

Inhaltsübersicht

Gesetze, Verordnungen, Vorschriften und Richtlinien	1
Begriffe	2
Schutz gegen Berührung, Fremdkörper und Wasser (IP-Code) sowie gegen mechanische Beanspruchung (IK-Code)	3
Schutzklassen der Betriebsmittel	4
Schutz gegen elektrischen Schlag	5
Stromversorgung	6
Schaltanlagen und Verteiler	7
Leitungen und Kabel	8
Verbraucheranlage und Verteilungsnetz	9
Schutz gegen elektromagnetische Störungen	10
Elektrische Betriebs- und Verbrauchsmittel	11
Einrichtungen für Sicherheitszwecke	12
Vorbeugender Brandschutz	13
Bereiche, Räume und Anlagen besonderer Art oder Nutzung	14
Prüfungen von Anlagen und Verbrauchsmitteln	15
Betrieb elektrischer Anlagen	16
Blitzschutz und Überspannungsschutz	17
Fernmelde- und Informationstechnik	18
Anhang	A
Literaturverzeichnis	Lit
Stichwortverzeichnis	Reg



Inhalt

Vorwort	V
----------------------	---

Mitarbeit bei der Bearbeitung	IX
--	----

1	Gesetze, Verordnungen, Vorschriften und Richtlinien	1
1.1	Vorbemerkungen	1
1.2	Rechtliche Bestimmungen für die Installation	2
1.2.1	Energiewirtschaftsgesetz	2
1.2.2	Niederspannungsanschlussverordnung	3
1.2.3	Bürgerliches Recht und Strafrecht	7
1.2.3.1	Werkvertrag	7
1.2.3.2	Haftung aus Vertrag (Werkvertrag)	9
1.2.3.3	Unerlaubte Handlungen	10
1.2.3.4	Strafrechtliche Würdigung eines Schadens	12
1.2.3.5	Haftpflichtgesetz	14
1.2.4	Unfallverhütungsvorschriften	15
1.2.5	Produktsicherheitsgesetz. Überwachungsbedürftige Anlagen, Betriebssicherheitsverordnung	21
1.2.5.1	Allgemeines	21
1.2.5.2	Kennzeichnung	26
1.2.5.3	Überwachungsbedürftige Anlagen	27
1.2.5.4	Betriebssicherheitsverordnung	28
1.2.6	Sicherheitsvorschriften der Sachversicherer. Klauseln für die Feuerversicherung	34
1.2.7	Arbeitsstättenrecht	36
1.2.8	Bauordnungsrechtliche Vorgaben	38
1.2.8.1	Musterbauordnung (MBO)	38
1.2.8.2	Technische Baubestimmungen (MVV-TB)	40

1.2.8.3	Abweichungen im Baurecht	41
1.2.8.4	Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen	43
1.2.8.5	Muster-Leitungsanlagenrichtlinie (MLAR)	52
1.3	VDE-Vorschriftenwerk	54
2	Begriffe	59
3	Schutz gegen Berührung, Fremdkörper und Wasser (IP-Code) sowie gegen mechanische Beanspruchung (IK-Code)	73
3.1	Berührungs- und Fremdkörperschutz	74
3.2	Wasserschutz	74
3.3	Kennzeichnung des Berührungsschutzes durch den zusätzlichen Buchstaben	75
3.4	Zusatzinformationen durch den ergänzenden Buchstaben	76
3.5	Beispiele für den IP-Code	76
3.6	Beispiele für einige übliche Schutzarten	77
3.7	Auswahl der Schutzart	80
3.8	Schutz gegen äußere mechanische Beanspruchungen von Gehäusen (IK-Code)	80
4	Schutzklassen der Betriebsmittel	83
4.1	Betriebsmittel der Schutzklasse 0	83
4.2	Betriebsmittel der Schutzklasse I	84
4.3	Betriebsmittel der Schutzklasse II	84
4.4	Betriebsmittel der Schutzklasse III	86
5	Schutz gegen elektrischen Schlag	87
5.1	Gefährliche Körperströme	89
5.1.1	Gefährdung durch technischen Wechselstrom 50/60 Hz	89
5.1.2	Gefährdung durch Gleichstrom	91
5.1.3	Gefährdung durch Wechselstrom mit Gleichstromkomponenten ...	93
5.1.4	Gefährdung durch Impulsströme	93
5.1.5	Gefährdung durch hochfrequente Ströme	94
5.1.6	Elektrischer Widerstand des menschlichen Körpers	94
5.1.7	Körperstrom und Berührungsspannung	95
5.1.8	Gefahren durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder	97
5.2	Schutzmaßnahmen	102
5.3	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	104

5.3.1	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) unter normalen Bedingungen.....	105
5.3.1.1	Basisisolierung aktiver Teile.....	105
5.3.1.2	Abdeckungen oder Umhüllungen.....	105
5.3.2	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) unter besonderen Bedingungen.....	106
5.3.2.1	Hindernisse.....	107
5.3.2.2	Anordnung außerhalb des Handbereichs.....	107
5.4	Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren).....	108
5.5	Auswahl der Schutzmaßnahmen.....	108
5.6	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ...	112
5.6.1	Versorgungssystem nach Art der Erdverbindung.....	113
5.6.2	TN-System.....	123
5.6.2.1	PEN-Leiter.....	125
5.6.2.2	Neutralleiter und Mittelpunktleiter.....	132
5.6.2.3	Schutz durch automatisches Abschalten im TN-System.....	134
5.6.2.4	Überstromschutzeinrichtungen im TN-System.....	137
5.6.2.5	Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) im TN-System.....	142
5.6.2.6	TN-System und zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich.....	142
5.6.2.7	TN-Verteilungsnetz.....	143
5.6.2.8	Prüfungen im TN-System.....	145
5.6.3	TT-System.....	145
5.6.3.1	Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) im TT-System.....	147
5.6.3.2	Überstromschutzeinrichtungen im TT-System.....	149
5.6.3.3	Fehlerstromschutzeinrichtungen im TT-System.....	152
5.6.3.4	TT-System und zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich.....	152
5.6.3.5	Prüfungen in TT-System.....	152
5.6.4	IT-System.....	153
5.6.4.1	Isolationsüberwachungseinrichtung.....	157
5.6.4.2	Abschaltung im Doppelfehlerfall.....	159
5.6.4.3	Prüfungen im IT-System.....	161
5.6.5	FELV.....	162
5.6.6	Zusätzlicher Schutz für Steckdosen und für Endstromkreise für den Außenbereich.....	164
5.6.6.1	Zusätzlicher Schutz für Steckdosen.....	164
5.6.6.2	Zusätzlicher Schutz für Endstromkreise für den Außenbereich ...	166
5.6.6.3	Anwendung von Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) für den zusätzlichen Schutz.....	167
5.6.6.4	Zusätzlicher Schutz bei direktem Berühren in Wohnungen.....	169
5.6.7	Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs).....	172

5.6.7.1	Überblick, Begriffe	172
5.6.7.2	Netzspannungsunabhängige Fehlerstromschutzeinrichtungen ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs)	176
5.6.7.3	Netzspannungsunabhängige Fehlerstromschutzeinrichtungen mit eingebautem Überstromschutz (RCBOs)	179
5.6.7.4	Leistungsschalter mit Fehlerstromeinheiten (CBRs) und mit Modularen Fehlerstromgeräten (MRCDS)	180
5.6.7.5	Ortsveränderliche Fehlerstromschutzeinrichtungen (PRCDs)	181
5.6.7.6	RDC-DD – Fehlerstrom-Erkennungseinrichtungen für das AC-Laden von Elektrofahrzeugen	183
5.6.7.7	Überspannungen und Stoßströme	184
5.6.7.8	Selektivität	185
5.6.7.9	Schweißtransformatoren	186
5.6.7.10	Prüfungen	187
5.6.8	Schutzleiter	187
5.6.9	Erder	196
5.6.10	Fundamenterder	206
5.6.11	Schutzpotenzialausgleich	211
5.6.11.1	Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene	211
5.6.11.2	Zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich	218
5.6.12	Funktionserdung und Funktionspotentialausgleich für Anlagen der Informationstechnik und Kommunikationseinrichtungen (IuK)	219
5.7	Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung	222
5.8	Schutztrennung mit nur einem Verbrauchsmittel	227
5.9	Schutz durch Kleinspannung mittels SELV und PELV	230
5.10	Besondere Schutzvorkehrungen	237
5.10.1	Schutz durch nicht leitende Umgebung	237
5.10.2	Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzpotenzialausgleich	239
5.10.3	Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel	240
5.10.4	Begrenzung von Beharrungsberührungsstrom und elektrischer Ladung	242
5.11	Entfallen von Vorkehrungen für den Fehlerschutz	243
5.12	Überlagerung mehrerer Netze	244
6	Stromversorgung	245
6.1	Hochspannungsnetze	245
6.1.1	Transformatorenstationen	248
6.1.2	Hochspannungsschaltanlagen	250
6.1.3	Schutz bei Kurzschluss und Überlast. Selektivität	252
6.1.4	Kabel in Hochspannungsnetzen	254

6.1.5	Schutz gegen gefährliche Körperströme	259
6.1.6	Erdung	260
6.2	Niederspannungsnetze	263
6.2.1	Kabel und Leitungen	263
6.2.2	Hausanschlüsse in Freileitungsnetzen	266
6.2.2.1	Hausanschlussleitung	267
6.2.2.2	Hauseinführungsleitung	267
6.2.2.3	Hausanschlusskasten	271
6.2.3	Hausanschlüsse in Kabelnetzen	272
6.2.4	Hausanschlussbereiche	274
6.2.5	Hauptstromversorgungssysteme	278
6.2.6	Zähler und Steuergeräte	282
6.3	Netzurückwirkungen	284
6.4	Niederspannungs-Stromerzeugungsanlagen	286
6.4.1	Allgemeine Anforderungen an Stromerzeugungsanlagen	286
6.4.2	Ersatzstromversorgungsanlagen VDE-AR-N 4100	289
6.4.3	Stromerzeugungsanlagen im Parallelbetrieb	292
6.4.4	Nichtstationäre Stromerzeugungsanlagen VDE-AR-N 4100	295
7	Schaltanlagen und Verteiler	299
7.1	Errichten von Schaltanlagen und Verteilern	299
7.1.1	Aufstellungsort	299
7.1.2	Aufstellen und Umgebungsbedingungen	300
7.1.3	Eingeschränkt zugängliche Bereiche; Bedienungs- und Wartungsgänge	301
7.1.4	Anschluss von außen eingeführter Leiter	304
7.1.5	Prüfungen	304
7.2	Planung von Schaltanlagen und Verteilern	305
7.3	Netzverhältnisse	307
7.3.1	Zuleitung	307
7.3.2	Kurzschlussicherheit	308
7.4	Überstromschutzeinrichtungen	310
7.4.1	Auswahlkriterien	310
7.4.2	Schmelzsicherungen	311
7.4.2.1	NH-Sicherungssystem	312
7.4.2.2	D-Sicherungen	314
7.4.2.3	Sicherungskenngrößen	316
7.4.3	Leitungsschutzschalter	322
7.4.4	Leistungsschalter	328
7.4.5	Geräteschutzsicherungen (Feinsicherungen)	332

7.4.6	Selektivität bei verschiedenen Überstromschutzeinrichtungen. . . .	334
7.5	Schalter in Schaltanlagen, Schütze, Relais.	337
7.5.1	Schaltbeanspruchungen, Schalterarten	337
7.5.2	Schütze	342
7.5.2.1	Auswahl	343
7.5.2.2	Kontaktsicherheit	345
7.5.2.3	Kurzschlussfestigkeit	345
7.5.2.4	Parallelschaltung	345
7.5.2.5	Anschlussbezeichnung.	346
7.5.2.6	Begrenzung von Schaltüberspannungen	346
7.5.2.7	Einbau	347
7.5.3	Elektronische Steuerungen, Prozesssteuerungen.	347
7.5.4	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS).	349
7.5.5	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	352
7.5.6	Umwelteinflüsse.	353
7.5.7	Schaltgeräteauswahl	353
7.5.8	Geräteeinbautechnik.	354
7.6	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen	356
7.6.1	Anwendungsbereich.	356
7.6.2	Bauformen.	360
7.6.3	Kennzeichnung von Schaltgerätekombinationen	361
7.6.4	Dokumentation	361
7.6.5	Kennzeichnung der Betriebsmittel	362
7.6.6	Betriebsbedingungen	362
7.6.7	Schutzarten	365
7.6.8	Schutz gegen elektrischen Schlag	366
7.6.9	Kurzschlusschutz und Kurzschlussfestigkeit.	372
7.6.10	Elektrische Verbindungen, Leiter und Stromschienen.	373
7.6.10.1	Isolierte und blanke Leitungen.	373
7.6.10.2	Kennzeichnung der Leiter.	374
7.6.10.3	Bemessung von isolierten Leitern	374
7.6.10.4	Bemessung von Stromschienen	375
7.6.10.5	Kurzschlusschutz von Leitern.	376
7.6.10.6	Klemmen.	377
7.6.10.7	Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter.	380
7.6.11	Erwärmung.	381
7.6.12	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	381
7.6.13	Prüfungen	382
7.6.14	Vereinbarungen zwischen Hersteller und Betreiber.	383
7.7	Energie-Schaltgerätekombinationen.	384

7.8	Fabrikfertige Installationskleinverteiler	388
7.9	Installationsverteiler für die Bedienung durch Laien	389
7.10	Schienenverteiler	391
7.11	Baustromverteiler (BV)	392
7.12	Farbwahl von Leuchtmeldern	399
8	Leitungen und Kabel	401
8.1	Leitungs- und Kabelarten und ihre Anwendungsbereiche	401
8.1.1	Kennzeichnung	401
8.1.2	Kurzzeichen	404
8.1.3	Farben des Kabelmantels (Außenhülle)	407
8.1.4	Farben der Adern	407
8.1.5	Leitungen für feste Verlegung	412
8.1.6	Flexible Leitungen	421
8.1.7	Kabel	437
8.1.8	Kennzeichnung der Leiter und Anschlüsse in Anlagen	443
8.1.9	Kabel und Leitungen im Geltungsbereich der EU-Bauproduktenverordnung	444
8.2	Leitungsverlegung	448
8.2.1	Leitungsweg	448
8.2.2	Zulässige Verlegearten	454
8.2.3	Leiterverbindungen	456
8.2.4	Installationsdosen	464
8.2.5	Mechanischer Schutz	467
8.2.6	Kurzschluss- und erdschluss sicheres Verlegen	468
8.2.7	Stemmarbeiten, Aussparungen und Befestigungstechnik	469
8.2.8	Stegleitungen	471
8.2.9	Ummantelte Installationsleitungen (Mantelleitungen)	473
8.2.10	Installationsrohre	477
8.2.11	Installationskanäle	483
8.2.12	Verlegen kurzer Kabelstrecken in Luft und Erde	486
8.3	Strombelastbarkeit von Leitungen und Kabeln	489
8.4	Schutz von Leitungen und Kabeln bei Überlast	515
8.4.1	Bemessung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Überlast ..	515
8.4.2	Anordnung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Überlast ..	519
8.4.3	Überstromschutzeinrichtungen in Beleuchtungs- und zweipoligen Steckdosenstromkreise	521
8.4.4	Überstromschutzeinrichtungen in zwei- oder dreipoligen Steckdosenstromkreisen	521
8.4.5	Schutz der Außenleiter und des Neutralleiters	521

8.5	Schutz von Leitungen und Kabeln bei Kurzschluss	523
8.5.1	Bemessung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluss.....	523
8.5.2	Anordnung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluss.....	528
8.5.3	Koordination von Einrichtungen zum Kurzschluss- und Überlastschutz	529
8.6	Entfallen von Schutzeinrichtungen bei Überlast und Kurzschluss ..	531
8.7	Spannungsfall	532
9	Verbraucheranlage und Verteilungsnetz	535
9.1	Stromkreise	535
9.2	Hausinstallationen	538
9.3	Großbauten	542
9.3.1	Allgemeine Installation	542
9.3.2	Blindleistungskompensation	545
9.4	Fertigbau	547
9.4.1	Planungsgrundsätze	547
9.4.2	Installationsmaterial	547
9.4.2.1	Betonbauweise	547
9.4.2.2	Leichtbauweise	548
9.5	Industrieanlagen	550
9.6	Hilfsstromkreise	552
9.7	Gebäudesystemtechnik	560
9.7.1	Grundlage und Normung	560
9.7.2	Aufbau einer ESHG	562
9.7.3	Sichere Trennung	564
9.7.4	Typische ESHG-Anwendungen in Deutschland	565
9.7.5	Cybersecurity in der Gebäudesystemtechnik	566
10	Schutz gegen elektromagnetische Störungen	569
10.1	EMV-Gesetz	569
10.2	EG-Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung	570
10.3	Allgemeine Maßnahmen gegen elektromagnetische Störungen ...	571
10.4	EMV in TN-Systemen	574
10.5	EMV-Maßnahmen bei in Gebäude eingeführten Versorgungseinrichtungen	578
10.6	EMV-Maßnahmen in bestehenden Gebäuden	579

11	Elektrische Betriebs- und Verbrauchsmittel	581
11.1	Allgemeines.	581
11.2	Schalter und Steckvorrichtungen.	583
11.2.1	Schalter.	583
11.2.2	Steckvorrichtungen.	586
11.2.3	Steckvorrichtungssysteme.	587
11.2.4	Steckverbinder.	596
11.2.5	Durchschleifen von Leitungen.	596
11.2.6	Leitungsroller.	597
11.3	Beleuchtungsanlagen.	600
11.3.1	Leuchten und Lampen.	600
11.3.2	Errichten von Beleuchtungsanlagen.	603
11.3.2.1	Allgemeine Anforderungen.	603
11.3.2.2	Leuchten für LED-Lichtquellen.	612
11.3.2.3	Leuchten für Leuchtstofflampen.	613
11.3.2.4	Installationskanalleuchten.	622
11.3.2.5	Schienenverteiler für Beleuchtungsanlagen.	623
11.3.2.6	Stromschienensysteme für Leuchten.	624
11.3.2.7	Leuchtröhrenanlagen über 1 000 V.	625
11.3.2.8	Ausstellungsstände von Leuchten in Verkaufsräumen.	636
11.3.2.9	Beleuchtungsanlagen im Freien.	637
11.4	Elektrowärmegeräte.	639
11.4.1	Elektroherde.	640
11.4.2	Wassererwärmer.	641
11.4.3	Elektrische Raumheizgeräte.	645
11.4.3.1	Arten elektrischer Raumheizgeräte.	645
11.4.3.2	Temperaturbegrenzung und Oberflächenerwärmung.	646
11.4.3.3	Elektronische Regelungen und Steuerungen.	646
11.4.3.4	Aufstellung und Anschluss.	647
11.4.3.5	Besondere Anforderungen für Flächen- und Speicherheizsysteme.	647
11.4.3.6	Normative Verweise und Übergangsregelungen.	647
11.4.4	Heizkabel und Heizleitungen.	648
11.5	Motoren.	651
11.5.1	Begriffe.	651
11.5.2	Planungsgrundsätze.	653
11.5.3	Motorschutz.	656
11.5.3.1	Motorschutz ohne Einsatz eines FU (Frequenz-Umrichters).	656
11.5.3.2	Motorschutz bei Einsatz von Frequenzumrichtern.	659
11.5.4	Anschließen von Motoren.	663
11.5.5	Blindleistungsbedarf.	665

11.5.6	Elektrisches Abbremsen von Drehstrommotoren	669
11.6	Elektrische Ausrüstung von Maschinen	670
11.6.1	Allgemeines	670
11.6.2	Risikobeurteilung	672
11.6.3	Anleitung für die Benutzung der VDE 0113-1	675
11.6.4	Anwendungsbereich der Norm, Schutzziele, weitere Randbedingungen	677
11.6.5	Netzanschluss – Netztrenneinrichtung	677
11.6.6	Schutz gegen elektrischen Schlag	679
11.6.7	Schutz der Ausrüstung	680
11.6.8	Potenzialausgleich	682
11.6.9	Steuerstromkreise	684
11.6.10	Steuerfunktionen	684
11.6.11	Schutzverriegelungen	685
11.6.12	Steuerfunktionen im Fehlerfall	685
11.6.13	Bedienerschnittstelle Mensch – Maschine	686
11.6.14	Schaltgeräte und Schaltgerätekombinationen	688
11.6.15	Kabel, Leitungen und Leiter	689
11.6.16	Verdrahtungstechnik	690
11.6.17	Betriebsmittelkennzeichnung und Dokumentation	692
11.6.18	Prüfungen	693
12	Einrichtungen für Sicherheitszwecke	695
12.1	Begriffe und Anwendungsbereich	695
12.2	Elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke	696
12.2.1	Stromquellen für Sicherheitszwecke	697
12.2.2	Stromkreise und Leitungsnetz für Sicherheitszwecke	703
12.2.3	Elektrische Leitungsanlagen für bauordnungsrechtlich vorge- schriebene sicherheitstechnische Anlagen und Einrichtungen	705
12.2.4	Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen für Sicherheitszwecke	709
12.3	Sicherheitsbeleuchtungsanlagen	711
12.3.1	Zweck, Aufbau, Funktion	711
12.3.2	Betriebsmittel der Sicherheitsbeleuchtung	720
12.3.3	Prüfungen	726
12.3.4	Unterlagen für Sicherheitsbeleuchtungsanlagen	729
13	Vorbeugender Brandschutz	731
13.1	Brandgefahren	731
13.2	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen	732
13.2.1	Baustoffe	732

13.2.2	Bauteile.	733
13.3	Schutz gegen Brände.	734
13.4	Führung von elektrischen Leitungen durch Wände und Decken ...	738
13.5	Leitungsanlagen in notwendigen Treppenträumen und Fluren	742
14	Bereiche, Räume und Anlagen besonderer Art oder Nutzung ...	749
14.1	Feuchte und nasse Bereiche und Räume.	749
14.2	Anlagen im Freien.	751
14.3	Räume mit Badewanne oder Dusche.	752
14.4	Becken von Schwimmbädern, begehbare Wasserbecken und Springbrunnen.	761
14.4.1	Bereichseinteilung.	762
14.4.2	Schutz gegen elektrischen Schlag.	765
14.4.3	Kabel und Leitungsanlagen.	767
14.4.4	Betriebsmittel.	767
14.4.4.1	Betriebsmittel in Bereichen von begehbaren und nicht begehbaren Becken.	768
14.4.4.2	Begehbare Becken.	769
14.4.4.3	Nicht begehbare Becken.	773
14.5	Garagen.	774
14.6	Baustellen.	777
14.7	Feuergefährdete Betriebsstätten und Lagerräume.	781
14.8	Landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten.	791
14.9	Explosionsgefährdete Bereiche.	806
14.9.1	Allgemeiner Explosionsschutz.	806
14.9.2	Möglichkeit der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre.	808
14.9.3	Gefahrenbereiche und Zoneneinteilung.	810
14.9.4	Zündtemperaturen und Temperaturklassen.	813
14.9.5	Gruppe, Gerätegruppe.	813
14.9.6	Gerätekatogrien und Geräteschutzniveaus (EPL).	817
14.9.7	Zündschutzarten elektrischer Betriebsmittel.	821
14.9.7.1	Ölkapselung „o“.	823
14.9.7.2	Überdruckkapselung „p“.	824
14.9.7.3	Sandkapselung „q“.	825
14.9.7.4	Druckfeste Kapselung „d“.	825
14.9.7.5	Erhöhte Sicherheit „e“.	826
14.9.7.6	Eigensicherheit „i“.	828
14.9.7.7	Vergusskapselung „m“.	830
14.9.7.8	Zündschutzart „n“.	831
14.9.7.9	Elektrische Betriebsmittel mit Geräteschutzniveau (EPL) Ga.	832

14.9.8	Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel für explosions- gefährdete Bereiche	832
14.9.9	Elektrische Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen ...	836
14.9.10	Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen	838
14.9.10.1	Allgemeine Anforderungen	838
14.9.10.2	Errichten von eigensicheren Stromkreisen	842
14.9.10.3	Errichten in gasexplosionsgefährdeten Bereichen	843
14.9.10.4	Errichten in staubexplosionsgefährdeten Bereichen	848
14.9.11	Instandhalten, Instandsetzen und Prüfen explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel und Anlagen	850
14.9.12	Anwendungsbeispiele	853
14.9.13	Elektrostatische Aufladungen	856
14.10	Medizinisch genutzte Bereiche	858
14.10.1	Anwendungsbereich	858
14.10.2	Arten von medizinisch genutzten Bereichen	860
14.10.3	Stromversorgung	862
14.10.4	Elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke (Sicherheitsstromversorgung)	867
14.10.5	Schutz gegen elektrischen Schlag	870
14.10.6	IT-System für medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 2	872
14.10.7	Zusätzliche Anforderungen an medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 2	873
14.10.8	Verbrauchs- und Betriebsmittel	875
14.10.9	Schutz gegen elektromagnetische Störungen in Anlagen von Gebäuden	876
14.10.10	Schutz gegen Auswirkungen elektrostatischer Aufladungen	877
14.10.11	Dokumentation	878
14.10.12	Prüfungen	879
14.10.13	Wesentliche geänderte Anforderungen der neuen VDE-Vornorm DIN VDE V 0100-710-1	880
14.11	Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme	882
14.11.1	Photovoltaikanlagen	882
14.11.2	Erdungsanlagen	892
14.11.2.1	Trennen und Schalten	892
14.11.2.2	Trennen	893
14.11.3	Kabel- und Leitungssysteme (VDE 0100-520)	893
14.11.4	Überspannungsschutz	894
14.11.5	Zugang und Kennzeichnung	895
14.11.6	Prüfung von PV-Stromversorgungssystemen	896
14.11.7	Prüfung der Systemdokumentation	901

14.12	Öffentliche Einrichtungen und Arbeitsstätten.....	902
14.12.1	Allgemeine Anforderungen	902
14.12.2	Versammlungsstätten	907
14.12.3	Geschäftshäuser, Verkaufsstätten.....	909
14.13	Räume elektrischer Anlagen.....	911
14.13.1	Elektrische Betriebsstätten	911
14.13.2	Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten	913
14.13.3	Batterieräume und Ladestationen für Akkumulatoren	914
14.14	Prüfanlagen.....	918
14.15	Schulen, Kindergärten und Unterrichtsräume mit Experimentiereinrichtungen	920
14.16	Räume für EDV-Anlagen	922
14.17	Galvanische Anlagen	923
14.18	Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit	924
14.19	Kfz-Werkstätten und Montagegruben	926
14.20	Heiße Bereiche.....	927
14.21	Räume und Kabinen mit Saunaheizungen	928
14.22	Holzhäuser, Baracken, Baubuden sowie Installationen in Hohlwänden, Holzdecken und Holzwänden	931
14.23	Installationen in Möbeln und ähnlichen Einrichtungsgegenständen	935
14.24	Liegeplätze für Wassersportfahrzeuge und Hausboote und ähnliche Bereiche	936
14.25	Campingplätze, Caravanplätze und ähnliche Bereiche	940
14.26	Caravans	942
14.27	Räume und Orte mit unersetzbaren Gütern von hohem Wert; Baudenkmäler; Museen	946
14.28	Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge	948
14.28.1	Anschlussarten.....	949
14.28.2	Die Ladebetriebsarten	951
14.28.3	Stromversorgung und allgemeine Merkmale	953
14.28.3.1	Gleichzeitigkeitsfaktor	953
14.28.3.2	Unsymmetrie	954
14.28.3.3	Netzurückwirkungen	954
14.28.3.4	Lastmanagement und Blindleistung.....	954
14.28.3.5	Leiteranordnung und System der Erdverbindung.....	955
14.28.3.6	Überwachungs- und Schutzfunktionen.....	955
14.28.4	Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag.....	956
14.28.4.1	Schutz durch automatische Abschaltung im Fehlerfall	956
14.28.4.2	Schutztrennung	957
14.28.5	Schutz bei Störspannungen.....	957

14.28.6	Auswahl und Anordnung der Betriebsmittel	958
14.28.6.1	Äußere Einflüsse	958
14.28.6.2	Schutz gegen mechanische Einflüsse	958
14.28.6.3	Zählerplätze	959
14.28.6.4	Rückspeisefähige Ladepunkte	959
14.28.6.5	Prüfungen von Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge	960
14.29	Stationäre elektrische Energiespeichersysteme	960
15	Prüfungen von Anlagen und Verbrauchsmitteln	967
15.1	Grundsätzliche Anforderungen	967
15.1.1	Besichtigen	968
15.1.2	Erproben	972
15.1.3	Messen	972
15.2	Messen des Isolationswiderstands	974
15.3	Messen der Fehlerschleifenimpedanz	977
15.4	Prüfen des Schutzes durch automatisches Abschalten mit Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs)	980
15.5	Prüfung der Fehlerspannungsschutzeinrichtung	982
15.6	Prüfen der Verbindungen von Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter	983
15.7	Messen des Erdungswiderstands	984
15.8	Prüfen des Drehfelds	986
15.9	Prüfen der Übergangswiderstände von Fußböden und Wänden ...	987
15.10	Prüfen der Spannungspolarität	988
15.11	Prüfen auf Spannungsfestigkeit	989
15.12	Prüfen des Spannungsfalls	989
15.13	Prüfen elektrischer Geräte	989
15.14	Wiederkehrende Prüfungen	997
15.14.1	Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen	999
15.14.2	Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Geräte	1000
16	Betrieb elektrischer Anlagen	1001
16.1	Einsatz von Arbeitskräften	1002
16.2	Bedienen elektrischer Betriebsmittel	1004
16.3	Arbeiten an elektrischen Betriebsmitteln und in elektrischen Anlagen	1005
16.3.1	Arbeiten im spannungsfreien Zustand	1005
16.3.1.1	Freischalten	1006
16.3.1.2	Gegen Wiedereinschalten sichern	1007
16.3.1.3	Spannungsfreiheit feststellen	1008

16.3.1.4	Erden und kurzschließen.	1009
16.3.1.5	Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken	1010
16.3.2	Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile	1010
16.3.3	Arbeiten unter Spannung	1011
16.4	Auswechseln von Sicherungen.	1013
16.5	Auswechseln von Lampen.	1014
16.6	Erhalten des ordnungsgemäßen Zustands	1014
16.7	Arbeitsgerät.	1015
16.8	Aushänge.	1016
16.9	Brandbekämpfung und Erste Hilfe.	1017
17	Blitzschutz und Überspannungsschutz	1019
17.1	Der Blitz, Grundlagen	1021
17.2	Äußerer Blitzschutz.	1023
17.2.1	Schutzklassen	1023
17.2.2	Fangeinrichtungen	1025
17.2.3	Ableitungen.	1026
17.2.4	Blitzschutz-Erdungsanlagen	1027
17.2.5	Werkstoffe	1028
17.3	Innerer Blitzschutz	1029
17.3.1	Blitzschutz-Potenzialausgleich	1029
17.3.2	Einhaltung des Trennungsabstands	1030
17.4	Überspannungsschutz	1031
17.4.1	Entstehung von Überspannungen.	1032
17.4.2	Blitzschutz-zonen-Konzept	1032
17.4.3	Prinzipien des Überspannungsschutzes.	1034
17.4.3.1	Überspannungsschutz in der Stromversorgung.	1035
17.4.3.2	Überspannungsschutz in Niederspannungsanlagen.	1037
17.4.3.3	Schutz von Anlagen der Mess-, Steuerungs- und Regelungs- technik	1040
17.4.3.4	Schutz von Datenverarbeitungsanlagen.	1040
17.4.3.5	Überspannungsschutz in der Telekommunikationstechnik	1041
17.4.4	Schutz von Antennenanlagen.	1042
17.5	Prüfen des Blitzschutzes	1042
17.5.1	Prüfen des Blitzschutzsystems	1042
17.5.2	Prüfen von Überspannungsschutzeinrichtungen	1045
18	Fernmelde- und Informationstechnik.	1047
18.1	Allgemeines.	1047

18.2	Klingel- und Läutewerktransformatoren	1050
18.3	Türsprechanlagen	1051
18.4	Brandmeldeanlagen	1053
18.4.1	Grundlagen	1053
18.4.2	Brandmelde- und Alarmierungskonzept	1055
18.4.3	Planung	1055
18.4.4	Komponenten der BMA	1055
18.4.5	Projektierung	1059
18.4.6	Montage und Installation	1061
18.4.7	Überprüfung und Inbetriebsetzung	1061
18.4.8	Abnahmeprüfung	1062
18.4.9	Instandhaltung	1063
18.5	Alarmierungseinrichtungen	1063
18.6	Europäische Regelungen im Bereich Brandmeldeanlagen und Alarmierungseinrichtungen	1064
18.7	Brandwarnanlagen (BWA)	1065
Anhang		1069
A1	Normen, Vorschriften, Regeln	1069
A1.1	VDE-Bestimmungen	1069
A1.2	DIN-Normen	1087
A1.3	Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)	1089
A1.4	DGUV-Vorschriften- und Regelwerk	1090
A1.5	Arbeitsblätter der Arbeitsgemeinschaft Industriebau	1092
A1.6	VdS-Publikationen	1093
A1.7	BDEW-/VDEW-/VDN-Anschlussbedingungen, -Richtlinien und -Merkblätter	1094
A2	Bezugsquellen	1095
A3	Abkürzungen	1096
A4	Prüfzeichen	1100
A5	Bildzeichen der Elektrotechnik	1101
A6	Schaltzeichen	1102
A6.1	Schaltzeichen für die Elektroinstallation	1102
A6.2	Schaltzeichen für Stromlaufpläne	1107
A7	Kennzeichnung des Zwecks und der Aufgabe eines Betriebsmittels	1109
A8	Kennzeichnung von Spannung und Strom	1111
Literaturverzeichnis		1113
Stichwortverzeichnis		1121