

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	5	
<b>1</b>	<b>Allgemeines</b> .....	29
1.1	Gesetze, Verordnungen, Vorschriften, Bestimmungen und dergleichen .....	29
1.2	Internationale Organisationen .....	30
1.3	Nationale Organisationen.....	31
1.4	Aufbau, Organisation und Tätigkeit der DKE .....	32
1.4.1	Das VDE-Vorschriftenwerk .....	38
1.4.2	Entstehung einer DIN-VDE-Norm .....	42
1.4.3	Anpassung der Normen an den Stand der Technik.....	45
1.4.4	Widerspruchsfreiheit des VDE-Vorschriftenwerks.....	45
1.4.5	VDE-Prüf- und Zertifizierungswesen – VDE 0024 .....	46
1.4.6	Pilotfunktion und Gruppenfunktion von Normen .....	51
1.5	Rechtliche Stellung des VDE-Vorschriftenwerks .....	52
1.6	Anwendungsbereich und rückwirkende Gültigkeit von VDE-Bestimmungen.....	55
1.7	Normen der Reihe VDE 0100 – Anwendungsbereich und grundsätzliche Aussagen .....	56
1.8	Statistik elektrischer Unfälle .....	60
1.9	Mensch und Elektrizität .....	61
1.9.1	Stromstärke und Einwirkdauer .....	63
1.9.2	Wirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper .....	66
1.9.3	Stromart und Frequenz .....	70
1.9.4	DC-AC-Gleichwertigkeitsfaktor .....	71
1.9.5	Körperwiderstand und Stromweg .....	71
1.9.6	Herz-Strom-Faktor .....	76
1.9.7	Verhalten bei elektrischen Unfällen.....	77
1.10	Errichten elektrischer Anlagen .....	79
1.11	Literatur zu Kapitel 1.....	82
<b>2</b>	<b>Begriffe und technische Grundlagen – DIN VDE 0100-200</b> .....	85
2.1	Anlagen und Netze.....	85
2.2	Betriebsmittel, Verbrauchsmittel und Anschlussarten .....	89
2.3	Leiterarten, Stromverteilungssysteme, elektrische Größen .....	91
2.4	Erdung .....	103
2.5	Raumarten.....	105

---

2.6	Fehlerarten, Fehlerspannung, Fehlerstrom, Berührungs- und Schrittspannung, Ableitstrom .....	107
2.6.1	Fehlerarten .....	107
2.6.2	Fehlerstrom .....	109
2.6.3	Berührungsspannung, Berührungsstrom .....	109
2.6.4	Erder- und Schrittspannung .....	115
2.6.5	Ableitstrom .....	117
2.7	Schutz gegen elektrischen Schlag, Schutzmaßnahmen .....	120
2.7.1	Basisschutz .....	121
2.7.2	Fehlerschutz .....	122
2.8	Schutzarten .....	123
2.9	Schutzklassen .....	130
2.10	Kabel und Leitungen, Schaltanlagen, Verteiler und Schienenveteiler .....	131
2.11	Überstrom-Schutzeinrichtungen .....	135
2.12	RCD, Fehlerstrom- und Differenzstrom-Schutzeinrichtungen .....	142
2.13	Trennen und Schalten .....	143
2.14	Schirme, Schutzschirme und Trennung .....	144
2.15	Betriebsarten .....	145
2.16	Literatur zu Kapitel 2 .....	148
3	<b>Planung elektrischer Anlagen – DIN VDE 0100-100 .....</b>	149
3.1	Leistungsbedarf und Gleichzeitigkeitsfaktor .....	151
3.2	Stromversorgung .....	154
3.2.1	Einspeisung aus dem öffentlichen Netz .....	155
3.2.2	Bemessung von Hauptleitungen und Hauptstromversorgungssystemen .....	155
3.2.3	Autarke Versorgung .....	157
3.2.4	Eigenversorgung mit netzparallelem Betrieb .....	157
3.3	Netzarten und Erdungen .....	161
3.3.1	TN-Systeme .....	162
3.3.2	TT-System .....	165
3.3.3	IT-System .....	165
3.3.4	Kennzeichnung von Leitern .....	166
3.4	Stromkreisaufteilung in einer Anlage .....	167
3.5	Äußere Einflüsse .....	169
3.6	Verträglichkeit .....	170
3.7	Wartbarkeit .....	171
3.8	Elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke .....	172
3.9	Literatur zu Kapitel 3 .....	172

---

<b>4</b>	<b>Schutz gegen elektrischen Schlag .....</b>	173
4.1	Grundsätzliche Anforderungen.....	173
4.2	Schutzmaßnahmen für den Schutz gegen elektrischen Schlag....	174
4.2.1	Schutzmaßnahmen und Schutzvorkehrungen .....	174
4.2.2	Besonderheiten bei den Basisschutzvorkehrungen .....	176
4.2.2.1	Basisschutz unter normalen Bedingungen durch Basisisolierung – DIN VDE 0100-410, Anhang A .....	178
4.2.2.2	Basisschutz unter normalen Bedingungen durch Abdeckungen oder Umhüllungen – DIN VDE 0100-410 Anhang A .....	178
4.2.2.3	Basisschutz unter besonderen Bedingungen durch Hindernisse – DIN VDE 0100-410 Anhang B.....	180
4.2.2.4	Basisschutz unter besonderen Bedingungen durch Anordnung außerhalb des Handbereichs – DIN VDE 0100-410 Anhang B.....	180
4.2.3	Besonderheiten bei der Fehlerschutzvorkehrung.....	181
4.2.3.1	Fehlerschutzvorkehrungen bei der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“.	183
4.2.3.2	Fehlerschutzvorkehrungen bei den übrigen Schutzmaßnahmen ..	186
4.2.3.3	Fehlerschutzvorkehrung in besonderen Bereichen .....	188
4.3	Kombinationen von Schutzmaßnahmen .....	194
4.4	Zusätzlicher Schutz .....	196
4.5	Literatur zu Kapitel 4.....	196
<b>5</b>	<b>Schutzmaßnahme: Automatische Abschaltung der Stromversorgung – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.....</b>	197
5.1	Allgemeine Anforderungen .....	197
5.1.1	Einführung .....	197
5.1.2	Schutzzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene .....	200
5.1.2.1	Aufgabenbeschreibung .....	200
5.1.2.2	Funktionsweise .....	202
5.2	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-System (DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.4).....	204
5.2.1	Allgemeine Anforderungen .....	204
5.2.2	TN-System mit Überstrom-Schutzeinrichtungen.....	208
5.2.3	TN-System mit RCD .....	211
5.2.4	Kombination von Überstrom-Schutzeinrichtungen und RCDs ..	213
5.2.5	Notwendigkeit eines Erders im TN-System.....	214
5.2.6	Spannungsbegrenzung bei Erdschluss eines Außenleiters – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.4.1 .....	217
5.3	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im TT-System (DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.5).....	223
5.3.1	Allgemeine Anforderungen .....	223
5.3.2	TT-System mit Überstrom-Schutzeinrichtungen .....	225
5.3.3	TT-System mit RCD .....	227

---

5.4	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im IT-System (DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.6) .....	229
5.5	FELV – Schutz durch Kleinspannung ohne sichere Trennung (DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.7).....	235
5.5.1	Allgemeine Anforderungen .....	235
5.5.2	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) .....	236
5.5.3	Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren).....	236
5.5.4	Stromquellen für FELV-Systeme.....	237
5.5.5	Steckvorrichtungen für FELV-Systeme.....	237
5.6	Literatur zu den Kapiteln 5 bis 8 .....	238
<b>6</b>	<b>Schutzmaßnahme: Doppelte oder verstärkte Isolierung – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412 .....</b>	<b>239</b>
6.1	Anforderungen an Betriebsmittel – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412.2.1 .....	242
6.2	Anforderungen an Abdeckungen und Umhüllungen – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412.2.2 .....	243
6.3	Anforderungen bei Errichtung – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412.2.3 .....	244
6.4	Anforderungen an Kabel- und Leitungsanlagen – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 412.2.4 .....	244
<b>7</b>	<b>Schutzmaßnahme: Schutztrennung mit nur einem Verbrauchsmittel – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 413.....</b>	<b>245</b>
<b>8</b>	<b>Schutzmaßnahme: Schutz durch Kleinspannung mittels SELV und PELV – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 414.....</b>	<b>249</b>
8.1	Basisschutz (Schutz bei direktem Berühren) und Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 414.2.....	252
8.1.1	Stromquellen für SELV und PELV .....	253
8.1.2	Anordnung von Stromkreisen.....	256
8.1.3	Basisschutz .....	257
8.1.4	Fehlerschutz .....	258
8.1.5	Zusammenfassung .....	258
8.2	Begrenzung von Beharrungsberührungsstrom und Energie – DIN EN 61140 (VDE 0140-1) .....	258
<b>9</b>	<b>Zusätzlicher Schutz – DIN VDE 0100-410, Abschnitt 415 .....</b>	<b>261</b>
9.1	Zusätzlicher Schutz: Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) ...	263
9.1.1	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) in TN- und TT-Systemen.....	263
9.1.2	Zusätzlicher Schutz durch RCDs im IT-System .....	265

---

9.1.3	Zusätzlicher Schutz durch RCDs bei Betriebsmitteln der Schutzklasse II .....	266
9.1.4	Zusätzlicher Schutz durch RCDs bei Schutztrennung .....	266
9.2	Zusätzlicher Schutz durch zusätzlichen Schutzbereich – Teil 410, Abschnitt 415.2 .....	267
9.3	Weitere Anforderungen für bestimmte Endstromkreise .....	269
9.4	Literatur zu Kapitel 9 .....	270
<b>10</b>	<b>Auswahl und Errichtung von Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzbereich – DIN VDE 0100-540 .....</b>	<b>271</b>
10.1	Regeln der Technik zum Thema Erdung und Potentialausgleich ..	271
10.2	Anwendungsbereich der DIN VDE 0100-540 .....	272
10.3	Begriffe zum Thema Erdung und Potentialausgleich .....	272
10.4	Betriebserder, Anlagenerder und Schutzerder .....	278
10.5	Ausbreitungswiderstand und Potentialverlauf .....	280
10.6	Spezifischer Erdwiderstand .....	282
10.7	Berechnung des Ausbreitungswiderstands .....	284
10.7.1	Genaue Berechnung des Ausbreitungswiderstands .....	285
10.7.2	Überschlägige Berechnung des Ausbreitungswiderstands .....	286
10.7.3	Abschätzung des Ausbreitungswiderstands nach DIN EN 50522 (VDE 0101-2) .....	286
10.7.4	Beispiele zur Ermittlung des Ausbreitungswiderstands eines Erders .....	289
10.8	Messung von Erderwiderständen .....	290
10.8.1	Messung nach dem Strom-Spannung-Messverfahren .....	290
10.8.2	Messung mit der Erdungsmessbrücke nach dem Kompensations-Messverfahren .....	291
10.8.3	Messung von Erderwiderständen nach DIN VDE 0100-600 .....	294
10.8.3.1	Messung mit einem Erdwiderstandsmessgerät nach DIN VDE 0100-600 (Anhang C.1) .....	294
10.8.3.2	Messung des Erderwiderstands mit einem Fehlerschleifen-impedanz-Messgerät nach DIN VDE 0100-600 (Anhang C.2) bzw. nach Abschnitt 6.4.3.7.3 .....	296
10.8.3.3	Messung des Erderwiderstands mit Stromzangen nach DIN VDE 0100-600 (Anhang C.3) .....	297
10.8.4	Messung des Gesamterdungswiderstands eines Netzes .....	298
10.9	Messung des spezifischen Erdwiderstands .....	299
10.9.1	Messung mit fest definiertem Messstab .....	299
10.9.2	Methode nach <i>Wenner</i> , Vier-Sonden-Methode .....	300
10.10	Herstellung von Erdern .....	301
10.10.1	Oberflächenerder .....	306
10.10.1.1	Strahlenerder .....	306
10.10.1.2	Ringerder .....	307

---

10.10.1.3	Bauformen und Werkstoffe für Strahlenerder und Ringerder .....	308
10.10.2	Stab-/Tiefenerder .....	308
10.10.3	Fundamenterder .....	309
10.10.3.1	Bauformen und Werkstoffe für Fundamenterder.....	312
10.10.3.2	Funktionen des Fundamenterders .....	313
10.10.4	Blitzschutzerder.....	314
10.10.5	Erdungsanlagen in Gebäuden.....	314
10.10.6	Natürliche Erder .....	315
10.11	Korrosion von Metallen im Erdreich.....	316
10.11.1	Korrosion durch chemische Einflüsse.....	317
10.11.2	Korrosion durch galvanische Elementbildung.....	317
10.11.3	Korrosion durch Streuströme .....	322
10.11.4	Korrosionsschutzmaßnahmen gegen Elementbildung.....	322
10.11.5	Korrosionsschutzmaßnahmen gegen Streuströme.....	323
10.11.6	Kathodischer Korrosionsschutz.....	325
10.11.7	Fundamenterder und Korrosion .....	325
10.11.7.1	Verhalten feuerverzinkter Stähle in Beton .....	325
10.11.7.2	Zusammenschluss von Fundamenterdern mit Erdern im Erdreich .....	326
10.11.7.3	Fundamenterder aus verzinktem Stahl und Armierungen .....	327
10.11.7.4	Zusammenschluss von Armierungen mit Erdern im Erdreich.....	327
10.12	Erdungsleiter – Teil 540, Abschnitt 542.3 .....	328
10.13	Haupterdungsschiene – Teil 540, Abschnitt 542.4 .....	329
10.14	Allgemeines zum Schutzleiter – Teil 540, Abschnitt 543 .....	330
10.15	Querschnitt von Schutzleitern – Teil 540, Abschnitt 543.1 .....	330
10.16	Arten von Schutzleitern – Teil 540, Abschnitt 543.2.....	335
10.17	Erhalten der elektrischen Eigenschaften von Schutzleitern – Teil 540, Abschnitt 543.3 .....	337
10.18	PEN-, PEL- oder PEM-Leiter – Teil 540, Abschnitt 543.4.....	338
10.19	Kombinierte Schutzerdungsleiter und Funktionserdungsleiter – Teil 540, Abschnitt 543.5 .....	341
10.20	Anordnung von Schutzleitern – Teil 540, Abschnitt 543.6 .....	342
10.21	Verstärkte Schutzleiter für Schutzleiterströme größer 10 mA – Teil 540, Abschnitt 543.7 .....	343
10.22	Schutzleiterströme – Teil 510, Abschnitt 516 .....	344
10.23	Schutzzpotentialausgleichsleiter – DIN VDE 0100-540, Abschnitt 544 .....	346
10.23.1	Schutzzpotentialausgleichsleiter für die Verbindung mit der Haupterdungsschiene – Teil 540, Abschnitt 544.1.....	346
10.23.2	Schutzzpotentialausgleichsleiter für den zusätzlichen Schutzzpotentialausgleich – Teil 540, Abschnitt 544.2.....	348
10.23.2.1	Schutzzpotentialausgleichsleiter zwischen zwei Körpern elektrischer Betriebsmittel – Teil 540, Abschnitt 544.2.1 .....	349

---

10.23.2.2	Schutzpotentialausgleichsleiter zwischen einem Körper und einem fremden leitfähigen Teil – Teil 540, Abschnitt 544.2.2.....	349
10.23.2.3	Mindestquerschnitte für den zusätzlichen Schutzpotentialausgleichsleiter – Teil 540, Abschnitt 544.2.3 .....	350
10.23.3	Kombinationen von Schutzeitern und Funktionsleitern .....	350
10.24	Fremdspannungsarmer Potentialausgleich .....	351
10.25	Erdung von Antennenträgern – DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1). 353	
10.26	Prüfungen .....	354
10.27	Literatur zu Kapitel 10.....	357
 11	 Prüfungen – DIN VDE 0100-600.....	359
11.1	Begriffe .....	359
11.2	Allgemeine Anforderungen an die Erstprüfung – Teil 600, Abschnitt 6.4 .....	360
11.3	Besichtigen – Teil 600, Abschnitt 6.4.2 .....	361
11.4	Erproben und Messen – Teil 600, Abschnitt 6.4.3.....	363
11.4.1	Allgemeine Anforderungen .....	363
11.4.2	Durchgängigkeit der Leiter.....	363
11.4.3	Isolationswiderstand der elektrischen Anlage .....	365
11.4.4	Schutz durch SELV, PELV oder durch Schutztrennung .....	369
11.4.5	Widerstände isolierender Fußböden und Wände.....	369
11.5	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung – Teil 600, Abschnitt 6.4.3.7 .....	372
11.5.1	Prüfung von TN-Systemen.....	372
11.5.2	Prüfung von TT-Systemen.....	373
11.5.3	Prüfung von IT-Systemen .....	378
11.5.4	Messung von Erderwiderständen nach Teil 600 .....	378
11.5.5	Messung des Erdschleifenwiderstands mit Stromzangen und Erdungsmessung mittels Fehlerschleifenimpedanzmessung.....	378
11.5.6	Messung von Kurzschlussströmen bzw. Schleifenimpedanzen .....	378
11.5.7	Messung des Auslösestroms bei RCDs .....	383
11.5.8	Prüfung der Schutzmaßnahme Schutz durch automatische Abschaltung bei Stromkreisen mit USV-Anlagen oder Frequenzumrichtern.....	386
11.5.9	Prüfung von Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen (AFDD) .....	387
11.6	Zusätzlicher Schutz – Teil 600, Abschnitt 6.4.3.8.....	388
11.7	Prüfung der Spannungspolarität – Teil 600, Abschnitt 6.4.3.6.....	388
11.8	Prüfung der Phasenfolge – Teil 600, Abschnitt 6.4.3.9.....	388
11.9	Funktionsprüfungen – Teil 600, Abschnitt 6.4.3.10 .....	388
11.10	Spannungsfall – Teil 600, Abschnitt 6.4.3.11.....	389
11.11	Messgeräte .....	390
11.12	Dokumentation der Prüfung – Teil 600, Abschnitt 6.4.4 und Anhang NA.....	391

---

11.13	Literatur zu Kapitel 11 .....	394
12	<b>Schutz gegen Überspannungen und elektromagnetische Störungen (EMI).....</b>	395
12.1	Schutz von Niederspannungsanlagen bei vorübergehenden Überspannungen infolge von Erdschlüssen im Hochspannungsnetz und bei Fehlern im Niederspannungsnetz – DIN VDE 0100-442 ..	395
12.2	Schutz gegen transiente Überspannungen – DIN VDE 0100-443 und DIN VDE 0100-534 .....	400
12.2.1	Ursachen und Auswirkungen transienter Überspannungen.....	401
12.2.2	Normen für den Überspannungsschutz .....	404
12.2.3	Überspannungsschutzeinrichtungen in Gebäuden – DIN VDE 0100-534.....	405
12.2.3.1	Anschluss von Überspannungsschutzeinrichtungen (SPDs).....	405
12.2.3.2	Auswahl in Hinblick auf die dauernde Betriebsspannung $U_c$ ..	410
12.2.3.3	Auswahl in Hinblick auf Nennableitstoßstrom $I_n$ und Blitzstoßstrom $I_{imp}$ .....	410
12.2.3.4	Auswahl in Hinblick auf das ausgewiesene Folgestromlöschvermögen .....	411
12.2.3.5	Schutz bei Überströmen und Folgen eines Fehlers an Überspannung-Schutzeinrichtungen (SPD).....	411
12.2.3.6	Anschlussleitungen .....	413
12.2.3.7	Informationen zur Klassifizierung von Überspannung-Schutzeinrichtungen (SPD).....	415
12.2.4	Überspannungsschutzeinrichtungen im Niederspannungsnetz .....	416
12.2.5	Überspannungsschutzeinrichtungen im praktischen Einsatz .....	418
12.2.5.1	Einsatz in Verteilungsnetzen .....	418
12.2.5.2	Einsatz in Verbraucheranlagen .....	419
12.2.5.3	Einsatz in Informationsnetzen und Informationsanlagen .....	422
12.3	Überspannungsschutzgeräte – VDE 0675 .....	425
12.3.1	Technische Grundlagen .....	425
12.3.2	Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen .....	427
12.3.2.1	Überspannungsschutzgeräte für den Einbau in Niederspannungsnetzen .....	429
12.3.2.2	Überspannungsschutzgeräte für den Einbau in Verbraucheranlagen .....	429
12.3.2.3	Überspannungsschutzgeräte für ortsveränderliche Geräte .....	430
12.4	Elektrische Anlagen in Bauwerken mit Blitzschutzanlagen .....	431
12.5	Dachständer und Blitzschutzanlagen .....	431
12.6	Schutz gegen elektromagnetische Störungen (EMI) – DIN VDE 0100-444 .....	432
12.6.1	Einführung .....	432

---

12.6.2	Grundsätzliche Anforderungen .....	433
12.6.2.1	Netzsysteme .....	433
12.6.2.2	Mehrfacheinspeisung .....	434
12.6.2.3	Verschiedene Netzstrukturen für den Potentialausgleich .....	436
12.6.2.4	Funktionserdungsleiter .....	438
12.6.2.5	Kabelträgersysteme .....	438
12.7	Literatur zu Kapitel 12 .....	440
<b>13</b>	<b>Trennen und Schalten – DIN VDE 0100-460 und DIN VDE 0100-530 .....</b>	<b>441</b>
13.1	Allgemeines .....	441
13.2	Begriffe .....	443
13.3	Trennen .....	443
13.3.1	Maßnahmen zum Trennen .....	443
13.3.2	Geräte zum Trennen .....	444
13.4	Ausschalten für mechanische Wartung (Instandhaltung) .....	445
13.4.1	Maßnahmen zur mechanischen Wartung (Instandhaltung) .....	445
13.4.2	Geräte zum Ausschalten bei mechanischer Wartung (Instandhaltung) .....	446
13.5	Schalthandlungen im Notfall .....	447
13.5.1	Maßnahmen bei Schaltungen im Notfall .....	447
13.5.2	Geräte zum Schalten im Notfall .....	449
13.6	Betriebsmäßiges Schalten .....	450
13.6.1	Maßnahmen zum betriebsmäßigen Schalten .....	450
13.6.1.1	Maßnahmen für Steuerstromkreise .....	451
13.6.1.2	Maßnahmen für Motorsteuerungen .....	451
13.6.2	Schaltgeräte für betriebsmäßiges Schalten .....	452
<b>14</b>	<b>Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – DIN VDE 0100-510 .....</b>	<b>453</b>
14.1	Allgemeine Anforderungen .....	453
14.2	Betriebsbedingungen .....	455
14.3	Äußere Einflüsse .....	456
14.4	Dynamische Beanspruchungen durch Kurzschlussströme .....	457
14.5	Luftstrecken und Kriechstrecken .....	470
14.5.1	Bemessung der Luftstrecken .....	472
14.5.2	Bemessung der Kriechstrecken .....	476
14.6	Zugänglichkeit .....	476
14.7	Kennzeichnungen .....	476
14.8	Schaltpläne und Dokumentation .....	478
14.9	Vermeidung gegenseitiger nachteiliger Beeinflussung .....	480
14.10	Literatur zu Kapitel 14 .....	480

---

<b>15</b>	<b>Maschinen, Transformatoren, Drosselspulen, Kondensatoren</b>	481
15.1	Elektrische Maschinen	481
15.2	Transformatoren und Drosselspulen	485
15.2.1	Kleintransformatoren	487
15.2.2	Trenntransformatoren und Sicherheitstransformatoren	487
15.2.3	Leistungstransformatoren	491
15.3	Kondensatoren – DIN VDE 0560	502
15.4	Literatur zu Kapitel 15	509
<b>16</b>	<b>Schaltgeräte</b>	511
16.1	Schalter	511
16.2	Steckvorrichtungen, allgemein	512
16.3	Steckvorrichtungen für industrielle Anwendung	515
16.4	Überstrom-Schutzeinrichtungen	522
16.4.1	Niederspannungssicherungen – DIN EN 60269 (VDE 0636)	523
16.4.1.1	NH-Sicherungen	536
16.4.1.2	D-Sicherungen	547
16.4.1.3	D0-Sicherungen	551
16.4.1.4	Geräteschutzsicherungen (G-Sicherungen)	554
16.4.2	Überstromschutzschalter	559
16.4.2.1	Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) – VDE 0641	560
16.4.2.2	Geräteschutzschalter – DIN EN IEC 60934 (VDE 0642)	570
16.4.2.3	Motorstarter – DIN EN 60947-4-1 (VDE 0660-102)	572
16.4.2.4	Leistungsschalter – DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101)	576
16.4.2.5	Fehlerstromschutz nach DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101): CBR nach Anhang B und MRCD nach Anhang M	578
16.4.2.6	Selektive Haupt-Leitungsschutzschalter (SH-Schalter) DIN VDE 0641-21 (VDE 0641-21)	580
16.4.3	Hochspannungssicherungen	582
16.4.3.1	Teilbereichssicherungen	583
16.4.3.2	Vielbereichssicherungen und Ganzbereichssicherungen	586
16.4.3.3	Einsatz von HH-Sicherungen	587
16.5	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)	588
16.5.1	Allgemeines	588
16.5.2	FI-Schutzschalter, geschichtliche Entwicklung	590
16.5.3	RCDs nach VDE 0664 oder VDE 0660	596
16.5.3.1	Technische Anforderungen	597
16.5.3.2	Produktinformationen für RCCBs und RCBOs	604
16.5.3.2.1	Bemessungswerte	604
16.5.3.2.2	Abschaltzeiten und Nichtauslösezeiten	604
16.5.3.2.3	Bemessungsschaltvermögen und Bemessungskurzschlussstrom	605
16.5.3.2.4	Überlastschutz bei Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen	607
16.5.3.2.5	Stoßstromfestigkeit und Stoßstromfestigkeit	608

---

16.5.3.2.6	Aufschriften (Normbeschriftung) .....	609
16.5.4	Auswahl und Errichtung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) .....	612
16.5.4.1	RCD zum Schutz gegen elektrischen Schlag .....	613
16.5.4.2	RCD zum Brandschutz .....	615
16.5.4.3	Auswahl unter Berücksichtigung von Stromimpulsen (Stoßströmen) .....	615
16.5.4.4	Auswahl bei Berücksichtigung der Selektivität .....	615
16.5.4.5	RCD-Typ – Auswahl unter Berücksichtigung der Fehlerstromarten .....	616
16.5.4.6	Zusammenfassende Betrachtung zur Auswahl von RCDs .....	616
16.5.5	PRCD – DIN VDE 0661 .....	617
16.6	Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs) .....	619
16.6.1	Allgemeines .....	619
16.6.2	Bemessungsgrößen .....	621
16.6.3	Aufschriften und Produktinformationen .....	621
16.6.4	Konstruktion und Betrieb .....	622
16.7	Isolationsüberwachungsgeräte (IMD) – VDE 0413-8 .....	622
16.7.1	Technische Anforderungen .....	623
16.7.2	Aufschriften auf Isolationsüberwachungsgeräten .....	624
16.8	Einrichtung zur Isolationsfehlersuche (IFLS) – VDE 0413-9 .....	625
16.9	Schütze – DIN EN 60947-4-1 (VDE 0660-102) und DIN EN 61095 (VDE 0637-3) .....	627
16.9.1	Allgemeines .....	627
16.9.2	Gebrauchskategorien .....	628
16.9.3	Verlustleistungen .....	629
16.10	Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtung (AFDD) für Endstromkreise ..	633
16.11	Störlichtbogen Schutzeinrichtung .....	636
16.12	Literatur zu Kapitel 16 .....	638
<b>17</b>	<b>Leuchten und Beleuchtungsanlagen – DIN VDE 0100-559 .....</b>	<b>639</b>
17.1	Anbringen von Leuchten auf Gebäudeteilen .....	641
17.2	Anbringung von Leuchten auf Einrichtungsgegenständen .....	641
17.3	Lampenbetriebsgeräte .....	643
17.3.1	Vorschaltgeräte .....	643
17.3.2	Kompensationskondensatoren .....	643
17.4	Sicherheitszeichen und technisch relevante Bildzeichen für Leuchten und deren Zubehör .....	643
17.5	Aufschriften auf Leuchten nach DIN EN IEC 60598-1 (VDE 0711-1) bezüglich der Montageoberfläche .....	647
17.6	Befestigung von Leuchten .....	648
17.7	Schutzarten für Leuchten .....	651
17.8	Lampengruppen und Lichtbänder .....	651

17.9	Auswahl der Leitungen bei Leuchten .....	652
17.9.1	Leitungsbemessung bei Leuchten.....	652
17.9.2	Durchgangsverdrahtung.....	653
17.10	Kompensation von Entladungslampen.....	653
17.11	Besondere Beleuchtungsanlagen .....	654
17.11.1	Leuchten für Vorführstände.....	654
17.11.2	Beleuchtungsanlagen im Freien .....	655
17.11.3	Kleinspannungsbeleuchtungsanlagen.....	656
17.11.4	Stromschienensysteme für Leuchten.....	660
17.12	Literatur zu Kapitel 17.....	662
18	Batterien und Batterieanlagen .....	663
18.1	Allgemeines .....	663
18.2	Betriebsarten .....	664
18.3	Schutz gegen elektrischen Schlag bei Gleichstromanlagen .....	666
18.3.1	Schutz gegen elektrischen Schlag (Fehlerschutz) .....	666
18.3.2	Schutz bei Gleichstromzwischenkreisen mit galvanischer Verbindung zum speisenden Netz .....	668
18.4	Vorkehrungen gegen Verpuffungs- und Explosionsgefahr.....	668
18.5	Räume für ortsfeste Batterien .....	670
18.6	Batterieanlagen mit Anschluss an das Niederspannungsnetz .....	670
19	Allgemeines über Kabel und Leitungen.....	671
19.1	Kurzzeichen für Kabel.....	671
19.2	Häufig verwendete Kabel .....	672
19.3	Halogenfreie Kabel und Leitungen .....	674
19.3.1	Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall .....	674
19.3.2	Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall mit Funktionserhalt .....	677
19.3.3	Einadrige Leitungen ohne Mantel für feste Verlegung mit verbessertem Verhalten im Brandfall .....	678
19.3.3.1	Halogenfreie Aderleitungen H07Z .....	679
19.3.3.2	Halogenfreie Verdrahtungsleitungen H05Z.....	679
19.3.4	Halogenfreie Mantelleitung NHXMH mit verbessertem Verhalten im Brandfall .....	680
19.3.5	Halogenfreie Installationsleitung NHMH mit speziellen Eigenschaften im Brandfall .....	681
19.3.6	Halogenfreie Sonder-Gummiaderleitung NSHXAÖ und NSHXAFÖ mit verbessertem Verhalten im Brandfall .....	682
19.4	Kurzzeichen für Leitungen nach nationalen Normen – DIN VDE 0250 .....	683
19.5	Kurzzeichen für harmonisierte Leitungen – DIN VDE 0292.....	684
19.6	Häufig verwendete Leitungen .....	686

---

19.7	Anwendungsbereiche von Kabeln und Leitungen.....	690
19.7.1	Leichte Zwillingsleitung H03VH .....	691
19.7.2	PVC-Schlauchleitung H03VV .....	691
19.7.3	PVC-Schlauchleitung H05VV .....	691
19.7.4	PVC-Verdrahtungsleitung H05V .....	691
19.7.5	Wärmebeständige PVC-Verdrahtungsleitung H05V2.....	692
19.7.6	PVC-Lichterkettenleitung H03VH7 .....	692
19.7.7	PVC-Aderleitung H07V .....	692
19.7.8	Wärmebeständige PVC-Aderleitung H07V2 .....	692
19.7.9	Kältebeständige PVC-Aderleitung H07V3 .....	692
19.7.10	Leichte und mittlere PVC-Schlauchleitungen H03V2V2/H03V2V2H2 und H05V2V2/H05V2V2H2 .....	693
19.7.11	Ölbeständige PVC-Steuerleitungen H05VV5 und H05VVC4V5 ..	693
19.7.12	Lichterkettenleitungen H05RN/H05RNH2 und H03RN-F .....	693
19.7.13	Wärmebeständige Silikon-Aderleitung H05SJ .....	693
19.7.14	Wärmebeständige Silikon-Mantelleitung H05SS.....	694
19.7.15	Lichtbogen-Schweißleitungen H01N2.....	694
19.7.16	Wärmebeständige Gummi-Aderleitungen H05G und H07G.....	694
19.7.17	Gummischlauchleitungen H05RR und H05RN.....	694
19.7.18	Schwere Gummischlauchleitung H07RN .....	694
19.7.19	Wärme- und kältebeständige Leitungen H05BQ und H07BQ.....	695
19.7.20	Wärmebeständige Schlauchleitung H05BB .....	695
19.7.21	Schwere wärmebeständige Schlauchleitung H07BB.....	695
19.7.22	Mittlere wärmebeständige Schlauchleitung H05BN4.....	696
19.7.23	Schwere wärmebeständige Schlauchleitung H07BN4 .....	696
19.7.24	PVC-Mantelleitung NYM .....	696
19.7.25	Stegleitungen NYIF und NYIFY .....	697
19.7.26	Bleimantelleitung NYBUY .....	697
19.7.27	Gummischlauchleitung NSSHÖU.....	697
19.7.28	Gummi-Flachleitung NGFLGÖU.....	697
19.7.29	Leitungstrossen NMTWÖU und NMSWÖU .....	697
19.7.30	ETFE-Aderleitungen N7YA und N7YAF .....	698
19.7.31	Silikon-Fassungsaderleitungen N2GFA und N2GFAF .....	698
19.7.32	Sonder-Gummiaderleitung NSGAFÖU .....	698
19.7.33	Gummischlauchleitung NMHVÖU .....	698
19.7.34	Gummischlauchleitung NSHCÖU.....	698
19.7.35	Gummischlauchleitung NSHTÖU .....	698
19.7.36	Mineralisierte Leitung (ohne festgelegtes Kurzzeichen).....	699
19.8	Kennzeichnung von Kabeln und Leitungen .....	699
19.9	Farbige Kennzeichnung von Kabeln, Leitungen und blanken Schienen .....	701
19.9.1	Farbige Kennzeichnung für Mäntel von Kabeln und Leitungen...	701
19.9.2	Allgemeine Festlegungen für die Kennzeichnung mit Farben....	702

---

19.9.3	Kennzeichnung von Schienen.....	703
19.9.4	Anforderungen an die farbliche Kennzeichnung von isolierten Leitern .....	704
19.9.5	Besonderheiten für Schutz- und Neutralleiter .....	708
19.9.5.1	Allgemeine Festlegungen .....	708
19.9.5.2	Die Kennzeichnung des Neutralleiters .....	708
19.9.5.3	Die Kennzeichnung des PEN-Leiters.....	709
19.9.5.4	Die Kennzeichnung des PEL-Leiters .....	710
19.9.5.5	Die Kennzeichnung des PEM-Leiters .....	711
19.9.5.6	Kennzeichnung von Schutzleitern (PE) .....	711
19.9.6	Kennzeichnung durch alphanumerische Zeichen .....	714
19.9.7	Zusammentreffen von Kabeln und Leitungen mit alter und neuer Farbkennzeichnung .....	714
19.10	Auswahl nach den neuen Euroklassen für Kabel und Leitungen ..	717
19.11	Literatur zu Kapitel 19.....	721
20	Bemessung von Leitungen und Kabeln und deren Schutz gegen zu hohe Erwärmung – DIN VDE 0100-430, DIN VDE 0100-520 und DIN VDE 0298-4.....	723
20.1	Mindestquerschnitte und Neutralleiterreduzierung nach VDE 0100-520 .....	724
20.2	Spannungsfall – Teil 520, Abschnitt 525.....	726
20.3	Strombelastbarkeit .....	739
20.3.1	Strombelastbarkeit isolierter Leitungen und nicht im Erdreich verlegter Kabel.....	739
20.3.1.1	Referenzverlegearten in Luft.....	740
20.3.1.2	Strombelastbarkeit bei Referenzbedingungen .....	745
20.3.1.3	Strombelastbarkeit bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen .....	752
20.3.1.4	Strombelastbarkeit bei Berücksichtigung der Häufung .....	756
20.3.1.5	Strombelastung bei Berücksichtigung von Oberschwingungsströmen .....	762
20.3.2	Strombelastbarkeit von Kabeln im Erdreich .....	765
20.3.3	Strombelastbarkeit von Stromschienensystemen .....	769
20.3.4	Strombelastbarkeit von Freileitungen.....	773
20.3.5	Belastungssonderfälle .....	775
20.3.6	Erwärmung von Kabeln und Leitungen .....	781
20.4	Schutz gegen zu hohe Erwärmung – Teil 430 .....	782
20.4.1	Schutz bei Überlast.....	783
20.4.2	Schutz bei Kurzschluss .....	790
20.4.3	Koordinieren des Schutzes bei Überlast und Kurzschluss – Teil 430, Abschnitt 435.....	805
20.4.3.1	Schutz durch eine gemeinsame Schutzeinrichtung .....	805

---

20.4.3.2	Schutz durch getrennte Schutzeinrichtungen .....	806
20.4.3.3	Gemeinsame Versetzung der Schutzeinrichtungen für Überlast- und Kurzschlusschutz .....	809
20.4.3.4	Verzicht auf Schutzeinrichtungen für Überlast- und Kurzschlusschutz .....	810
20.4.4	Schutz parallel geschalteter Leiter nach VDE 0100-430 .....	812
20.4.4.1	Allgemeines .....	812
20.4.4.2	Schutz bei Überlast von parallel geschalteten Leitern .....	814
20.4.4.3	Schutz bei Kurzschluss von parallel geschalteten Leitern .....	815
20.4.4.4	Parallel geschaltete Leitungen mit unterschiedlichen Querschnitten .....	819
20.4.5	Besondere Festlegungen .....	823
20.4.5.1	Beleuchtungsstromkreise .....	823
20.4.5.2	Steckdosenstromkreise .....	823
20.4.5.3	Neutralleiter .....	823
20.4.5.4	Schutzleiter .....	823
20.4.5.5	Öffentliche und andere Verteilungsnetze .....	823
20.4.5.6	Schalt- und Verteilungsanlagen .....	823
20.4.5.7	Gefahr durch Überstrom-Schutzeinrichtung .....	823
20.4.5.8	Bewegliche Leitungen .....	824
20.4.5.9	Lebensdauer von Kabeln und Leitungen .....	824
20.5	Literatur zu Kapitel 20 .....	826
21	<b>Verlegen von Kabeln und Leitungen – DIN VDE 0100-520 .....</b>	827
21.1	Allgemeines .....	827
21.2	Anforderungen an die Verlegung von Kabeln und Leitungen .....	834
21.2.1	Verdrahtungsleitungen .....	834
21.2.2	Aderleitungen .....	834
21.2.3	Stegleitungen .....	834
21.2.4	Mantelleitungen .....	835
21.2.5	Flexible Leitungen .....	836
21.2.6	Kabel .....	836
21.3	Verlegung von Kabeln und Leitungen .....	837
21.3.1	Elektroinstallationsrohrsysteme für elektrische Installationen .....	837
21.3.2	Verlegung in Elektroinstallationskanälen .....	844
21.3.3	Verlegung in unterirdischen Kanälen und Schutzrohren .....	845
21.3.4	Verlegung in Beton .....	845
21.3.5	Verlegung in Luft frei gespannt .....	846
21.3.6	Verlegung von Kabeln in Erde .....	846
21.3.7	Verlegung von Kabeln an Decken, auf Wänden und auf Pritschen .....	847
21.3.8	Zugbeanspruchungen für Kabel und Leitungen .....	848
21.3.9	Kabelverlegung bei tiefen Temperaturen .....	850

21.4	Zusammenfassen der Leiter verschiedener Stromkreise .....	851
21.4.1	Aderleitungen in Elektroinstallationsrohren und Elektroinstallationskanälen.....	851
21.4.2	Mehraderleitungen und Kabel.....	851
21.4.3	Haupt- und Hilfsstromkreise getrennt verlegt .....	852
21.4.4	Stromkreise, die mit Kleinspannung betrieben werden.....	852
21.4.5	Stromkreise mit unterschiedlicher Spannung.....	852
21.4.6	Neutralleiter bzw. PEN-Leiter .....	852
21.4.7	Schutzeleiter.....	852
21.5	Spannungsfall .....	853
21.6	Erdschluss- und kurzschlussichere Verlegung .....	853
21.7	Anschlussstellen und Verbindungen.....	855
21.8	Kreuzungen und Näherungen .....	857
21.9	Maßnahmen gegen Brände und Brandfolgen.....	858
21.10	Literatur zu Kapitel 21.....	858
22	<b>Brandgefahren und Brandverhütung in elektrischen Anlagen..</b>	859
22.1	Allgemeines zur Wärmelehre.....	859
22.2	Brennbare Stoffe und Zündtemperatur.....	860
22.3	Wärmequelle und Zündenergie.....	862
22.4	Zündquellen elektrischen Ursprungs.....	863
22.4.1	Heiße Oberfläche als Zündquelle .....	863
22.4.2	Falsch verwendetes Elektrogerät als Zündquelle .....	863
22.4.3	Wärmestrahler als Zündquelle .....	864
22.4.4	Elektrische Fehler als Zündquelle.....	865
22.4.5	Kontakterwärmung als Zündquelle .....	865
22.5	Isolationsfehler als Brandgefahr.....	866
22.6	Lichtbogen .....	868
22.7	Brandschäden.....	874
22.7.1	Unmittelbare Brandschäden.....	874
22.7.2	Brandfolgeschäden.....	874
22.8	Temperaturen von Bränden .....	874
22.9	Brandverhalten von Baustoffen .....	876
22.9.1	Nicht brennbare Baustoffe .....	876
22.9.2	Brennbare Baustoffe.....	877
22.10	Brandverhalten von Bauteilen .....	878
22.11	Bauliche Brandschutzmaßnahmen.....	880
22.12	Brandschutz durch vorbeugende Installationstechnik.....	888
22.13	Schutz gegen Verbrennungen (Brandwunden).....	898
22.14	Brandschutz bei feuergefährdeten Betriebsstätten nach DIN VDE 0100-420.....	899
22.15	Literatur zu Kapitel 22.....	904

23	Stromversorgungsanlagen für Sicherheitszwecke – DIN VDE 0100-560 .....	905
23.1	Anforderungen an Stromquellen für Sicherheitszwecke .....	908
23.2	Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) .....	911
23.2.1	Schutzmaßnahmen ohne Abschaltung im Fehlerfall .....	911
23.2.2	Schutzmaßnahmen mit Abschaltung im Fehlerfall .....	912
23.3	Aufstellung der Stromquellen .....	914
23.4	Stromkreise für Stromversorgungsanlagen für Sicherheitszwecke .....	914
23.5	Verbrauchsmittel .....	915
23.6	Literatur zu Kapitel 23 .....	915
24	Prüfung elektrischer Geräte nach einer Reparatur – DIN EN 50678 (VDE 0701) oder Wiederholungsprüfung elektrischer Geräte – DIN EN 50699 (VDE 0702) .....	917
24.1	Anwendungsbereich – Abschnitt 1 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)) .....	918
24.2	Anforderungen – Abschnitt 4 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)) .....	919
24.3	Allgemeines zu den Messungen und Prüfungen – Abschnitt 5.1 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)) .....	919
24.4	Sichtprüfung – Abschnitt 5.2 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)) .....	922
24.5	Messung des Schutzleiterwiderstands – Abschnitt 5.3 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)) .....	923
24.6	Messung des Isolationswiderstands – Abschnitt 5.4 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)) .....	925
24.7	Messung des Schutzleiterstroms – Abschnitt 5.5 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)) .....	932
24.8	Messung des Berührungsstroms – Abschnitt 5.6 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)) .....	936
24.9	Bestätigung der Übereinstimmung der Spezifikationen für die Schutzmaßnahme SELV/PELV – Abschnitt 5.7 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)) .....	941
24.10	Messung des Ableitstroms, der von einem isolierten Eingang mit einer Nenneingangsspannung über AC 50 V oder DC 120 V erzeugt wird – Abschnitt 5.8 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)) .....	941
24.11	Bestätigung der Funktionsweise weiterer Schutzmaßnahmen – Abschnitt 5.9 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)) .....	942
24.12	Bestätigung der Polarität der Netzstecker-Verdrahtung – Abschnitt 5.10 (nur DIN EN 50678 (VDE 0701)) .....	942

---

24.13	Funktionsprüfung – Abschnitt 5.11 (nur DIN EN 50678 (VDE 0701)) .....	942
24.14	Dokumentation und Bewertung der Prüfung – Abschnitt 6 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)) .....	943
24.15	Prüfgeräte – Abschnitt 7 (DIN EN 50678 (VDE 0701) und DIN EN 50699 (VDE 0702)).....	946
24.16	Literatur zu Kapitel 24.....	946
<b>25</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>947</b>
25.1	Anhang A: Kurzschlussstrom und Leitungslänge .....	947
25.1.1	Kurzschlussstromberechnung .....	947
25.1.1.1	Kurzschlussstromberechnung nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102). 947	947
25.1.1.2	Beispiel zur Berechnung des kleinsten einpoligen Kurzschlussstroms nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102) .....	956
25.1.1.3	Kurzschlussstromberechnung in der Praxis .....	958
25.1.1.4	Beispiele zur Kurzschlussstromberechnung in der Praxis.....	962
25.1.2	Berechnung der maximal zulässigen Leitungslängen .....	965
25.2	Anhang B: Maximal zulässige Leitungslängen unter Berücksichtigung des Spannungsfalls – DIN VDE 0100-520 Beiblatt 2.....	1000
25.3	Anhang C: Berechnung des <i>k</i> -Faktors zur Schutzleiter- Querschnittsbestimmung – DIN VDE 0100-540.....	1003
25.3.1	Grundlagen.....	1003
25.3.2	Tabellen zur Ermittlung des <i>k</i> -Faktors .....	1004
25.3.3	Beispiele zur Berechnung des Schutzleiterquerschnitts.....	1007
25.3.3.1	Berechnung des <i>k</i> -Werts.....	1007
25.3.3.2	Berechnung des Schutzleiterquerschnitts in einem TN-C-S-System .....	1008
25.3.3.3	Berechnung des Schutzleiterquerschnitts in einem TT-System beim Einsatz einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) .....	1011
25.3.3.4	Berechnung des Schutzleiterquerschnitts, wenn unterschiedliche Leitermaterialien und unterschiedliche Verlegearten vorliegen ..	1012
25.4	Anhang D: Umrechnung von Leiterwiderständen.....	1013
25.5	Anhang E: Tabellen für Impedanzen.....	1016
25.5.1	Tabellen für Freileitungen .....	1018
25.5.2	Tabellen für Kabel.....	1019
25.6	Anhang F: MEltBauV .....	1026
25.7	Anhang G: Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anfor- derungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR) – Fassung 10.2.2015 (Redaktionsstand 03.09.2020).....	1029
25.8	Anhang H: Äußere Einflüsse .....	1036
25.9	Anhang I: Gemeinsame Erklärung zu Verwendung und Einbau von Elektroinstallationsmaterial.....	1052

25.10	Anhang J: Gemeinsame Erklärung zum sicheren Umgang mit Elektrizität.....	1053
25.11	Anhang K: Widerstands- und Leitwertgrößen .....	1054
26	Weiterführende Literatur .....	1055
27	Abkürzungsübersicht .....	1057
	Stichwortverzeichnis .....	1067