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 Modularen 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 Beharrungsberührungsstrom 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 Transformatorenstationen 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 Netzrückwirkungen . . . 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 Kurzschlusssicherheit . . . 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 Kurzschlussschutz 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 Kurzschlussschutz 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 erdschlusssicheres 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 Wassererwämer ... 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 vorgeschriebene 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 Treppenräumen 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 Gerätekategorien 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 explosionsgefährdete 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 Netzrückwirkungen ... 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 Blitzschutzzonen-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