

Inhalt

Vorwort	5
Der erste Elektrounfall	7
Teil A Gefahren, Gesetze, VDE-Bestimmungen, Netzsysteme	17
1 Gefahren bei Anwendung der elektrischen Energie	17
1.1 Unfälle mit elektrischem Strom	17
1.2 Statistik über Fehler in Anlagen	20
1.3 Körperströme und Berührungsspannung	21
2 Gesetzliche Forderungen und die DGUV-Vorschrift 3 (BGV A3) ..	29
2.1 Gesetzliche Forderungen	29
2.1.1 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)	31
2.1.2 Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz ProdSG)	32
2.1.3 Gewerbeordnung (GewO)	36
2.1.4 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)	36
2.1.5 Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV	39
2.1.5.1 BetrSichV Abschnitt 1 – Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen	40
2.1.5.2 BetrSichV Abschnitt 2 – Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen	42
2.1.5.3 BetrSichV Abschnitt 3 – Zusätzliche Vorschriften für überwachungsbedürftige Anlagen	56
2.1.5.4 BetrSichV Abschnitt 4 – Vollzugsregelungen und Ausschuss für Arbeitssicherheit	60
2.1.5.5 BetrSichV Abschnitt 5 – Ordnungswidrigkeiten und Straftaten, Schlussvorschriften	62
2.1.5.6 BetrSichV Auszug aus Anhang 1 (zu § 6 Abs. 1 Satz 2) – Besondere Vorschriften für bestimmte Arbeitsmittel	66
2.1.5.7 BetrSichV Auszug aus Anhang 2 (zu den §§ 15 und 16) – Prüfvorschriften für überwachungsbedürftige Anlagen	67
2.1.5.8 BetrSichV Auszug aus Anhang 3 (zu § 14 Abs. 4) – Prüfvorschriften für bestimmte Arbeitsmittel	70
2.2 Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)	74
2.2.1 TRBS 1001 – Struktur und Anwendung der technischen Regeln für Betriebssicherheit	75
2.2.2 TRBS 1111 – Gefährdungsbeurteilung	78

2.2.3	TRBS 1201 – Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen	100
2.2.4	TRBS 1203 – Befähigte Personen	122
2.3	Unfallverhütungsvorschrift: „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ – DGUV-Vorschrift 3 (BGV A3), Vorbetrachtung . .	124
2.4	Der Inhalt der DGUV-Vorschrift 3 (BGV A3) und der Durchführungsanweisungen sowie Erläuterungen	128
2.5	Rechtliche Konsequenzen.	167
2.5.1	Ordnungswidrigkeiten.	167
2.5.2	Strafrechtliches Verfahren.	167
2.5.3	Zivilrechtliches Verfahren.	168
3	Die VDE-Bestimmungen DIN VDE 0100 bis 0898.	169
3.1	Allgemeines	169
3.2	Gliederung des VDE-Vorschriftenwerks	170
3.3	Information	175
3.4	Erdungssysteme (Systeme nach Art der Erdverbindung, Netzformen, Netzerdung, Netzsysteme)	176
3.4.1	TN-System	177
3.4.2	TT-System.	179
3.4.3	IT-System	179
3.4.4	Vergleich der einzelnen Erdungssysteme	180

Teil B Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag nach DIN VDE 0100-410:2018-10 181

4	Schutz gegen elektrischen Schlag	181
4.1	Schutzerdung und Schutzpotentialausgleich.	185
4.1.1	Schutzerdung (Erdung über den Schutzleiter)	185
4.1.2	Schutzpotentialausgleich.	185
4.1.3	Schutzleiter – Mindestquerschnitte.	186
4.1.4	Verstärkte Schutzleiter für Schutzleiterströme größer 10 mA	186
4.2	Automatische Abschaltung im Fehlerfall	187
4.2.1	Allgemeines	187
4.2.2	Anforderungen an den Basisschutz.	188
4.2.3	Anforderungen an den Fehlerschutz.	188
4.2.3.1	Automatische Abschaltung im Fehlerfall	188
4.2.3.2	Weitere Anforderungen für Steckdosen in Endstromkreise und für die Versorgung von ortsveränderlichen Betriebsmitteln für den Außenbereich	190
4.2.3.3	Zusätzliche Anforderungen für Leuchtenstromkreise in TN- und TT-Systemen	191

4.2.4	TN-System	191
4.2.4.1	TN-System mit Überstromschutz	193
4.2.4.2	TN-System mit Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) (früher schnelle Nullung)	206
4.2.5	TT-System	207
4.2.5.1	TT-System mit Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD)	207
4.2.5.2	TT-System mit Überstromschutzeinrichtung	209
4.2.6	IT-System mit Isolationsüberwachung (bisher Schutzleitungssystem)	212
4.2.7	FELV	215
4.3	Schutzmaßnahme: Doppelte oder verstärkte Isolierung	217
4.3.1	Allgemeines	217
4.3.2	Anforderungen an den Basisschutz und Fehlerschutz	218
4.3.2.1	Elektrische Betriebsmittel	218
4.3.2.2	Umhüllungen	218
4.3.2.3	Errichtung	219
4.3.2.4	Kabel- und Leitungsanlagen	220
4.4	Schutzmaßnahme Schutztrennung	220
4.4.1	Allgemeines	220
4.4.2	Anforderungen an den Basisschutz	221
4.4.3	Anforderungen an den Fehlerschutz	221
4.5	Schutzmaßnahme: Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV	222
4.5.1	Allgemeines	222
4.5.2	Anforderungen an den Basisschutz und an den Fehlerschutz	223
4.5.3	Stromquellen für SELV und PELV	223
4.5.4	Anforderungen an SELV- und PELV-Stromkreise	224
4.6	Zusätzlicher Schutz	226
4.6.1	Zusätzlicher Schutz: Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD)	226
4.6.2	Zusätzlicher Schutz: Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich	226
4.7	Schutzeinrichtungen	227
4.7.1	Überstromschutzeinrichtungen gegen elektrischen Schlag im Fehlerfall	227
4.7.2	Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD)	228
4.7.3	Isolationsüberwachungseinrichtungen	230
4.7.4	Fehlerspannungsschutzeinrichtungen	230
4.8	Vor- und Nachteile der Erdungssysteme und Schutzmaßnahmen	231
5	Vorkehrungen für den Basisschutz unter normalen Bedingungen (DIN VDE 0100-410, Anhang A)	235
5.1	Basisisolierung aktiver Teile	236
5.2	Abdeckungen oder Umhüllungen	237
5.2.1	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)	238
5.2.2	Explosionsschutz Ex	243

6	Vorkehrungen für den Basisschutz unter besonderen Bedingungen – Hindernisse und Anordnung außerhalb des Handbereichs (DIN VDE 0100-410, Anhang B)	245
6.1	Anwendung	245
6.2	Hindernisse	245
6.3	Anordnung außerhalb des Handbereichs	245
6.4	Schutzvorkehrungen zur ausschließlichen Anwendung, wenn die Anlage nur durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen betrieben und überwacht wird (DIN VDE 0100-410, Anhang C)	246
6.4.1	Nicht leitende Umgebung	246
6.4.2	Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzpotentialausgleich	248
6.4.3	Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel	249

Teil C Prüfungen 251

7	Prüfung von Anlagen nach DIN VDE 0100-600	252
7.1	Allgemeine Anforderungen und Begriffe	253
7.1.1	Besichtigen allgemein	256
7.1.2	Erproben und Messen allgemein	257
7.2	Prüfung des Schutzpotentialausgleichs	264
7.3	Prüfung des zusätzlichen Schutzpotentialausgleichs	265
7.4	Prüfung erdungssystemabhängiger Schutzmaßnahmen (mit Schutzleiter)	265
7.4.1	Prüfung für alle Netzsysteme, Prüfung des Schutzleiters	265
7.4.2	Prüfung im TN-System	266
7.4.3	Prüfung im TT-System	266
7.4.4	Prüfung im IT-System	267
7.4.4.1	Prüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme beim ersten Fehler	268
7.4.4.2	Prüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme beim Doppelfehler (erster und zweiter Fehler)	269
7.4.5	Spannungsbegrenzung bei Erdschluss eines Außenleiters	270
7.5	Prüfung erdungssystemunabhängiger Schutzmaßnahmen (meist ohne Schutzleiter)	271
7.5.1	Schutz durch Kleinspannung (SELV)	271
7.5.2	Schutz bei Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung (PELV)	271
7.5.3	Schutzmaßnahme: Doppelte oder verstärkte Isolierung „Schutzisolierung“	271
7.5.4	Schutz durch nicht leitende Räume	272
7.5.5	Schutz durch Schutztrennung	272
7.6	Hochspannungsprüfung, Prüfung der Spannungsfestigkeit	273
7.7	Kurzfassung der Prüfung nach DIN VDE 0100	274

8	Prüfung von Anlagen nach DIN VDE 0105-100/A1:2017-06	277
8.1	Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustands.	282
8.1.1	Messen	282
8.1.2	Erproben	282
8.1.3	Prüfen	283
8.2	Wiederkehrende Prüfungen.	284
8.2.1	Allgemeines	284
8.2.2	Wiederkehrende Prüfung durch Besichtigen	286
8.2.3	Wiederkehrende Prüfung durch Erproben	288
8.2.4	Wiederkehrende Prüfung durch Messen.	289
8.2.5	Wiederkehrende Prüfungen sonstiger Art.	290
8.2.6	Prüfbericht für die wiederkehrende Prüfung.	291
8.2.7	Häufigkeit der wiederkehrenden Prüfung.	292
8.3	Kurzfassung der Prüfung nach DIN VDE 0105-100/A1:2017-06	293
9	Messung und Messgeräte zur Anlagenprüfung	295
9.1	Messung des Isolationswiderstands	296
9.1.1	Isolationswiderstände	299
9.1.2	Isolationsmessgeräte, DIN EN 61557-2 (VDE 0413-2).	301
9.1.3	Isolationsüberwachungsgeräte, DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8)	305
9.2	Messung des Widerstands von isolierenden Fußböden und Wänden	306
9.2.1	Messung des Widerstands von isolierenden Fußböden und isolierenden Wänden, DIN VDE 0100-600:2017-06.	306
9.2.2	Messung nach dem Strom-Spannung-Verfahren	307
9.2.3	Messung mit Vorwiderstand als Spannungsteiler	310
9.3	Elektrischer Widerstand von Bodenbelägen und verlegten Fußböden nach DIN EN 61340-4-1 (VDE 0300-4-1).	312
9.3.1	Begriffe	312
9.3.2	Grundlage des Verfahrens.	313
9.3.3	Prüfeinrichtung	313
9.3.3.1	Prüfgerät zur Widerstandsmessung.	313
9.3.3.2	Messelektroden.	313
9.3.4	Vorbereitung von Probekörpern	315
9.3.5	Prüfverfahren	316
9.3.5.1	Reinigung der Elektroden	316
9.3.5.2	Widerstand gegen Erde	316
9.3.6	Berechnung und Angabe der Ergebnisse	317
9.3.7	Prüfbericht.	317
9.4	Messung des Erdungswiderstands	318
9.4.1	Erdungswiderstände, geforderte Werte.	318
9.4.2	Erder – Ausführung, Werte von Erdern.	320
9.4.3	Messverfahren.	328
9.4.4	Messung des spezifischen Erdwiderstands	335
9.4.5	Erdungsmessgeräte	339

9.5	Prüfung der Schleifenimpedanz und des Kurzschlussstroms	343
9.5.1	Messverfahren.	344
9.5.2	Schleifenimpedanzmessgeräte	348
9.6	Messung des Leitungswiderstands nach DIN EN 61557-4 (VDE 0413-4)	353
9.7	Prüfungen bei Verwendung von Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD)	355
9.7.1	RCD-Prüfverfahren.	358
9.7.2	RCD-Prüfgeräte	365
9.7.3	Fehler in Anlagen mit RCD	369
9.8	Prüfung der Phasenfolge von Drehstromsteckdosen	373
9.9	Nachweis des Spannungsfalls.	374
9.10	Prüftafel zur Netznachbildung	378
9.11	Strommessung mit Zangenstromwandlern	379
10	Prüfung der elektrischen Ausrüstung von Maschinen nach DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1/A1):2009-10	381
10.1	Allgemeines	381
10.2	Netzanschlüsse und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten . .	389
10.3	Schutz gegen elektrischen Schlag (Abschnitt 6 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2007-06 – ungekürzt)	394
10.3.1	Allgemeines	394
10.3.2	Schutz gegen direktes Berühren	394
10.3.3	Schutz bei indirektem Berühren	397
10.3.4	Schutz durch PELV	400
10.4	Schutz der Ausrüstung (Abschnitt 7 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2007-06 – ungekürzt)	401
10.4.1	Überstromschutz	401
10.4.2	Schutz von Motoren gegen Überhitzung	404
10.4.3	Schutz gegen anomale Temperaturen	406
10.4.4	Schutz bei Unterbrechung der Versorgung oder Spannungseinbruch und Spannungswiederkehr	406
10.4.5	Motorüberdrehzahlschutz	406
10.4.6	Erdschluss-/Fehlerstromschutz	406
10.4.7	Überwachung der Phasenlage	407
10.4.8	Schutz gegen Überspannungen durch Blitzschlag und durch Schalthandlungen	407
10.5	Potentialausgleich (Abschnitt 8 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2007-06 – ungekürzt)	407
10.5.1	Allgemeines	407
10.5.2	Schutzleitersystem	409
10.5.3	Funktionspotentialausgleich	413
10.5.4	Maßnahmen, um die Auswirkungen hoher Ableitströme zu begrenzen	413

10.6	Kennzeichnung, Warnschilder und Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen) (Abschnitt 16 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2007-06 – gekürzt)	413
10.7	Technische Dokumentation (Abschnitt 17 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2007-06 – ungekürzt)	415
10.8	Prüfungen (Abschnitt 18 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2007-06 – ungekürzt)	420
10.8.1	Allgemeines	420
10.8.2	Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung	420
10.8.2.1	Allgemeines	420
10.8.2.2	Prüfmethoden in TN-Systemen	421
10.8.2.3	Anwendung der Prüfmethoden in TN-Systemen	422
10.8.3	Isolationswiderstandsprüfungen	425
10.8.4	Spannungsprüfungen	425
10.8.5	Schutz gegen Restspannungen	426
10.8.6	Funktionsprüfungen	426
10.8.7	Nachprüfungen	426
11	Prüfung von Betriebsmitteln, elektrischen Geräten	429
11.1	Allgemeines	429
11.2	Prüfung nach DIN VDE 0701-0702	433
11.2.1	Sichtprüfung	433
11.2.2	Prüfung des Schutzleiters	434
11.2.3	Messung des Isolationswiderstands	438
11.2.4	Messung des Schutzleiterstroms	446
11.2.5	Messung des Berührungstroms	451
11.2.6	Nachweis der sicheren Trennung vom Versorgungsstromkreis (SELV und PELV).	456
11.2.7	Nachweis der Wirksamkeit weiterer Schutzeinrichtungen	456
11.2.8	Abschließende Prüfung der Aufschriften	457
11.2.9	Funktionsprüfung	457
11.2.10	Auswertung, Beurteilung, Dokumentation	457
11.2.11	Mess- und Prüfgeräte	458
12	Dokumentation der Prüfergebnisse.	465
12.1	Allgemeines	465
12.2	Protokollierung der Ergebnisse in Vordrucken	465
12.3	Protokollierung der Ergebnisse mithilfe einer Software.	466
13	Werkstattausrüstung	467

14	Wartung und Kontrolle bzw. Kalibrierung von Mess- und Prüfgeräten	469
14.1	Wartung	469
14.2	Kontrolle, Kalibrierung, Justierung, Eichen	469
14.3	Werkskalibrierung	470
15	Literatur	473
15.1	Gesetze, Verordnungen und Unfallverhütungsvorschriften	475
15.2	Technische Normen	480
15.3	Verbände, Institutionen, Firmen	495
16	Abkürzungen	497
16.1	Normensetzende deutsche Organisationen, Fachverbände, Einrichtungen usw.	499
16.2	Normensetzende ausländische und internationale Organisationen und Bezeichnungen	500
Teil D	Anlage	501
17	VDE-Vorschriftenwerk, Gliederung	501
18	Übersicht über DIN VDE 0100 (Stand Oktober 2018)	507
19	Verzeichnis der Unfallverhütungsvorschriften (UVV) der Berufsgenossenschaften, BG-Vorschriften (Stand Oktober 2018)	511
20	Muster von Prüfprotokollen	513
21	Bestätigung nach § 5 Abs. 4 der Unfallverhütungsvorschrift DGUV-Vorschrift 3 (vorherige BGV A3)	537
22	Bestätigung über Unterweisung von Mitarbeitern	539
	Erklärung für elektrotechnisch unterwiesene Personen	541
	Stichwortverzeichnis	543