

Inhaltsverzeichnis

I Grundlagen	19
1 Einführung	19
1.1 Was ist eine elektrische Anlage?	19
1.2 Definition der Netzbetreiber	19
1.3 Erzeugungsanlagen	21
1.4 Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge	22
1.5 Ersatzstromversorgungsanlagen	22
1.6 Elektrische Anlage für Sicherheitszwecke	23
2 Begriffe	25
2.1 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel	25
2.1.1 Kabel- und Leitungsanlage	25
2.1.2 Elektrisches Betriebsmittel	25
2.1.3 Elektrisches Verbrauchsmittel	25
2.1.4 Schaltgerät	26
2.1.5 Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel	26
2.1.6 Elektrisches Handgerät	26
2.1.7 Ortsfestes elektrisches Betriebsmittel	26
2.1.8 Elektrischer Verteiler	26
2.2 Instandhaltung und Prüfung	27
2.2.1 Instandhaltung	27
2.2.2 Instandsetzung	28
2.2.3 Inspektion	28
2.3 Prüfung	28
2.3.1 Erstprüfung	29
2.3.2 Wiederkehrende Prüfung	29
2.3.3 Prüfung nach Instandsetzung	29
2.4 Betreiber, Anlagenverantwortlicher, Arbeitsverantwortlicher	30
2.4.1 Anlagenbetreiber	30
2.4.2 Anlagenverantwortlicher	30
2.4.3 Arbeitsverantwortlicher	31
2.4.4 Mitarbeiter im Betrieb	31

2.5	Teile und Körper	31
2.5.1	Körper	31
2.5.2	Aktives Teil und gefährliches aktives Teil.....	31
2.5.3	Leitfähige und fremde leitfähige Teile.....	31
2.6	Ströme und Fehlerarten	32
2.6.1	Vorgesehener Betriebsstrom	32
2.6.2	Dauerstrombelastbarkeit	33
2.6.3	Überstrom	33
2.6.4	Fehlerstrom.....	33
2.6.5	Kurzschluss	33
2.6.6	Leiterschluss	34
2.6.7	Windungsschluss	35
2.6.8	Berührungsstrom und -spannung	35
2.6.9	Differenzstrom	37
2.6.10	Ableitstrom	37
2.6.11	Schutzleiterstrom	39
2.6.12	Vagabundierende Ströme	39
2.7	Stromkreise	39
2.7.1	Endstromkreis	39
2.7.2	Hauptstromkreise und Verteilerstromkreise.....	40
2.7.3	Hilfsstromkreise	40
2.8	Schalten und Trennen.....	40
2.8.1	Trennen	40
2.8.2	Automatische Abschaltung	40
2.8.3	Ausschalten im Notfall	41
2.8.4	Freischalten	41
2.9	Elektromagnetische Verträglichkeit	41
2.9.1	Galvanische Kopplung	42
2.9.2	Induktive Kopplung	43
2.9.3	Kapazitive Kopplung.....	43
2.9.4	Strahlungskopplung	44
3	Raumarten und Aufstellorte	45
3.1	Elektrische Betriebsstätten und abgeschlossene elektrische Betriebsstätten	45
3.2	Räume	45
3.2.1	Trockene Räume.....	45
3.2.2	Feuchte Räume.....	45
3.2.3	Nasse Räume	46

3.3	Arbeitsstätten	46
3.4	Öffentliche Einrichtungen und Bereiche	46
3.5	Feuergefährdete Betriebsstätten und gleichzusetzende Risiken	46
3.5.1	Feuergefährdete Betriebsstätte	46
3.5.2	Räume und Orte mit gleichzustellenden Risiken	47
3.6	Explosionsgefährdete Bereiche	47
3.7	Gebäude und Gebäudeklassen	48
4	Gefahren des elektrischen Stromes	51
4.1	Gefahren durch Wechselstrom	53
4.2	Gefahren durch Gleichstrom	55
5	Schutzarten von Betriebsmitteln	59
5.1	Der IP-Code	59
5.2	Der IK-Code	61
6	Qualifikationen von Personen	63
6.1	Laie	63
6.2	Befähigte Person nach TRBS 1203	63
6.3	Elektrofachkraft, VEFK, EuP nach VDE 0105-100	64
6.3.1	Die Elektrofachkraft	64
6.3.2	Die verantwortliche Elektrofachkraft	64
6.3.3	Die elektrotechnisch unterwiesene Person	65
6.4	Wer darf was?	65
II	Anwendung technischer und gesetzlicher Bestimmungen	67
7	Die Gesetzespyramide	67
7.1	Europäisches Recht	67
7.1.1	EU-Verordnungen	68
7.1.2	EU-Richtlinien	68
7.2	Regeln der Technik und Stand der Technik	70
8	Normen und VDE-Bestimmungen	73
8.1	Internationale Normen	73
8.2	Europäische Normen	74
8.3	Nationale Normen und VDE-Bestimmungen	75
8.3.1	Mitarbeit der Öffentlichkeit und Bekanntgabe	76
8.3.2	Ausarbeitende Gremien	76
8.3.3	VDE-Leitlinien	77

8.3.4	VDE-Vornormen	78
8.3.5	VDE-Anwendungsregeln	78
8.3.6	Beiblätter des VDE-Vorschriftenwerks	79
8.3.7	Verlautbarungen	79
8.3.8	Harmonisierte Normen	80
8.4	Zusammenfassung: Normen und VDE-Bestimmungen	80
9	Aufbau von Normen und VDE-Bestimmungen	83
9.1	Der Normentitel	83
9.2	Vorwort und Einleitung	85
9.3	Der Anwendungsbereich	85
9.4	Normative Verweisungen.....	85
9.5	Begriffe	86
9.6	Inhalt von Normen	86
9.6.1	Kennzeichnung von Inhalten	86
9.6.2	Normenausdrücke und deren Bedeutung	86
9.6.3	Anhänge	88
9.6.4	Literaturhinweise	89
9.7	Aufbau und Zuordnung der DIN-VDE-Normen-Gruppen	89
9.7.1	Gruppe 0	89
9.7.2	Gruppe 1.....	90
9.7.3	Gruppe 2.....	91
9.7.4	Gruppe 3.....	91
9.7.5	Gruppe 4.....	91
9.7.6	Gruppe 5.....	92
9.7.7	Gruppe 6.....	93
9.7.8	Gruppe 7.....	94
9.7.9	Gruppe 8.....	94
10	Die Risikobeurteilung.....	95
10.1	Risiko und Gefährdung	95
10.2	Praktische Anwendung	96
10.2.1	Schritt 1: Die Risikoanalyse.....	98
10.2.2	Schritt 2: Die Risikobewertung.....	98
10.2.3	Schritt 3: Restrisiko und Risikominderung.....	99
10.2.4	Verschiedene Gefahrenfelder	101
11	Das Produktsicherheitsgesetz	103

12 Die Niederspannungsrichtlinie	107
12.1 Inverkehrbringen von Produkten im europäischen Wirtschaftsraum	108
12.2 Die Schutzziele	108
12.2.1 Allgemeine Bedingungen	108
12.2.2 Schutz vor Gefahren ausgehend von elektrischen Betriebsmitteln, Maschinen und Anlagen	109
12.2.3 Schutz vor äußeren Einwirkungen auf die elektrischen Betriebsmittel	109
12.3 Kennzeichnungspflicht der Hersteller	109
12.4 Technische Unterlagen	110
12.5 Die Konformitätserklärung	111
12.6 Formelle Nichtkonformität	111
12.7 Konformitätsvermutung	112
13 EMV-Richtlinie	113
13.1 EMV-Dokumentation gemäß EMVG § 4 Abs. 2 Satz 2	113
13.2 Elektrische Betriebsmittel	114
13.2.1 Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen	115
13.2.2 Ortsfeste elektrische Anlagen.....	115
14 Maschine oder Anlage.....	117
14.1 Begriffe	117
14.1.1 Maschine	117
14.1.2 Unvollständige Maschinen	117
14.1.3 Sicherheitsbauteil.....	118
14.1.4 Gesamtheit von Maschinen.....	118
14.2 Hersteller oder Errichter	120
14.2.1 Planung und Bau durch Maschinenhersteller	121
14.2.2 Verlängerte Werkbank	121
14.2.3 Planung und Bau durch Zulieferer	121
15 Das Energiewirtschaftsgesetz	123
15.1 Ziele und Zweck	123
15.2 Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik.....	124
15.3 Weitere Regelungen	126
15.4 Pflicht der Netzbetreiber	127

16 Die Niederspannungsanschlussverordnung	129
16.1 Anschlussverhältnisse	129
16.1.1 Netzanschlussverhältnis	129
16.1.2 Anschlussnutzungsverhältnis	130
16.2 Elektrische Anlage im Sinne der NAV	130
16.3 Inbetriebsetzung und Überprüfung der elektrischen Anlage	131
16.4 Anwendung der TAB	132
17 Bestandsschutz und Anpassung	135
17.1 Bestandsschutz	135
17.2 Erweiterung	136
17.3 Wesentliche Änderung und Anpassung	136
17.3.1 Änderung elektrischer Anlagen	136
17.3.2 Anpassung	137
18 Die Betriebssicherheitsverordnung	139
18.1 Die Gefährdungsbeurteilung	139
18.2 Aspekte der Gefährdungsbeurteilung.....	142
18.2.1 Grundlegende Schutzmaßnahmen	142
18.2.2 Schutzmaßnahmen bei Gefährdungen durch Energien durch An- und Abfahren von Arbeitsmitteln	143
18.2.3 Schutzmaßnahmen bei Instandhaltung oder Änderung von Arbeitsmitteln	145
18.2.4 Schutzmaßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz	146
18.3 Prüfen von Arbeitsmitteln.....	146
18.3.1 Aufrechterhaltung der Sicherheit von Arbeitsmitteln	147
18.3.2 Bewertungskriterien	148
18.3.3 Prüffristen	149
18.4 Zusammenfassung: Prüfen von Arbeitsmitteln nach BetrSichV.....	150
19 Die Unfallverhütungsvorschriften (DGUV)	153
19.1 Grundsatz der Prävention	155
19.2 Einheitliche Regelwerke	155

19.2.1	DGUV-Vorschriften	156
19.2.2	Durchführungsanweisungen zu DGUV-Vorschriften ...	156
19.2.3	DGUV-Regeln	156
19.2.4	DGUV-Grundsätze	157
19.2.5	DGUV-Informationen	157
19.3	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel im Sinne der Unfallverhütungsvorschriften (UVV)	157
19.3.1	Stationäre Anlagen	158
19.3.2	Nichtstationäre Anlagen	158
19.3.3	Ortsfeste elektrische Betriebsmittel	158
19.3.4	Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel	158
19.4	Prüfungen nach DGUV Vorschrift 3	159
19.4.1	Prüffristen	160
19.4.2	Abgrenzung zwischen DGUV Vorschrift 3 und 4	162
19.4.3	Prüfung von Maschinen nach DGUV Vorschrift 3	163
19.5	Zusammenfassung: Prüfungen nach DGUV Vorschrift 3 und 4	164
20	Prüfung nach VdS 2871	167
21	Prüfungen nach Sonderbauverordnungen	169
III	Grundlagen der Planung und sicheren Errichtung	171
22	Die Reihe DIN VDE 0100	171
22.1	Der Anwendungsbereich	171
22.2	Schutzziele der Reihe DIN VDE 0100	172
22.3	Struktur und Aufbau	173
22.3.1	Gruppe 100	173
22.3.2	Gruppe 200	174
22.3.3	Gruppe 400	175
22.3.4	Gruppe 500	175
22.3.5	Gruppe 600	176
22.3.6	Gruppe 700	176
22.3.7	Gruppe 800	178

23 Stromversorgungsquellen und Netzverbindungen.....	181
23.1 Aufbau und Art der Spannung.....	181
23.1.1 Einphasenanordnung.....	181
23.1.2 Dreiphasenanordnung.....	181
23.2 Netzverbindungen.....	183
23.2.1 Netze mit synchroner Verbindung.....	183
23.2.2 Netze ohne synchrone Verbindung.....	184
23.2.3 Zusammenfassung: Netze mit und ohne synchrone Verbindung.....	185
24 Stromversorgungssysteme nach Art der Erdverbindung.....	187
24.1 TN-System.....	188
24.1.1 TN-C-System.....	188
24.1.2 TN-C-S-System.....	189
24.1.3 TN-S-System.....	191
24.2 TT-System.....	192
24.3 IT-System.....	192
24.4 Stromversorgungssysteme mit Mehrfacheinspeisung.....	193
25 Schutzvorkehrungen gegen elektrischen Schlag.....	195
25.1 Basisschutz und Fehlerschutz.....	196
25.2 Basisschutzvorkehrungen.....	197
25.2.1 Schutzabdeckung oder Schutzhülle.....	197
25.3 Schutz durch Hindernisse und Anordnung außerhalb des Handbereichs.....	199
25.3.1 Schutz durch Hindernisse.....	199
25.3.2 Schutz durch Anordnung außerhalb des Handbereichs.....	200
25.3.3 Schutz durch Begrenzung von Beharrungsstrom und Energie.....	201
25.3.4 Potentialsteuerung.....	202
26 Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag.....	203
26.1 Schutz durch automatische Abschaltung im Fehlerfall.....	204
26.1.1 Berührungsspannung und Berührungsstrom im TN-System.....	204
26.1.2 Schutz durch automatische Abschaltung im TN-System.....	206

26.1.3	Die Spannungswaage	209
26.1.4	Schutz durch automatische Abschaltung im TT-System	210
26.1.5	Zulässige Abschaltzeiten in TN- und TT-Systemen	213
26.2	Ersatzmaßnahme nach DIN VDE 0100-410 Anhang D	213
26.2.1	Netzbetreiber und Hauptstromversorgungssystem	214
26.3	Schutz durch automatische Abschaltung im IT-System	216
26.3.1	Die Körper sind miteinander verbunden und gemeinsam über dieselbe Erdungsanlage geerdet	217
26.3.2	Die Körper sind einzeln geerdet	219
26.4	Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung	221
26.4.1	Elektrische Betriebsmittel	221
26.4.2	Kabel und Leitungen	222
26.5	Schutz durch Schutztrennung	224
26.6	Schutz durch Kleinspannung (SELV und PELV)	226
26.6.1	Stromquellen für SELV und PELV	228
26.6.2	Aufbau von SELV- und PELV-Stromkreisen	229
26.6.3	Leitungen und Steckvorrichtungen für SELV und PELV.....	229
26.7	Der zusätzliche Schutz	230
26.7.1	Zusätzlicher Schutz durch RCD	231
26.7.2	Zusätzlicher Schutz durch zusätzlichen Schutz- potentialausgleich.....	232
26.8	Zusammenfassung: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag	234
26.8.1	Basisschutz und Fehlerschutz	234
26.8.2	Anwendung einer Schutzvorkehrung	236
26.8.3	Der zusätzliche Schutz	236
27	Schutzmaßnahmen gegen thermische Einflüsse	239
27.1	Schutzziele	239
27.2	Brandentstehung	241
27.3	Schutz gegen durch elektrische Betriebsmittel verursachte Brände	242
27.3.1	Wärmestau, Wärmestrahlung, heiße Teile	243
27.3.2	Beeinträchtigung der sicheren Funktion elektrischer Betriebsmittel	244

27.3.3	Heißwasser- oder Dampferzeuger	244
27.3.4	Raumheizsysteme	245
27.3.5	Schutz gegen Verbrennungen	245
27.3.6	Fehlerhafte Anschlüsse und Kontakte	246
27.4	Feuergefährdete Betriebsstätten	250
27.5	Räume und Orte mit Gefährdungen für unersetzbare Güter ...	251
27.6	Stromkreise in feuergefährdeten Betriebsstätten	252
27.6.1	TN- und TT-Systeme	252
27.6.2	IT-Systeme	253
27.7	Auswahl von Betriebsmitteln	254
27.7.1	Kabel und Leitungen	254
27.7.2	Auswahl von Motoren	255
27.7.3	Auswahl von Schalt- und Steuergeräten	256
27.7.4	Auswahl von Leuchten	256
27.8	Maßnahmen gegen Isolationsfehler und Fehlerlichtbögen	258
27.8.1	Parallele und serielle Lichtbögen	258
27.8.2	Vorgaben nach DIN VDE 0100-420	259
27.9	Schutzeinrichtungen zur Vermeidung von Fehlerlichtbögen	262
27.9.1	Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)	263
27.9.2	Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen (AFDDs).....	265
27.9.3	Differenzstrom-Überwachungseinrichtungen (RCMs)	265
27.9.4	Isolationsüberwachungseinrichtungen (IMDs)	266
27.10	Alternative Maßnahmen gegen Fehlerlichtbögen	266
28	Auswahl von Kabeln und Leitungen	271
28.1	Auswahl nach mechanischen Aspekten	271
28.2	Auswahl nach der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen	272
28.3	Physikalische Betrachtung im thermischen Ersatzschaltbild	273
28.3.1	Thermische und elektrische Größen	273
28.3.2	Das thermische Ersatzschaltbild der Strom- wärmeverluste	275
28.3.3	Die Betriebstemperatur am Leiter	276
28.3.4	Die Betriebsarten.....	279
28.4	Strombelastbarkeit im ungestörten Betrieb	280
28.5	Maximale Betriebstemperatur am Leiter	281

29 Die Referenzverlegearten und Reduktionsfaktoren	283
29.1 Die Referenzverlegearten	283
29.2 Die Reduktionsfaktoren	284
29.2.1 Umgebungsbedingungen	285
29.2.2 Häufung	286
29.2.3 Oberschwingungsströme	287
30 Schutz bei Überstrom	291
30.1 Schutz bei Überlast	291
30.2 Schutz des Neutralleiters	293
30.3 Auswahl der Überlast-Schutzeinrichtung	294
30.3.1 Nutzungs- und Schutzgrad	297
30.3.2 Schutz bei Überlast paralleler Leitungen	298
30.4 Schutz bei Kurzschluss.....	300
30.4.1 Bemessungs-Kurzzeitstrom	301
30.4.2 Nachweis des Schutzes bei Kurzschluss.....	303
30.4.3 Auswahl und Anordnung von Schutzeinrichtungen ..	304
30.4.4 Schutz bei Kurzschluss paralleler Kabel und Leitungen	305
30.5 Erd- und kurzschluss sicheres Verlegen	307
Literatur- und Quellenverzeichnis	309
Stichwortverzeichnis	318