

Inhalt

Vorwort zur 14. Auflage	5
1 Allgemeines	27
1.1 Gesetze, Verordnungen, Vorschriften, Bestimmungen und dergleichen	27
1.2 Internationale Organisationen	28
1.3 Nationale Organisationen	29
1.4 Aufbau, Organisation und Tätigkeit der DKE	30
1.4.1 Das VDE-Vorschriftenwerk	34
1.4.2 Entstehung einer DIN-VDE-Norm	39
1.4.3 Anpassung der Normen an den Stand der Technik	42
1.4.4 Widerspruchsfreiheit des VDE-Vorschriftenwerks	43
1.4.5 VDE-Prüf- und Zertifizierungswesen – VDE 0024	43
1.4.6 Pilotfunktion und Gruppenfunktion von Normen	47
1.5 Rechtliche Stellung des VDE-Vorschriftenwerks	48
1.6 Anwendungsbereich und rückwirkende Gültigkeit von VDE-Bestimmungen	51
1.7 Die Normen der Reihe VDE 0100 – Anwendungsbereich und grundsätzliche Aussagen	52
1.8 Statistik elektrischer Unfälle	55
1.9 Mensch und Elektrizität	57
1.9.1 Stromstärke und Einwirkdauer	59
1.9.2 Wirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper	62
1.9.3 Stromart und Frequenz	66
1.9.4 DC-AC-Gleichwertigkeitsfaktor	67
1.9.5 Körperwiderstand und Stromweg	68
1.9.6 Herz-Strom-Faktor	73
1.9.7 Verhalten bei elektrischen Unfällen	74
1.10 Errichten elektrischer Anlagen	75
1.11 Literatur zu Kapitel 1	79
2 Begriffe und technische Grundlagen – DIN VDE 0100-200	81
2.1 Anlagen und Netze	81
2.2 Betriebsmittel, Verbrauchsmittel und Anschlussarten	85
2.3 Leiterarten, Stromverteilungssysteme, elektrische Größen	87
2.4 Erdung	98

2.5	Raumarten	101
2.6	Fehlerarten, Fehlerspannung, Fehlerstrom, Berührungs- und Schrittspannung, Ableitstrom	102
2.6.1	Fehlerarten	102
2.6.2	Fehlerstrom	104
2.6.3	Berührungsspannung, Berührungsstrom	105
2.6.4	Erder- und Schrittspannung	111
2.6.5	Ableitstrom	112
2.7	Schutz gegen gefährliche Körperströme, Schutz gegen elektrischen Schlag, Schutzmaßnahmen	115
2.7.1	Schutz gegen direktes Berühren	116
2.7.2	Schutz bei indirektem Berühren	118
2.7.3	Umhüllungen, Schutzschirme und Trennung	118
2.7.4	Kleinspannung	119
2.8	Schutzarten	120
2.9	Schutzklassen	126
2.10	Kabel und Leitungen, Schaltanlagen, Verteiler und Schienenverteiler	127
2.11	Überstrom-Schutzeinrichtungen	131
2.12	RCD, Fehlerstrom- und Differenzstrom-Schutzeinrichtungen	135
2.13	Trennen und Schalten	136
2.14	Schirme, Schutzschirme und Trennung	137
2.15	Betriebsarten	138
2.16	Literatur zu Kapitel 2	141
3	Planung elektrischer Anlagen – DIN VDE 0100-100	143
3.1	Leistungsbedarf und Gleichzeitigkeitsfaktor	145
3.2	Stromversorgung	148
3.2.1	Einspeisung aus dem öffentlichen Netz	148
3.2.2	Bemessung von Hauptleitungen und Hauptstromversorgungssystemen	149
3.2.3	Autarke Versorgung	151
3.2.4	Eigenversorgung mit netzparallelem Betrieb	151
3.3	Netzarten und Erdungen	153
3.3.1	TN-Systeme	155
3.3.2	TT-System	157
3.3.3	IT-System	157
3.4	Stromkreisaufteilung in einer Anlage	159
3.5	Äußere Einflüsse	160
3.6	Verträglichkeit	161
3.7	Wartbarkeit	163
3.8	Elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke	163
3.9	Literatur zu Kapitel 3	164

4	Allgemeine Anforderungen für Schutzmaßnahmen – DIN VDE 0100-410	165
4.1	Basisschutz, Schutz gegen direktes Berühren.....	166
4.1.1	Basisschutz durch Isolierung – DIN VDE 0100-410 Anhang A	167
4.1.2	Basisschutz durch Abdeckungen oder Umhüllungen – DIN VDE 0100-410 Anhang A.....	167
4.1.3	Basisschutz durch Hindernisse – DIN VDE 0100-410 Anhang B... .	169
4.1.4	Basisschutz durch Anordnung außerhalb des Handbereichs – DIN VDE 0100-410 Anhang B.....	169
4.2	Fehlerschutz, Schutz bei indirektem Berühren.....	169
4.3	Schutzmaßnahmen zur ausschließlichen Anwendung, wenn die Anlage nur durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen betrieben wird – DIN VDE 0100-410 Anhang C.....	177
4.3.1	Schutz durch nicht leitende Umgebung.....	177
4.3.2	Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzbereich.....	178
4.3.3	Schutz durch Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel	179
4.4	Kombination von Schutzmaßnahmen	182
4.5	Zusätzlicher Schutz	184
4.6	Literatur zu Kapitel 4	184
5	Schutzmaßnahme: Automatische Abschaltung der Stromversorgung – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411	185
5.1	Fehlerschutz im TN-System – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.4	188
5.1.1	TN-System mit Überstrom-Schutzeinrichtungen.....	192
5.1.1.1	Kurzschlussstromberechnung nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102) .	195
5.1.1.2	Beispiel zur Berechnung des kleinsten einpoligen Kurzschlussstroms nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102). .	205
5.1.1.3	Kurzschlussstromberechnung in der Praxis	206
5.1.1.4	Beispiele zur Kurzschlussstromberechnung in der Praxis.....	210
5.1.2	TN-System mit RCD	213
5.1.3	Kombination von Überstrom-Schutzeinrichtungen für den Fehlerschutz und RCDs für den Zusatzschutz	215
5.1.4	Erdungsbedingungen im TN-System.....	216
5.1.5	Spannungsbegrenzung bei Erdschluss eines Außenleiters – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.4.1	216
5.2	Fehlerschutz im TT-System – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411 ..	222
5.2.1	TT-System mit Überstrom-Schutzeinrichtungen	224
5.2.2	TT-System mit RCD	227
5.2.2.1	Allgemeines	227
5.2.2.2	Reihenschaltung von RCDs	227

5.3	Fehlerschutz im IT-System – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.6	228
5.4	FELV: Schutz durch Kleinspannung, die nicht sicher erzeugt wird – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.7	234
5.4.1	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	236
5.4.2	Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	236
5.4.3	Stromquellen	236
5.4.4	Steckvorrichtungen	236
5.5	Literatur zu den Kapiteln 5 bis 8	238
6	Schutzmaßnahme: Doppelte oder verstärkte Isolierung – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 412	239
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
7	Schutzmaßnahme: Schutztrennung mit nur einem Verbrauchsmittel – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 413	245
8	Schutzmaßnahme: Schutz durch Kleinspannung mittels SELV und PELV – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 414	249
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	254
8.1.2	Anordnung von Stromkreisen	256
8.1.3	Schutz gegen direktes Berühren	258
8.1.4	Schutz bei indirektem Berühren	258
8.1.5	Zusammenfassung	258
8.2	Schutz von Beharrungsberührungsstrom und Ladung – DIN EN 61140 (VDE 0140-1)	259
9	Zusätzlicher Schutz – DIN VDE 0100-410 Abschnitt 415	261
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 RCD im IT-System	265
9.1.3	Zusätzlicher Schutz durch RCD bei Schutzisolierung	266
9.1.4	Zusätzlicher Schutz durch RCD bei Schutztrennung	266

9.2	Zusätzlicher Schutz durch zusätzlichen Schutzpotentialausgleich – Teil 410 Abschnitt 415.2	267
9.3	Zusätzlicher Schutz für Endstromkreise für den Außenbereich und Steckdosen – Teil 410 Abschnitt 411.3.3	268
9.4	Literatur zu Kapitel 9	268
10	Auswahl und Errichtung von Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter – DIN VDE 0100-540	269
10.1	Allgemeines – DIN VDE 0100-540 Abschnitt 541	269
10.2	Anwendungsbereich	270
10.3	Begriffe	270
10.4	Begriffe zum Thema Erdung	276
10.5	Betriebserder, Anlagenerder und Schutzerder	276
10.6	Ausbreitungswiderstand und Potentialverlauf	278
10.7	Spezifischer Erdwiderstand	280
10.8	Berechnung des Ausbreitungswiderstands	282
10.8.1	Genaue Berechnung des Ausbreitungswiderstands	282
10.8.2	Überschlägige Berechnung des Ausbreitungswiderstands	283
10.8.3	Abschätzung des Ausbreitungswiderstands nach DIN VDE 0101	284
10.8.4	Beispiele zur Ermittlung des Ausbreitungswiderstands eines Erders	285
10.9	Messung von Erdungswiderständen	287
10.9.1	Messung nach dem Strom-Spannungs-Messverfahren	287
10.9.2	Messung mit der Erdungsmessbrücke nach dem Kompensations-Messverfahren	288
10.9.3	Messung von Erdungswiderständen nach Teil 600	291
10.9.4	Messung des Erdschleifenwiderstands mit Stromzangen	293
10.9.5	Messung der Fehlerschleifenimpedanz	294
10.9.6	Messung des Gesamterdungswiderstands eines Netzes	294
10.10	Messung des spezifischen Erdwiderstands	296
10.10.1	Messung mit fest definiertem Messstab	296
10.10.2	Methode nach Wenner, Vier-Sonden-Methode	297
10.11	Herstellung von Erdern	298
10.11.1	Oberflächenerder	301
10.11.2	Tiefenerder	302
10.11.3	Fundamenteerde	302
10.11.4	Natürliche Erder	307
10.12	Korrosion von Metallen im Erdreich	308
10.12.1	Korrosion durch chemische Einflüsse	308
10.12.2	Korrosion durch galvanische Elementbildung	309
10.12.3	Korrosion durch Streuströme	314
10.12.4	Korrosionsschutzmaßnahmen gegen Elementbildung	314

10.12.5	Korrosionsschutzmaßnahmen gegen Streuströme	314
10.12.6	Katodischer Korrosionsschutz	317
10.12.7	Fundamenterder und Korrosion	317
10.12.7.1	Verhalten feuerverzinkter Stähle in Beton	317
10.12.7.2	Zusammenschluss von Fundamenterdern mit Erdern im Erdreich	318
10.12.7.3	Fundamenterder aus verzinktem Stahl und Armierungen	319
10.12.7.4	Zusammenschluss von Armierungen mit Erdern im Erdreich	319
10.13	Erdungsleiter – Teil 540 Abschnitt 542.3	320
10.14	Haupterdungsschiene – Teil 540 Abschnitt 542.4	321
10.15	Allgemeines zum Schutzleiter – DIN VDE 0100-540 Abschnitt 543	321
10.16	Querschnitte von Schutzleitern – Teil 540 Abschnitt 543.1	322
10.17	Arten von Schutzleitern – Teil 540 Abschnitt 543.2	327
10.18	Erhalten der elektrischen Eigenschaften von Schutzleitern – Teil 540 Abschnitt 543.3	328
10.19	PEN-Leiter – Teil 540 Abschnitt 543.4	329
10.20	Kombinierte Schutzerdungsleiter und Funktionserdungsleiter – Teil 540 Abschnitt 543.5	331
10.21	Anordnung von Schutzleitern – Teil 540 Abschnitt 543.6	332
10.22	Verstärkte Schutzleiter für Schutzleiterströme größer 10 mA – Teil 540 Abschnitt 543.7	333
10.23	Kennzeichnung von Schutzleiter und PEN-Leiter – Teil 510 Abschnitt 514.3	333
10.24	Schutzleiterströme – Teil 510 Abschnitt 516	335
10.25	Schutzzentialausgleichsleiter – DIN VDE 0100-540 Abschnitt 544	336
10.25.1	Erdungsanlage und Zentialausgleich eines Gebäudes	336
10.25.2	Schutzzentialausgleichsleiter für die Verbindung mit der Haupterdungsschiene – Teil 540 Abschnitt 544.1	338
10.25.3	Schutzzentialausgleichsleiter für den zusätzlichen Schutzzentialausgleich – Teil 540 Abschnitt 544.2	340
10.25.3.1	Schutzzentialausgleichsleiter zwischen zwei Körpern elektrischer Betriebsmittel – Teil 540 Abschnitt 544.2.1	341
10.25.3.2	Schutzzentialausgleichsleiter zwischen einem Körper und einem fremden leitfähigen Teil – Teil 540 Abschnitt 544.2.2	341
10.25.3.3	Mindestquerschnitte für den zusätzlichen Schutzzentialausgleichsleiter	342
10.26	Fremdspannungsarmer Zentialausgleich	342
10.27	Erdung von Antennenträgern – DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1)	344
10.28	Prüfungen	345
10.29	Literatur zu Kapitel 10	347

11	Prüfungen – DIN VDE 0100-600	349
11.1	Begriffe	349
11.2	Allgemeine Anforderungen an die Erstprüfung – Teil 600 Abschnitt 61	350
11.3	Besichtigen – Teil 600 Abschnitt 61.2	351
11.4	Erproben und Messen – Teil 600 Abschnitt 61.3	351
11.4.1	Allgemeine Anforderungen	351
11.4.2	Durchgängigkeit der Leiter	352
11.4.3	Isolationswiderstand der elektrischen Anlage	352
11.4.4	Schutz durch SELV, PELV oder durch Schutztrennung	357
11.4.5	Widerstände isolierender Fußböden und Wände	357
11.5	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung – Teil 600 Abschnitt 61.3.6	359
11.5.1	Prüfung von TN-Systemen	359
11.5.2	Prüfung von TT-Systemen	362
11.5.3	Prüfung von IT-Systemen	363
11.5.4	Messung von Erdungswiderständen nach Teil 600	363
11.5.5	Messung des Erdschleifenwiderstands mit Stromzangen	363
11.5.6	Messung von Kurzschlussströmen bzw. Schleifenimpedanzen	366
11.5.7	Messung des Auslösestroms bei RCDs	368
11.6	Zusätzlicher Schutz – Teil 600 Abschnitt 61.3.7	370
11.7	Prüfung der Spannungspolarität – Teil 600 Abschnitt 61.3.8	370
11.8	Prüfung der Phasenfolge – Teil 600 Abschnitt 61.3.9	370
11.9	Funktionsprüfungen – Teil 600 Abschnitt 61.3.10	370
11.10	Spannungsfall – Teil 600 Abschnitt 61.3.11	371
11.11	Messgeräte	372
11.12	Dokumentation der Prüfung – Teil 600 Abschnitt 61.4	373
11.13	Literatur zu Kapitel 11	376
12	Schutz gegen Überspannungen und elektromagnetische Störungen (EMI)	379
12.1	Schutz von Niederspannungsanlagen bei Erdschlüssen in Netzen mit höherer Spannung – DIN VDE 0100-442	379
12.2	Schutz gegen transiente Überspannungen – DIN VDE 0100-443 und DIN VDE 0100-534	389
12.2.1	Ursachen und Auswirkungen transienter Überspannungen	389
12.2.2	Normen für den Überspannungsschutz	392
12.2.3	Überspannung-Schutzeinrichtungen in Gebäuden – DIN VDE 0100-534	393
12.2.3.1	Anschluss von Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE)	394
12.2.3.2	Auswahl im Hinblick auf die dauernde Betriebsspannung U_c	395
12.2.3.3	Auswahl im Hinblick auf Nennableitstoßstrom I_n und Blitzstoßstrom I_{imp}	399

12.2.3.4	Auswahl im Hinblick auf das ausgewiesene Folgestromlöschvermögen	400
12.2.3.5	Schutz bei Überströmen und Folgen eines Fehlers an Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE)	400
12.2.3.6	Anschlussleitungen	402
12.2.3.7	Informationen zur Klassifizierung von Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE)	404
12.2.4	Überspannung-Schutzeinrichtungen im Niederspannungsnetz	405
12.2.5	Überspannungsschutzgeräte im praktischen Einsatz	407
12.2.5.1	Einsatz in Verteilungsnetzen	407
12.2.5.2	Einsatz in Verbraucheranlagen	408
12.2.5.3	Einsatz in Informationsnetzen und Informationsanlagen	411
12.3	Überspannungsschutzgeräte – DIN VDE 0675	413
12.3.1	Technische Grundlagen	414
12.3.2	Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen	416
12.3.2.1	Überspannungsschutzgeräte für den Einbau in Niederspannungsnetzen	417
12.3.2.2	Überspannungsschutzgeräte für den Einbau in Verbraucheranlagen	418
12.3.2.3	Überspannungsschutzgeräte für ortswandlerische Geräte	419
12.4	Elektrische Anlagen in Bauwerken mit Blitzschutzanlagen	420
12.5	Dachständer und Blitzschutzanlagen	420
12.6	Schutz gegen elektromagnetische Störungen (EMI) – DIN VDE 0100-444	421
12.6.1	Einführung	421
12.6.2	Grundsätzliche Anforderungen	422
12.6.2.1	Netzsysteme	422
12.6.2.2	Mehrfaecheinspeisung	423
12.6.2.3	Verschiedene Netzstrukturen für den Potentialausgleich	425
12.6.2.4	Funktionserdungsleiter	427
12.6.2.5	Kabelträgersysteme	427
12.7	Literatur zu Kapitel 12	429
13	Trennen und Schalten – DIN VDE 0100-460 und DIN VDE 0100-537	431
13.1	Allgemeines	431
13.2	Begriffe	432
13.3	Trennen	432
13.3.1	Maßnahmen zum Trennen	432
13.3.2	Geräte zum Trennen	433
13.4	Ausschalten für mechanische Wartung (Instandhaltung)	434

13.4.1	Maßnahmen zur mechanischen Wartung (Instandhaltung)	434
13.4.2	Geräte zum Ausschalten bei mechanischer Wartung (Instandhaltung)	435
13.5	Schalthandlungen im Notfall	436
13.5.1	Maßnahmen bei Schaltungen im Notfall.....	436
13.5.2	Geräte zum Schalten im Notfall.....	438
13.6	Betriebsmäßiges Schalten.....	439
13.6.1	Maßnahmen zum betriebsmäßigen Schalten	439
13.6.1.1	Maßnahmen für Steuerstromkreise	440
13.6.1.2	Maßnahmen für Motorsteuerungen.....	440
13.6.2	Schaltgeräte für betriebsmäßiges Schalten	440
14	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – DIN VDE 0100-510	441
14.1	Allgemeine Anforderungen	441
14.2	Betriebsbedingungen	443
14.3	Äußere Einflüsse	444
14.4	Dynamische Beanspruchungen durch Kurzschlussströme	445
14.5	Luftstrecken und Kriechstrecken	458
14.5.1	Bemessung der Luftstrecken	460
14.5.2	Bemessung der Kriechstrecken	464
14.6	Zugänglichkeit.....	464
14.7	Kennzeichnungen	464
14.8	Schaltpläne und Dokumentation	467
14.9	Vermeidung gegenseitiger nachteiliger Beeinflussung	468
14.10	Literatur zu Kapitel 14.....	469
15	Maschinen, Transformatoren, Drosselpulen, Kondensatoren	471
15.1	Elektrische Maschinen.....	471
15.2	Transformatoren und Drosselpulen	475
15.2.1	Kleintransformatoren.....	477
15.2.2	Trenntransformatoren und Sicherheitstransformatoren	477
15.2.3	Leistungstransformatoren.....	481
15.3	Kondensatoren – DIN VDE 0560	493
15.4	Literatur zu Kapitel 15.....	501
16	Schaltgeräte	503
16.1	Schalter	503
16.2	Steckvorrichtungen, allgemein	503
16.3	Steckvorrichtungen für industrielle Anwendung	506
16.4	Überstrom-Schutzeinrichtungen.....	514
16.4.1	Niederspannungssicherungen – DIN EN 60269 (VDE 0636)	515
16.4.1.1	NH-Sicherungen	528

16.4.1.2	D-Sicherungen	539
16.4.1.3	D0-Sicherungen	543
16.4.1.4	Geräteschutzsicherungen (G-Sicherungen)	546
16.4.2	Überstromschutzschalter	551
16.4.2.1	Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) – VDE 0641	552
16.4.2.2	Geräteschutzschalter – DIN EN 60934 (VDE 0642)	562
16.4.2.3	Motorstarter – DIN EN 60947-4-1 (VDE 0660-102)	564
16.4.2.4	Leistungsschalter – DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101)	567
16.4.2.5	Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz – DIN EN 60947 (VDE 0660-101) Anhang B	570
16.4.2.6	Selektive Haupt-Leitungsschutzschalter (SH-Schalter) E DIN VDE 0643 (SHA-Schalter) und E DIN VDE 0645 (SHU-Schalter)	571
16.4.3	Hochspannungssicherungen	573
16.4.3.1	Teilbereichssicherungen	574
16.4.3.2	Vollbereichssicherungen	577
16.4.3.3	Einsatz von HH-Sicherungen	578
16.5	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)	579
16.5.1	Allgemeines	579
16.5.2	FI-Schutzschalter, geschichtliche Entwicklung	580
16.5.3	RCCB und RCBO – VDE 0664	585
16.5.3.1	Technische Anforderungen	585
16.5.3.2	Produktinformationen	591
16.5.3.2.1	Bemessungswerte	591
16.5.3.2.2	Abschaltzeiten und Nichtauslösezeiten	592
16.5.3.2.3	Bemessungsschaltvermögen und Bemessungsfehlerschaltvermögen	594
16.5.3.2.4	Kurzschlussfestigkeit und maximale Vorsicherung	594
16.5.3.2.5	Stoßstromfestigkeit und Stoßstromfestigkeit	594
16.5.3.2.6	Aufschriften (Normbeschriftung)	595
16.5.4	Auswahl und Errichtung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)	598
16.5.4.1	RCD zum Schutz gegen elektrischen Schlag	599
16.5.4.2	RCD zum Brandschutz	599
16.5.4.3	RCD zum zusätzlichen Schutz (Zusatzzschutz)	600
16.5.5	RCCB für höhere Spannungen bzw. höhere Ströme – VDE 0664-101	600
16.5.6	PRCD – DIN VDE 0661	600
16.6	Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs)	602
16.6.1	Allgemeines	602
16.6.2	Bemessungsgrößen	604
16.6.3	Aufschriften und Produktinformationen	604
16.6.4	Konstruktion und Betrieb	605

16.7	Isolationsüberwachungsgeräte (IMD) – VDE 0413-8	605
16.7.1	Technische Anforderungen	606
16.7.2	Aufschriften auf Isolationsüberwachungsgeräten.....	609
16.8	Isolationsfehlerscheinrichtung – VDE 0413-9	610
16.9	Schütze, Motorstarter und Relais – DIN EN 60947-4-1 (VDE 0660-102).....	611
16.9.1	Allgemeines	611
16.9.2	Gebrauchskategorien.....	612
16.9.3	Verlustleistungen	613
16.10	Literatur zu Kapitel 16.....	617
17	Leuchten und Beleuchtungsanlagen – DIN VDE 0100-559	619
17.1	Anbringen von Leuchten auf Gebäudeteilen	620
17.2	Anbringung von Leuchten auf Einrichtungsgegenständen	621
17.3	Lampenbetriebsgeräte	622
17.3.1	Vorschaltgeräte	623
17.3.2	Kompensationskondensatoren.....	623
17.4	Sicherheitszeichen und technisch relevante Bildzeichen für Leuchten und deren Zubehör	623
17.5	Aufschriften auf Leuchten	627
17.6	Befestigung von Leuchten	629
17.7	Schutzarten für Leuchten.....	629
17.8	Lampengruppen und Lichtbänder	631
17.9	Leitungsbenennung bei Leuchten.....	631
17.10	Kompensation von Entladungslampen.....	632
17.11	Besondere Beleuchtungsanlagen	633
17.11.1	Leuchten für Vorführstände.....	633
17.11.2	Beleuchtungsanlagen im Freien	633
17.11.3	Kleinspannungsbeleuchtungsanlagen.....	635
17.11.4	Stromschiensysteme für Leuchten.....	639
17.12	Literatur zu Kapitel 17.....	641
18	Akkumulatoren und Batterieanlagen – DIN VDE 0510	643
18.1	Allgemeines	643
18.2	Betriebsarten	644
18.3	Schutz gegen elektrischen Schlag	646
18.3.1	Schutz sowohl gegen direktes als auch bei indirektem Berühren..	646
18.3.2	Schutz gegen elektrischen Schlag unter normalen Bedingungen..	646
18.3.3	Schutz gegen elektrischen Schlag im Fehlerfall	647
18.3.4	Schutz bei Gleichstromzwischenkreisen mit galvanischer Verbindung zum speisenden Netz	649
18.4	Vorkehrungen gegen Verpuffungs- und Explosionsgefahr.....	650
18.5	Räume für ortsfeste Batterien	651

19	Allgemeines über Kabel und Leitungen.....	653
19.1	Kurzzeichen für Kabel.....	653
19.2	Häufig verwendete Kabel.....	654
19.3	Halogenfreie Kabel und Leitungen mit verbessertem Verhalten im Brandfall	656
19.3.1	Halogenfreie Kabel.....	657
19.3.1.1	Halogenfreie Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall.....	657
19.3.1.2	Halogenfreie Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall und Isolationserhalt.....	660
19.3.2	Einadrige Leitungen ohne Mantel für feste Verlegung mit geringer Entwicklung von Rauch und korrosiven Gasen im Brandfall	661
19.3.2.1	Halogenfreie Aderleitungen H07Z	661
19.3.2.2	Halogenfreie Verdrahtungsleitungen H05Z.....	662
19.3.3	Halogenfreie Mantelleitung NHXMH	662
19.3.4	Halogenfreie Installationsleitung NHMH.....	663
19.3.5	Halogenfreie Sonder-Gummiaderleitung NSHXAÖ und NSHXAFÖ	664
19.4	Kurzzeichen für Leitungen nach nationalen Normen – DIN VDE 0250	665
19.5	Kurzzeichen für harmonisierte Leitungen – DIN VDE 0281 und DIN VDE 0282	666
19.6	Häufig verwendete Leitungen	669
19.7	Anwendungsbereiche von Kabeln und Leitungen.....	669
19.7.1	Leichte Zwillingsleitung H03VH	676
19.7.2	PVC-Schlauchleitung H03VV	676
19.7.3	PVC-Schlauchleitung H05VV	677
19.7.4	PVC-Verdrahtungsleitung H05V	677
19.7.5	Wärmebeständige PVC-Verdrahtungsleitung H05V2	677
19.7.6	PVC-Lichterkettenleitung H03VH7	677
19.7.7	PVC-Aderleitung H07V	677
19.7.8	Wärmebeständige PVC-Aderleitung H07V2	677
19.7.9	Kältebeständige PVC-Aderleitung H07V3	678
19.7.10	Leichte und mittlere PVC-Schlauchleitungen H03V2V2/H03V2V2H2 und H05V2V2/H05V2V2H2	678
19.7.11	Ölbeständige PVC-Steuerleitungen H05VV5 und H05VVC4V5 ..	678
19.7.12	Lichterkettenleitungen H05RN/H05RNH2 und H03RN-F	678
19.7.13	Wärmebeständige Silikon-Aderleitung H05SJ	679
19.7.14	Wärmebeständige Silikon-Mantelleitung H05SS	679
19.7.15	Lichtbogen-Schweißleitungen H01N2	679
19.7.16	Wärmebeständige Gummi-Aderleitungen H05G und H07G	679
19.7.17	Gummi-Schlauchleitungen H05RR und H05RN	679
19.7.18	Schwere Gummi-Schlauchleitung H07RN	680

19.7.19	Wärme- und kältebeständige Leitungen H05BQ und H07BQ.....	680
19.7.20	Wärmebeständige Schlauchleitung H05BB	680
19.7.21	Schwere wärmebeständige Schlauchleitung H07BB.....	681
19.7.22	Mittlere wärmebeständige Schlauchleitung H05BN4.....	681
19.7.23	Schwere wärmebeständige Schlauchleitung H07BN4	681
19.7.24	PVC-Mantelleitung NYM	682
19.7.25	Stegleitungen NYF und NYIFY	682
19.7.26	Bleimantelleitung NYBUY	682
19.7.27	Gummi-Schlauchleitung NSSHÖU.....	682
19.7.28	Gummi-Flachleitung NGFLGÖU.....	683
19.7.29	Leitungstrossen NMTWÖU und NMSWÖU	683
19.7.30	ETFE-Aderleitungen N7YA und N7YAF	683
19.7.31	Silikon-Fassungsaderleitungen N2GFA und N2GFAF	683
19.7.32	Sonder-Gummiaderleitung NSGAFÖU	683
19.7.33	Gummi-Schlauchleitung NMHVÖU.....	684
19.7.34	Gummi-Schlauchleitung NSHCÖU.....	684
19.7.35	Gummi-Schlauchleitung NSHTÖU.....	684
19.7.36	Mineralisierte Leitung (ohne festgelegtes Kurzzeichen).....	684
19.8	Kennzeichnung von Kabeln und Leitungen	684
19.9	Farbige Kennzeichnung von Kabeln, Leitungen und blanken Schienen	687
19.9.1	Farbige Kennzeichnung für Mäntel von Kabeln und Leitungen...	687
19.9.2	Farbige Kennzeichnung für Adern von Kabeln und Leitungen...	688
19.9.2.1	Kennzeichnung des Schutzleiters.....	688
19.9.2.2	PEN-Leiter, PEL-Leiter und PEM-Leiter	689
19.9.2.3	Neutralleiter	689
19.9.2.4	Sonstige Leiter	690
19.9.2.5	Kennzeichnung von Schienen.....	693
19.9.3	Zusammentreffen von Kabeln und Leitungen mit alter und neuer Farbkennzeichnung	694
19.10	Farbcode zur Beschreibung von Leitungen.....	696
19.11	Literatur zu Kapitel 19.....	697
20	Bemessung von Leitungen und Kabeln und deren Schutz gegen zu hohe Erwärmung – DIN VDE 0100-430 und DIN VDE 0100-520.....	699
20.1	Mindestquerschnitte – Teil 520 Abschnitt 524.....	700
20.2	Spannungsfall – Teil 520 Abschnitt 525	701
20.3	Strombelastbarkeit	709
20.3.1	Strombelastbarkeit isolierter Leitungen und nicht im Erdreich verlegter Kabel.....	709
20.3.1.1	Referenzverlegearten in Luft	710
20.3.1.2	Strombelastbarkeit bei Referenzbedingungen	713

20.3.1.3	Strombelastbarkeit bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen	719
20.3.1.4	Strombelastbarkeit bei Berücksichtigung der Häufung	728
20.3.2	Strombelastbarkeit von Kabeln im Erdreich	730
20.3.3	Strombelastbarkeit von Stromschienensystemen	734
20.3.4	Strombelastbarkeit von Freileitungen.....	738
20.3.5	Belastungssonderfälle	740
20.3.6	Erwärmung von Kabeln und Leitungen.....	746
20.4	Schutz gegen zu hohe Erwärmung – Teil 430	747
20.4.1	Schutz bei Überlast.....	748
20.4.2	Schutz bei Kurzschluss	755
20.4.3	Koordinieren des Schutzes bei Überlast und Kurzschluss – Teil 430 Abschnitt 435	768
20.4.3.1	Schutz durch eine gemeinsame Schutzeinrichtung	768
20.4.3.2	Schutz durch getrennte Schutzeinrichtungen.....	769
20.4.3.3	Gemeinsame Versetzung der Schutzeinrichtungen für Überlast- und Kurzschlusschutz	772
20.4.3.4	Verzicht auf Schutzeinrichtungen für Überlast- und Kurzschlusschutz.....	773
20.4.4	Der Schutz parallel geschalteter Leiter nach VDE 0100-430	775
20.4.4.1	Allgemeines	775
20.4.4.2	Schutz bei Überlast von parallel geschalteten Leitern.....	777
20.4.4.3	Schutz bei Kurzschluss von parallel geschalteten Leitern.....	778
20.4.4.4	Parallel geschaltete Leitungen mit unterschiedlichen Querschnitten.....	782
20.4.5	Besondere Festlegungen	786
20.4.5.1	Beleuchtungsstromkreise	786
20.4.5.2	Steckdosenstromkreise	786
20.4.5.3	Neutralleiter	786
20.4.5.4	Schutzleiter.....	786
20.4.5.5	Öffentliche und andere Verteilungsnetze.....	786
20.4.5.6	Schalt- und Verteilungsanlagen.....	786
20.4.5.7	Gefahr durch Überstrom-Schutzeinrichtung.....	786
20.4.5.8	Bewegliche Leitungen	786
20.4.5.9	Oberschwingungsströme.....	787
20.5	Literatur zu Kapitel 20.....	787
21	Verlegen von Kabeln und Leitungen – DIN VDE 0100-520.....	789
21.1	Allgemeines	789
21.2	Anforderungen an die Verlegung von Kabeln und Leitungen.....	796
21.2.1	Verdrahtungsleitungen	796
21.2.2	Aderleitungen.....	796
21.2.3	Stegleitungen.....	796

21.2.4	Mantelleitungen	797
21.2.5	Flexible Leitungen	797
21.2.6	Kabel.....	797
21.3	Verlegung von Kabeln und Leitungen	797
21.3.1	Elektroinstallationsrohrsysteme für elektrische Installationen	797
21.3.2	Verlegung in Elektro-Installationskanälen	804
21.3.3	Verlegung in unterirdischen Kanälen und Schutzrohren	805
21.3.4	Verlegung in Beton.....	805
21.3.5	Verlegung in Luft frei gespannt	806
21.3.6	Verlegung von Kabeln in Erde	806
21.3.7	Verlegung von Kabeln an Decken, auf Wänden und auf Pritschen	807
21.3.8	Zugbeanspruchungen für Kabel und Leitungen.....	808
21.3.9	Kabelverlegung bei tiefen Temperaturen	809
21.4	Zusammenfassen der Leiter verschiedener Stromkreise	810
21.4.1	Aderleitungen in Elektro-Installationsröhren und Elektro- Installationskanälen.....	810
21.4.2	Mehraderleitungen und Kabel.....	810
21.4.3	Haupt- und Hilfsstromkreise getrennt verlegt	810
21.4.4	Stromkreise, die mit Kleinspannung betrieben werden.....	810
21.4.5	Stromkreise mit unterschiedlicher Spannung.....	810
21.4.6	Neutralleiter bzw. PEN-Leiter	810
21.4.7	Schutzleiter.....	812
21.5	Spannungsfall	812
21.6	Erdschluss- und kurzschlussichere Verlegung	812
21.7	Anschlussstellen und Verbindungen.....	814
21.8	Kreuzungen und Näherungen.....	814
21.9	Maßnahmen gegen Brände und Brandfolgen.....	816
21.10	Literatur zu Kapitel 21.....	816
22	Brandgefahren und Brandverhütung in elektrischen Anlagen.....	817
22.1	Allgemeines zur Wärmelehre.....	817
22.2	Brennbare Stoffe und Zündtemperatur.....	818
22.3	Wärmequelle und Zündenergie.....	820
22.4	Zündquellen elektrischen Ursprungs.....	821
22.4.1	Heiße Oberfläche als Zündquelle	821
22.4.2	Falsch verwendetes Elektrogerät als Zündquelle	821
22.4.3	Wärmestrahler als Zündquelle	823
22.4.4	Elektrische Fehler als Zündquelle.....	823
22.4.5	Kontakterwärmung als Zündquelle	823
22.5	Isolationsfehler als Brandgefahr.....	824
22.6	Lichtbogen	826

22.7	Brandschäden.....	832
22.7.1	Unmittelbare Brandschäden.....	832
22.7.2	Brandfolgeschäden.....	832
22.8	Temperaturen von Bränden	832
22.9	Brandverhalten von Baustoffen	834
22.9.1	Nicht brennbare Baustoffe	834
22.9.2	Brennbare Baustoffe.....	835
22.10	Brandverhalten von Bauteilen	836
22.11	Bauliche Brandschutzmaßnahmen.....	838
22.12	Brandschutz durch vorbeugende Installationstechnik.....	846
22.13	Schutz gegen Verbrennungen (Brandwunden).....	856
22.14	Brandschutz bei feuergefährdeten Betriebsstätten nach DIN VDE 0100-482.....	857
22.15	Literatur zu Kapitel 22.....	860
23	Stromversorgungsanlagen für Sicherheitszwecke – DIN VDE 0100-560.....	863
23.1	Anforderungen an Stromquellen für Sicherheitszwecke.....	866
23.2	Schutz bei indirektem Berühren (Fehlerschutz).....	869
23.2.1	Schutzmaßnahmen ohne Abschaltung im Fehlerfall	869
23.2.2	Schutzmaßnahmen mit Abschaltung im Fehlerfall.....	870
23.3	Aufstellung der Stromquellen.....	872
23.4	Stromkreise für Stromversorgungsanlagen für Sicherheitszwecke.....	873
23.5	Verbrauchsmittel.....	873
23.6	Literatur zu Kapitel 23.....	874
24	Prüfung nach Instandsetzung, Änderung elektrischer Geräte – Wiederholungsprüfung elektrischer Geräte – Allgemeine Anforderungen für die elektrische Sicherheit – DIN VDE 0701-0702 (VDE 0701-0702)	875
24.1	Anwendungsbereich – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 1	875
24.2	Anforderungen – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 4	876
24.3	Allgemeines zu den Messungen und Prüfungen – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 5.1.....	877
24.4	Sichtprüfung – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 5.2.....	877
24.5	Prüfung des Schutzleiters – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 5.3...	878
24.6	Messung des Isolationswiderstands – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 5.4.....	881
24.7	Messung des Schutzleiterstroms – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 5.5.....	887
24.8	Messung des Berührungsstroms – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 5.6.....	891

24.9	Nachweis der sicheren Trennung vom Versorgungsstromkreis (SELV und PELV) – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 5.7	896
24.10	Nachweis der Wirksamkeit weiterer Schutzeinrichtungen – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 5.8.....	896
24.11	Prüfung der Aufschriften – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 5.9 ..	896
24.12	Funktionsprüfung – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 5.10.....	897
24.13	Dokumentation, Beurteilung – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 6..	897
24.14	Messeinrichtungen – DIN VDE 0701-0702 Abschnitt 7	900
24.15	Literatur zu Kapitel 24.....	900
25	Anhang	901
25.1	Anhang A: Berechnung der maximal zulässigen Leitungslängen	901
25.2	Anhang B: Maximal zulässige Leitungslängen unter Berücksichtigung des Spannungsfalls – DIN VDE 0100 Beiblatt 5	936
25.3	Anhang C: Berechnung des <i>k</i> -Faktors zur Schutzleiter-Querschnittsbestimmung – DIN VDE 0100-540.....	940
25.3.1	Grundlagen.....	940
25.3.2	Tabellen zur Ermittlung des <i>k</i> -Faktors	941
25.3.3	Beispiele zur Berechnung des Schutzleiterquerschnitts.....	944
25.3.3.1	Berechnung des Wertes für den Faktor <i>k</i>	944
25.3.3.2	Berechnung des Schutzleiterquerschnitts in einem TN-C-S-System	945
25.3.3.3	Berechnung des Schutzleiterquerschnitts in einem TT-System beim Einsatz einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)	948
25.3.3.4	Berechnung des Schutzleiterquerschnitts, wenn unterschiedliche Leitermaterialien und unterschiedliche Verlegearten vorliegen	949
25.4	Anhang D: Umrechnung von Leiterwiderständen.....	950
25.5	Anhang E: Tabellen für Impedanzen.....	953
25.5.1	Tabellen für Freileitungen	955
25.5.2	Tabellen für Kabel.....	956
25.6	Anhang F: EltBauVO	963
25.7	Anhang G: Muster-Richtlinie über brandschutz-technische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR) – Stand 17.11.2005 –	965
25.8	Anhang H: Äußere Einflüsse	971
25.9	Anhang I: Gemeinsame Erklärung zu Verwendung und Einbau von Elektroinstallationsmaterial.....	987
25.10	Anhang J: Gemeinsame Erklärung zum sicheren Umgang mit Elektrizität.....	988

25.11	Anhang K: Gemeinsame Erklärung zur Sicherheit von Elektroinstallationsanlagen im häuslichen Bereich	989
25.12	Anhang L: Widerstands- und Leitwertgrößen	990
25.13	Anhang M: Nationale Normungsorganisationen in Europa (Stand Juni 2011)	991
26	Weiterführende Literatur	993
27	Abkürzungsübersicht	995
	Stichwortverzeichnis	1005