

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	11
1.2.3.5 Haftpflichtgesetz	13
1.2.4 Unfallverhütungsvorschriften	14
1.2.5 Produktsicherheitsgesetz. Überwachungsbedürftige Anlagen, Betriebssicherheitsverordnung	19
1.2.5.1 Allgemeines	19
1.2.5.2 Kennzeichnung	23
1.2.5.3 Überwachungsbedürftige Anlagen	24
1.2.5.4 Betriebssicherheitsverordnung	25
1.2.6 Sicherheitsvorschriften der Feuerversicherer. Klauseln für die Feuerversicherung	30
1.2.7 Arbeitsstättenrecht	31
1.2.8 Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen	33
1.3 VDE-Vorschriftenwerk	37

2	Begriffe	41
3	Schutz gegen Berührung, Fremdkörper und Wasser (IP-Code) sowie gegen mechanische Beanspruchung (IK-Code)	53
3.1	Berührungs- und Fremdkörperschutz	54
3.2	Wasserschutz	54
3.3	Kennzeichnung des Berührungsschutzes durch den zusätzlichen Buchstaben	55
3.4	Zusatzinformationen durch den ergänzenden Buchstaben	56
3.5	Beispiele für den IP-Code	56
3.6	Beispiele für einige übliche Schutzarten	57
3.7	Auswahl der Schutzart	60
3.8	Schutz gegen äußere mechanische Beanspruchungen von Gehäusen (IK-Code)	60
4	Schutzklassen der Betriebsmittel	61
4.1	Betriebsmittel der Schutzklasse 0	61
4.2	Betriebsmittel der Schutzklasse I	62
4.3	Betriebsmittel der Schutzklasse II	62
4.4	Betriebsmittel der Schutzklasse III	63
5	Schutz gegen elektrischen Schlag	64
5.1	Gefährliche Körperströme	66
5.1.1	Gefährdung durch technischen Wechselstrom 50/60 Hz	66
5.1.2	Gefährdung durch Gleichstrom	68
5.1.3	Gefährdung durch Wechselstrom mit Gleichstromkomponenten ..	69
5.1.4	Gefährdung durch Impulsströme	69
5.1.5	Elektrischer Widerstand des menschlichen Körpers	70
5.1.6	Körperstrom und Berührungsspannung	71
5.1.7	Gefahren durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder	72
5.2	Schutzmaßnahmen	77
5.3	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	78
5.3.1	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) unter normalen Bedingungen	79
5.3.1.1	Basisisolierung aktiver Teile	79
5.3.1.2	Abdeckungen oder Umhüllungen	79
5.3.2	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) unter besonderen Bedingungen	81
5.3.2.1	Hindernisse	81

5.3.2.2	Anordnung außerhalb des Handbereichs	81
5.4	Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	82
5.5	Auswahl der Schutzmaßnahmen	83
5.6	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung	86
5.6.1	Versorgungssystem nach Art der Erdverbindung	87
5.6.2	TN-System	90
5.6.2.1	PEN-Leiter	92
5.6.2.2	Neutralleiter und Mittelleiter	98
5.6.2.3	Schutz durch automatisches Abschalten im TN-System	99
5.6.2.4	Überstromschutzeinrichtungen im TN-System	102
5.6.2.5	Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) im TN-System	107
5.6.2.6	TN-System und zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich	108
5.6.2.7	TN-Verteilungsnetz	108
5.6.2.8	Prüfungen im TN-System	110
5.6.3	TT-System	110
5.6.3.1	Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) im TT-System	112
5.6.3.2	Überstromschutzeinrichtungen im TT-System	114
5.6.3.3	Fehlerspannungsschutzeinrichtungen im TT-System	117
5.6.3.4	TT-System und zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich	119
5.6.3.5	Prüfungen in TT-System	120
5.6.4	IT-System	120
5.6.4.1	Isolationsüberwachungseinrichtung	124
5.6.4.2	Abschaltung im Doppelfehlerfall	125
5.6.4.3	Prüfungen im IT-System	127
5.6.5	FELV	128
5.6.6	Zusätzlicher Schutz für Steckdosen und für Endstromkreise für den Außenbereich	130
5.6.6.1	Zusätzlicher Schutz für Steckdosen	130
5.6.6.2	Zusätzlicher Schutz für Endstromkreise für den Außenbereich	132
5.6.6.3	Anwendung von Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) für den zusätzlichen Schutz	133
5.6.6.4	Zusätzlicher Schutz bei direktem Berühren in Wohnungen	135
5.6.7	Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs)	138
5.6.7.1	Überblick, Begriffe	138
5.6.7.2	Netzspannungsunabhängige Fehlerstromschutzeinrichtungen ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs)	141
5.6.7.3	Netzspannungsunabhängige Fehlerstromschutzeinrichtungen mit eingebautem Überstromschutz (RCBOs)	144
5.6.7.4	Leistungsschalter mit Fehlerstromeinheiten (CBRs) und mit Modulare Fehlerstromgeräten (MRCDs)	145

5.6.7.5	Ortsveränderliche Fehlerstromschutzeinrichtungen (PRCDs)	146
5.6.7.6	Überspannungen und Stoßströme	148
5.6.7.7	Selektivität	149
5.6.7.8	Schweißtransformatoren	149
5.6.7.9	Prüfungen	150
5.6.8	Schutzleiter	151
5.6.9	Erder	160
5.6.10	Fundamenterder	169
5.6.11	Schutzpotenzialausgleich	173
5.6.11.1	Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene	173
5.6.11.2	Zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich	179
5.7	Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung	181
5.8	Schutztrennung mit nur einem Verbrauchsmittel	186
5.9	Schutz durch Kleinspannung mittels SELV und PELV	189
5.10	Besondere Schutzvorkehrungen	195
5.10.1	Schutz durch nicht leitende Umgebung	195
5.10.2	Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzpotenzialausgleich	197
5.10.3	Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel	199
5.10.4	Begrenzung von Beharrungsberührungstrom und elektrischer Ladung	200
5.11	Entfallen von Vorkehrungen für den Fehlerschutz	201
5.12	Überlagerung mehrerer Netze	202
6	Stromversorgung	204
6.1	Hochspannungsnetze	204
6.1.1	Transformatorstationen	207
6.1.2	Hochspannungsschaltanlagen	209
6.1.3	Schutz bei Kurzschluss und Überlast. Selektivität	211
6.1.4	Kabel in Hochspannungsnetzen	213
6.1.5	Schutz gegen gefährliche Körperströme	217
6.1.6	Erdung	218
6.2	Niederspannungsnetze	221
6.2.1	Kabel und Leitungen	221
6.2.2	Hausanschlüsse in Freileitungsnetzen	224
6.2.2.1	Hausanschlussleitung	224
6.2.2.2	Hauseinführungsleitung	225
6.2.2.3	Hausanschlusskasten	229
6.2.3	Hausanschlüsse in Kabelnetzen	230
6.2.4	Hausanschlussbereiche	232
6.2.5	Hauptstromversorgungssysteme	236

6.2.6	Zähler und Steuergeräte.....	240
6.3	Netzurückwirkungen	241
6.4	Niederspannungs-Stromerzeugungsanlagen	243
6.4.1	Allgemeine Anforderungen an Stromerzeugungsanlagen	243
6.4.2	Ersatzstromversorgungsanlagen VDE-AR-N 4100.....	246
6.4.3	Stromerzeugungsanlagen im Parallelbetrieb	249
6.4.4	Nichtstationäre Stromerzeugungsanlagen VDE-AR-N 4100.....	252
7	Schaltanlagen und Verteiler	256
7.1	Errichten von Schaltanlagen und Verteilern.....	256
7.1.1	Aufstellungsort.....	256
7.1.2	Aufstellen und Umgebungsbedingungen	257
7.1.3	Eingeschränkt zugängliche Bereiche; Bedienungs- und Wartungsgänge	258
7.1.4	Anschluss von außen eingeführter Leiter	261
7.1.5	Prüfungen	261
7.2	Planung von Schaltanlagen und Verteilern.....	262
7.3	Netzverhältnisse.....	264
7.3.1	Zuleitung	264
7.3.2	Kurzschlussicherheit.....	265
7.4	Überstromschutzeinrichtungen.....	267
7.4.1	Auswahlkriterien	267
7.4.2	Schmelzsicherungen.....	268
7.4.2.1	NH-Sicherungssystem	269
7.4.2.2	D-Sicherungen.....	271
7.4.2.3	Sicherungskenngrößen	273
7.4.3	Leitungsschutzschalter	279
7.4.4	Leistungsschalter	285
7.4.5	Geräteschutzsicherungen (Feinsicherungen).....	289
7.4.6	Selektivität bei verschiedenen Überstromschutzeinrichtungen.....	291
7.5	Schalter in Schaltanlagen, Schütze, Relais.....	294
7.5.1	Schaltbeanspruchungen, Schalterarten	294
7.5.2	Schütze.....	299
7.5.2.1	Auswahl	300
7.5.2.2	Kontaktsicherheit	302
7.5.2.3	Kurzschlussfestigkeit	302
7.5.2.4	Parallelschaltung	302
7.5.2.5	Anschlussbezeichnung	303
7.5.2.6	Begrenzung von Schaltüberspannungen	303
7.5.2.7	Einbau	304

7.5.3	Elektronische Steuerungen, Prozesssteuerungen.....	304
7.5.4	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS).....	306
7.5.5	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	309
7.5.6	Umwelteinflüsse.....	310
7.5.7	Schaltgeräteauswahl	310
7.5.8	Geräteeinbautechnik.....	311
7.6	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen	313
7.6.1	Anwendungsbereich	313
7.6.2	Bauformen.....	317
7.6.3	Kennzeichnung von Schaltgerätekombinationen	318
7.6.4	Dokumentation	318
7.6.5	Kennzeichnung der Betriebsmittel	319
7.6.6	Betriebsbedingungen	319
7.6.7	Schutzarten	322
7.6.8	Schutz gegen elektrischen Schlag	323
7.6.9	Kurzschlusschutz und Kurzschlussfestigkeit.....	329
7.6.10	Elektrische Verbindungen, Leiter und Stromschienen.....	330
7.6.10.1	Isolierte und blanke Leitungen.....	330
7.6.10.2	Kennzeichnung der Leiter.....	331
7.6.10.3	Bemessung von isolierten Leitern	331
7.6.10.4	Bemessung von Stromschienen	332
7.6.10.5	Kurzschlusschutz von Leitern.....	333
7.6.10.6	Klemmen.....	334
7.6.10.7	Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter.....	337
7.6.11	Erwärmung	338
7.6.12	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	338
7.6.13	Prüfungen	339
7.6.14	Vereinbarungen zwischen Hersteller und Betreiber	340
7.7	Energie-Schaltgerätekombinationen.....	341
7.8	Fabrikfertige Installationskleinverteiler.....	345
7.9	Installationsverteiler für die Bedienung durch Laien.....	346
7.10	Schienenverteiler.....	348
7.11	Baustromverteiler (BV)	349
7.12	Farbwahl von Leuchtmeldern.....	356
8	Leitungen und Kabel.....	357
8.1	Leitungs- und Kabelarten und ihre Anwendungsbereiche.....	357
8.1.1	Kennzeichnung	357
8.1.2	Kurzzeichen	360
8.1.3	Farben der Außenhüllen	363

8.1.4	Farben der Adern	363
8.1.5	Leitungen für feste Verlegung.....	368
8.1.6	Flexible Leitungen	376
8.1.7	Kabel.....	392
8.1.8	Kennzeichnung der Leiter und Anschlüsse in Anlagen.....	397
8.2	Leitungsverlegung	398
8.2.1	Leitungsweg	398
8.2.2	Zulässige Verlegearten	404
8.2.3	Leiterverbindungen.....	405
8.2.4	Installationsdosen	413
8.2.5	Mechanischer Schutz	416
8.2.6	Kurzschluss- und erdschluss sicheres Verlegen.....	417
8.2.7	Stemmarbeiten, Aussparungen und Befestigungstechnik.....	418
8.2.8	Stegleitungen	420
8.2.9	Ummantelte Installationsleitungen (Mantelleitungen)	422
8.2.10	Installationsrohre.....	426
8.2.11	Installationskanäle.....	432
8.2.12	Verlegen kurzer Kabelstrecken in Luft und Erde.....	435
8.3	Strombelastbarkeit von Leitungen und Kabeln	438
8.4	Schutz von Leitungen und Kabeln bei Überlast.....	463
8.4.1	Bemessung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Überlast ..	463
8.4.2	Anordnung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Überlast..	467
8.4.3	Überstromschutzeinrichtungen in Beleuchtungs- und zweipoligen Steckdosenstromkreise.....	469
8.4.4	Überstromschutzeinrichtungen in zwei- oder dreipoligen Steckdosenstromkreisen	469
8.4.5	Schutz der Außenleiter und des Neutralleiters.....	469
8.5	Schutz von Leitungen und Kabeln bei Kurzschluss	471
8.5.1	Bemessung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluss.....	471
8.5.2	Anordnung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluss.....	475
8.6	Entfallen von Schutzeinrichtungen bei Überlast und Kurzschluss..	477
8.7	Spannungsfall.....	477
9	Verbraucheranlage und Verteilungsnetz	480
9.1	Stromkreise.....	480
9.2	Hausinstallationen.....	483
9.3	Großbauten.....	487
9.3.1	Allgemeine Installation	487

9.3.2	Blindleistungskompensation	490
9.3.3	Störungsmeldezentrale.....	492
9.4	Fertigbau	492
9.4.1	Planungsgrundsätze	492
9.4.2	Installationsmaterial	493
9.4.2.1	Betonbauweise	493
9.4.2.2	Leichtbauweise.....	494
9.5	Industrieanlagen	495
9.6	Hilfsstromkreise.....	497
9.7	Gebäudesystemtechnik	505
9.7.1	Grundlage und Normung	505
9.7.2	Aufbau einer ESHG.....	507
9.7.3	Sichere Trennung.....	508
10	Schutz gegen elektromagnetische Störungen	511
10.1	EMV-Gesetz	511
10.2	EG-Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung	512
10.3	Allgemeine Maßnahmen gegen elektromagnetische Störungen ...	513
10.4	EMV in TN-Systemen	516
10.5	EMV-Maßnahmen bei in Gebäude eingeführten Versorgungseinrichtungen	520
10.6	EMV-Maßnahmen in bestehenden Gebäuden	521
11	Elektrische Betriebs- und Verbrauchsmittel	522
11.1	Allgemeines.....	522
11.2	Schalter und Steckvorrichtungen.....	524
11.2.1	Schalter.....	524
11.2.2	Steckvorrichtungen.....	527
11.2.3	Steckvorrichtungssysteme.....	528
11.2.4	Steckverbinder	537
11.2.5	Durchschleifen von Leitungen.....	537
11.2.6	Leitungsroller.....	538
11.3	Beleuchtungsanlagen	541
11.3.1	Leuchten und Lampen.....	541
11.3.2	Errichten von Beleuchtungsanlagen.....	543
11.3.2.1	Allgemeine Anforderungen	543
11.3.2.2	Leuchten für Leuchtstofflampen	551
11.3.2.3	Installationskanalleuchten.....	557
11.3.2.4	Luft führende Leuchten für Zwangsbelüftung.....	558
11.3.2.5	Schienenverteiler für Beleuchtungsanlagen	559

11.3.2.6	Stromschienensysteme für Leuchten	560
11.3.2.7	Leuchtröhrenanlagen über 1 000 V	562
11.3.2.8	Ausstellungsstände von Leuchten in Verkaufsräumen	572
11.3.2.9	Beleuchtungsanlagen im Freien	572
11.4	Elektrowärmegeräte	575
11.4.1	Elektroherde	576
11.4.2	Wassererwärmer	577
11.4.3	Raumheizung	578
11.4.3.1	Direktheizgeräte	579
11.4.3.2	Zentralheizgeräte (Elektro-Zentralspeicher)	581
11.4.3.3	Speicherheizgeräte	582
11.4.4	Heizkabel und Heizleitungen	583
11.5	Motoren	587
11.5.1	Begriffe	587
11.5.2	Planungsgrundsätze	588
11.5.3	Motorschutz	591
11.5.4	Anschließen von Motoren	594
11.5.5	Blindleistungsbedarf	595
11.5.6	Elektrisches Abbremsen von Drehstrommotoren	597
11.6	Elektrische Ausrüstung von Maschinen	598
11.6.1	Allgemeines	598
11.6.2	Risikobeurteilung	600
11.6.3	Anleitung für die Benutzung der VDE 0113-1	602
11.6.4	Anwendungsbereich der Norm, Schutzziele, weitere Randbedingungen	604
11.6.5	Netzanschluss – Netztrenneinrichtung	604
11.6.6	Schutz gegen elektrischen Schlag	606
11.6.7	Schutz der Ausrüstung	607
11.6.8	Potenzialausgleich	609
11.6.9	Steuerstromkreise	611
11.6.10	Steuerfunktionen	611
11.6.11	Schutzverriegelungen	612
11.6.12	Steuerfunktionen im Fehlerfall	612
11.6.13	Bedienerschnittstelle Mensch – Maschine	613
11.6.14	Schaltgeräte und Schaltgerätekombinationen	615
11.6.15	Kabel, Leitungen und Leiter	616
11.6.16	Verdrahtungstechnik	618
11.6.17	Betriebsmittelkennzeichnung und Dokumentation	619
11.6.18	Prüfungen	620

12	Einrichtungen für Sicherheitszwecke	621
12.1	Begriffe und Anwendungsbereich	621
12.2	Elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke	622
12.2.1	Stromquellen für Sicherheitszwecke	623
12.2.2	Stromkreise und Leitungsnetz für Sicherheitszwecke	629
12.2.3	Elektrische Leitungsanlagen für bauordnungsrechtlich vorge- schriebene sicherheitstechnische Anlagen und Einrichtungen	631
12.2.4	Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen für Sicherheitszwecke	635
12.3	Sicherheitsbeleuchtungsanlagen	637
12.3.1	Zweck, Aufbau, Funktion	637
12.3.2	Betriebsmittel der Sicherheitsbeleuchtung	646
12.3.3	Prüfungen	652
12.3.4	Unterlagen für Sicherheitsbeleuchtungsanlagen	655
13	Vorbeugender Brandschutz	657
13.1	Brandgefahren	657
13.2	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen	658
13.2.1	Baustoffe	658
13.2.2	Bauteile	659
13.3	Schutz gegen Brände	660
13.4	Führung von elektrischen Leitungen durch Wände und Decken ...	664
13.5	Leitungsanlagen in notwendigen Treppenträumen und Fluren	668
14	Bereiche, Räume und Anlagen besonderer Art oder Nutzung ...	675
14.1	Feuchte und nasse Bereiche und Räume	675
14.2	Anlagen im Freien	677
14.3	Räume mit Badewanne oder Dusche	678
14.4	Becken von Schwimmbädern, begehbare Wasserbecken und Springbrunnen	687
14.4.1	Bereichseinteilung	689
14.4.2	Schutz gegen elektrischen Schlag	692
14.4.3	Kabel und Leitungsanlagen	693
14.4.4	Betriebsmittel	694
14.4.4.1	Betriebsmittel in Bereichen von begehbaren und nicht begehbaren Becken	694
14.4.4.2	Begehbare Becken	695
14.4.4.3	Nicht begehbare Becken	700
14.5	Garagen	700
14.6	Baustellen	703
14.7	Feuergefährdete Betriebsstätten und Lagerräume	707

14.8	Landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten	717
14.9	Explosionsgefährdete Bereiche	732
14.9.1	Allgemeiner Explosionsschutz	732
14.9.2	Möglichkeit der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre	734
14.9.3	Gefahrenbereiche und Zoneneinteilung	736
14.9.4	Zündtemperaturen und Temperaturklassen	739
14.9.5	Gruppe, Gerätegruppe	739
14.9.6	Gerätegruppen und Geräteschutzniveaus (EPL)	743
14.9.7	Zündschutzarten elektrischer Betriebsmittel	747
14.9.7.1	Ölkapselung „o“	749
14.9.7.2	Überdruckkapselung „p“	750
14.9.7.3	Sandkapselung „q“	751
14.9.7.4	Druckfeste Kapselung „d“	751
14.9.7.5	Erhöhte Sicherheit „e“	752
14.9.7.6	Eigensicherheit „i“	754
14.9.7.7	Vergusskapselung „m“	756
14.9.7.8	Zündschutzart „n“	757
14.9.7.9	Elektrische Betriebsmittel mit Geräteschutzniveau (EPL) Ga	758
14.9.8	Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel für explosions- gefährdete Bereiche.	758
14.9.9	Elektrische Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen	762
14.9.10	Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen	764
14.9.10.1	Allgemeine Anforderungen	764
14.9.10.2	Errichten von eigensicheren Stromkreisen	768
14.9.10.3	Errichten in gasexplosionsgefährdeten Bereichen	769
14.9.10.4	Errichten in staubexplosionsgefährdeten Bereichen	774
14.9.11	Instandhalten, Instandsetzen und Prüfen explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel und Anlagen	776
14.9.12	Anwendungsbeispiele	779
14.9.13	Elektrostatische Aufladungen	782
14.10	Medizinisch genutzte Bereiche	784
14.10.1	Anwendungsbereich	784
14.10.2	Arten von medizinisch genutzten Bereichen	786
14.10.3	Stromversorgung	788
14.10.4	Elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke (Sicherheitsstromversorgung)	793
14.10.5	Schutz gegen elektrischen Schlag	795
14.10.6	IT-System für medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 2	797
14.10.7	Zusätzliche Anforderungen an medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 2	799

14.10.8	Verbrauchs- und Betriebsmittel.....	800
14.10.9	Schutz gegen elektromagnetische Störungen in Anlagen von Gebäuden	802
14.10.10	Schutz gegen Auswirkungen elektrostatischer Aufladungen	803
14.10.11	Dokumentation	803
14.10.12	Prüfungen	804
14.11	Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme.....	806
14.11.1	Photovoltaikanlagen	806
14.11.2	Erdungsanlagen	816
14.11.2.1	Trennen und Schalten	816
14.11.2.2	Trennen	817
14.11.3	Kabel- und Leitungssysteme (VDE 0100-520).....	817
14.11.4	Überspannungsschutz	818
14.11.5	Zugang und Kennzeichnung	819
14.11.6	Prüfung von PV-Stromversorgungssystemen	820
14.11.7	Prüfung der Systemdokumentation	825
14.12	Öffentliche Einrichtungen und Arbeitsstätten.....	826
14.12.1	Allgemeine Anforderungen	826
14.12.2	Versammlungsstätten	832
14.12.3	Geschäftshäuser, Verkaufsstätten.....	833
14.13	Räume elektrischer Anlagen.....	835
14.13.1	Elektrische Betriebsstätten	835
14.13.2	Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten	837
14.13.3	Batterieräume und Ladestationen für Akkumulatoren	838
14.14	Prüfanlagen.....	842
14.15	Schulen, Kindergärten und Unterrichtsräume mit Experimentiereinrichtungen	844
14.16	Räume für EDV-Anlagen	846
14.17	Galvanische Anlagen	847
14.18	Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit	848
14.19	Kfz-Werkstätten und Montagegruben	850
14.20	Heiße Bereiche.....	851
14.21	Räume und Kabinen mit Saunaheizungen	852
14.22	Holzhäuser, Baracken, Baubuden sowie Installationen in Hohlwänden, Holzdecken und Holzwänden	855
14.23	Installationen in Möbeln und ähnlichen Einrichtungsgegenständen	859
14.24	Liegeplätze für Wassersportfahrzeuge und Hausboote und ähnliche Bereiche	860
14.25	Campingplätze, Caravanplätze und ähnliche Bereiche	864
14.26	Caravans	866

14.27	Räume und Orte mit unersetzbaren Gütern von hohem Wert; Baudenkmäler; Museen	871
14.28	Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge	872
14.28.1	Anschlussarten	873
14.28.2	Die Ladebetriebsarten	875
14.28.3	Stromversorgung und allgemeine Merkmale	877
14.28.3.1	Gleichzeitigkeitsfaktor	877
14.28.3.2	Unsymmetrie	878
14.28.3.3	Netzurückwirkungen	878
14.28.3.4	Lastmanagement und Blindleistung	878
14.28.3.5	Leiteranordnung und System der Erdverbindung	879
14.28.3.6	Überwachungs- und Schutzfunktionen	879
14.28.4	Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag	880
14.28.4.1	Schutz durch automatische Abschaltung im Fehlerfall	880
14.28.4.2	Schutztrennung	881
14.28.5	Schutz bei Störspannungen	881
14.28.6	Auswahl und Anordnung der Betriebsmittel	882
14.28.6.1	Äußere Einflüsse	882
14.28.6.2	Schutz gegen mechanische Einflüsse	882
14.28.6.3	Zählerplätze	883
14.28.6.4	Rückspeisefähige Ladepunkte	883
14.28.6.5	Prüfungen von Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge	884
15	Prüfungen von Anlagen und Verbrauchsmitteln	885
15.1	Grundsätzliche Anforderungen	885
15.1.1	Besichtigen	886
15.1.2	Erproben	890
15.1.3	Messen	890
15.2	Messen des Isolationswiderstands	892
15.3	Messen der Fehlerschleifenimpedanz	895
15.4	Prüfen des Schutzes durch automatisches Abschalten mit Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs)	898
15.5	Prüfung der Fehlerspannungsschutzeinrichtung	900
15.6	Prüfen der Verbindungen von Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter	901
15.7	Messen des Erdungswiderstands	902
15.8	Prüfen des Drehfelds	904
15.9	Prüfen der Übergangswiderstände von Fußböden und Wänden ...	905
15.10	Prüfen der Spannungspolarität	906
15.11	Prüfen auf Spannungsfestigkeit	907

15.12	Prüfen des Spannungsfalls	907
15.13	Prüfen elektrischer Geräte.....	907
15.14	Wiederkehrende Prüfungen.....	915
15.14.1	Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen	917
15.14.2	Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Geräte.....	918
16	Betrieb elektrischer Anlagen	919
16.1	Einsatz von Arbeitskräften	920
16.2	Bedienen elektrischer Betriebsmittel	922
16.3	Arbeiten an elektrischen Betriebsmitteln und in elektrischen Anlagen	923
16.3.1	Arbeiten an freigeschalteten Anlagen	923
16.3.1.1	Freischalten.....	924
16.3.1.2	Gegen Wiedereinschalten sichern.....	925
16.3.1.3	Spannungsfreiheit feststellen	926
16.3.1.4	Erden und kurzschließen.....	927
16.3.1.5	Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken	928
16.3.2	Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile	928
16.3.3	Arbeiten unter Spannung	929
16.4	Auswechseln von Sicherungen.....	930
16.5	Auswechseln von Lampen.....	932
16.6	Erhalten des ordnungsgemäßen Zustands	932
16.7	Arbeitsgerät.....	933
16.8	Aushänge.....	934
16.9	Brandbekämpfung und Erste Hilfe.....	935
17	Blitzschutz und Überspannungsschutz	937
17.1	Der Blitz, Grundlagen	939
17.2	Äußerer Blitzschutz.....	940
17.2.1	Schutzklassen	941
17.2.2	Fangeinrichtungen	943
17.2.3	Ableitungen.....	944
17.2.4	Blitzschutz-Erdungsanlagen.....	945
17.2.5	Werkstoffe.....	946
17.3	Innerer Blitzschutz	946
17.3.1	Blitzschutz-Potenzialausgleich.....	947
17.3.2	Einhaltung des Trennungsabstands	948
17.4	Überspannungsschutz	949
17.4.1	Entstehung von Überspannungen.....	949

17.4.2	Blitzschutz-zonen-Konzept	950
17.4.3	Prinzipien des Überspannungsschutzes.	952
17.4.3.1	Überspannungsschutz in der Stromversorgung.	953
17.4.3.2	Überspannungsschutz in Niederspannungsanlagen.	955
17.4.3.3	Schutz von Anlagen der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik	958
17.4.3.4	Schutz von Datenverarbeitungsanlagen.	958
17.4.3.5	Überspannungsschutz in der Telekommunikationstechnik	959
17.4.4	Schutz von Antennenanlagen.	960
17.5	Prüfen des Blitzschutzes	960
17.5.1	Prüfen des Blitzschutzsystems	960
17.5.2	Prüfen von Überspannungsschutzeinrichtungen	963
18	Fernmelde- und Informationstechnik.	965
18.1	Allgemeines.	965
18.2	Klingel- und Läutewerktransformatoren.	966
18.3	Türsprechanlagen	968
18.4	Brandmeldeanlagen	969
18.4.1	Grundlagen.	969
18.4.2	Konzept	970
18.4.3	Planung	971
18.4.4	Komponenten der BMA	971
18.4.5	Projektierung	973
18.4.6	Montage und Installation	974
18.4.7	Inbetriebsetzung	975
18.4.8	Abnahmeprüfung	975
18.4.9	Instandhaltung.	976
18.5	Alarmierungseinrichtungen	976
18.6	Europäische Regelungen im Bereich Brandmeldeanlagen und Alarmierungseinrichtungen.	977
Anhang.	978
A1	Normen, Vorschriften, Regeln	978
A1.1	VDE-Bestimmungen	978
A1.2	DIN-Normen	996
A1.3	Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)	998
A1.4	DGUV-Vorschriften- und Regelwerk.	999
A1.5	Arbeitsblätter der Arbeitsgemeinschaft Industriebau	1001
A1.6	VdS-Publikationen	1002
A1.7	BDEW-/VDEW-/VDN-Anschlussbedingungen, -Richtlinien und -Merkblätter	1003

A2	Bezugsquellen.....	1004
A3	Abkürzungen	1005
A4	Prüfzeichen	1009
A5	Bildzeichen der Elektrotechnik	1010
A6	Schaltzeichen	1011
A6.1	Schaltzeichen für die Elektroinstallation.....	1011
A6.2	Schaltzeichen für Stromlaufpläne	1016
A7	Kennzeichnung des Zwecks und der Aufgabe eines Betriebsmittels	1018
A8	Kennzeichnung von Spannung und Strom	1020
Literaturverzeichnis.....		1022
Stichwortverzeichnis		1029