenerder	646
27.7.4.3	Beispiel für Fundamenterder.	647
27.8	Literatur zu Kapitel 27	648
28	Abkürzungen	649
29	Weiterführende Literatur	659
30	Stichwortverzeichnis	661