

Inhalt

Der erste Elektrounfall	7
Eine Geschichte aus der guten alten Zeit ...	7

Teil A Gefahren, Gesetze, VDE-Bestimmungen, Netzsysteme

1	Gefahren bei Anwendung der elektrischen Energie	19
1.1	Unfälle mit elektrischem Strom	19
1.2	Statistik über Fehler in Anlagen	22
1.3	Körperströme und Berührungsspannung	23
2	Gesetzliche Forderungen und die DGUV-Vorschrift 3 (BGV A3)	31
2.1	Gesetzliche Forderungen	31
2.1.1	Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)	33
2.1.2	Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz ProdSG)	34
2.1.3	Gewerbeordnung (GewO)	38
2.1.4	Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)	38
2.1.5	Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV	41
2.1.5.1	BetrSichV Abschnitt 1 – Allgemeine Vorschriften	42
2.1.5.2	BetrSichV Abschnitt 2 – Gemeinsame Vorschriften für Arbeitsmittel	45
2.1.5.3	BetrSichV Abschnitt 3 – Besondere Vorschriften für überwachungsbedürftige Anlagen	50
2.1.5.4	BetrSichV Abschnitt 4 – Gemeinsame Vorschriften, Schlussvorschriften	53
2.2	Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)	61
2.2.1	TRBS 1001 – Struktur und Anwendung der technischen Regeln für Betriebssicherheit	61
2.2.2	TRBS 1111 – Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung	64
2.2.3	TRBS 1201 – Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen	72
2.2.4	TRBS 1203 – Befähigte Personen	95
2.3	Unfallverhütungsvorschrift: „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ – DGUV-Vorschrift 3 (BGV A3), Vorbetrachtung	97
2.4	Der Inhalt der DGUV-Vorschrift 3 (BGV A3) und der Durchführungs- anweisungen sowie Erläuterungen	101

2.5	Rechtliche Konsequenzen	138
2.5.1	Ordnungswidrigkeiten	139
2.5.2	Strafrechtliches Verfahren	139
2.5.3	Zivilrechtliches Verfahren	140
3	Die VDE-Bestimmungen DIN VDE 0100 bis 0898	141
3.1	Allgemeines	141
3.2	Gliederung des VDE-Vorschriftenwerks	142
3.3	Information	147
3.4	Erdungssysteme (Systeme nach Art der Erdverbindung, Netzformen, Netzerdung, Netzsysteme)	149
3.4.1	TN-System	150
3.4.2	TT-System	151
3.4.3	IT-System	152
3.4.4	Vergleich der einzelnen Erdungssysteme	153

Teil B Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag nach DIN VDE 0100-410:2007-06, HD 60364-4-41:2007 (IEC 60364-4-41:2005)

4	Schutz gegen elektrischen Schlag	155
4.1	Schutzerdung und Schutzpotentialausgleich	158
4.1.1	Schutzerdung (Erdung über den Schutzleiter)	158
4.1.2	Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene (früher „Hauptpotentialausgleich“ genannt)	159
4.1.3	Schutzleiter – Mindestquerschnitte	159
4.1.4	Verstärkte Schutzleiter für Schutzleiterströme größer 10 mA	160
4.2	Schutzmaßnahme automatische Abschaltung der Stromversorgung	161
4.2.1	Allgemeines	161
4.2.2	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	161
4.2.3	Anforderungen an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	161
4.2.3.1	Automatische Abschaltung im Fehlerfall	162
4.2.3.2	Zusätzlicher Schutz für Endstromkreise für den Außenbereich und Steckdosen allgemein	163
4.2.4	TN-System	164
4.2.4.1	TN-System mit Überstromschutz	166
4.2.4.2	TN-System mit Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) (früher schnelle Nullung)	177

4.2.5	TT-System	178
4.2.5.1	TT-System mit Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD)	178
4.2.5.2	TT-System mit Überstromschutzeinrichtung	180
4.2.6	IT-System mit Isolationsüberwachung (bisher Schutzleitungssystem)	183
4.2.7	FELV	186
4.3	Schutzmaßnahme: Doppelte oder verstärkte Isolierung	187
4.3.1	Allgemeines	187
4.3.2	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) und Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	189
4.3.2.1	Elektrische Betriebsmittel	189
4.3.2.2	Umhüllungen	190
4.3.2.3	Errichtung	191
4.3.2.4	Kabel- und Leitungsanlagen	191
4.4	Schutzmaßnahme Schutztrennung	192
4.4.1	Allgemeines	192
4.4.2	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	192
4.4.3	Anforderungen an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	192
4.5	Schutzmaßnahme: Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV	193
4.5.1	Allgemeines	193
4.5.2	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) und an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	195
4.5.3	Stromquellen für SELV und PELV	195
4.5.4	Anforderungen an SELV- und PELV-Stromkreise	196
4.6	Zusätzlicher Schutz	197
4.6.1	Zusätzlicher Schutz: Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD)	197
4.6.2	Zusätzlicher Schutz: Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich	198
4.7	Schutzeinrichtungen	198
4.7.1	Überstromschutzeinrichtungen gegen elektrischen Schlag im Fehlerfall	198
4.7.2	Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD)	199
4.7.3	Isolationsüberwachungseinrichtungen	201
4.7.4	Fehlertensionungsschutzeinrichtungen	202
4.8	Vor- und Nachteile der Erdungssysteme und Schutzmaßnahmen	203
5	Vorkehrungen für den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) unter normalen Bedingungen (DIN VDE 0100-410, Anhang A)	207
5.1	Basisisolierung aktiver Teile	208
5.2	Abdeckungen oder Umhüllungen	209

5.2.1	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)	210
5.2.2	Explosionsschutz Ex	214
6	Vorkehrungen für den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) unter besonderen Bedingungen – Hindernisse und Anordnung außerhalb des Handbereichs (DIN VDE 0100-410, Anhang B) ..	217
6.1	Anwendung	217
6.2	Hindernisse	217
6.3	Anordnung außerhalb des Handbereichs	217
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)	218
6.4.1	Nicht leitende Umgebung	218
6.4.2	Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzpotentialausgleich	218
6.4.3	Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel	218

Teil C Prüfungen

7	Prüfung von Anlagen nach DIN VDE 0100-600	222
7.1	Allgemeine Anforderungen und Begriffe	223
7.1.1	Besichtigen allgemein	225
7.1.2	Erproben und Messen allgemein	227
7.2	Prüfung des Schutzpotentialausgleichs	234
7.3	Prüfung des zusätzlichen Schutzpotentialausgleichs	234
7.4	Prüfung erdungssystemabhängiger Schutzmaßnahmen (mit Schutzleiter)	234
7.4.1	Prüfung für alle Netzsysteme, Prüfung des Schutzleiters	234
7.4.2	Prüfung im TN-System	235
7.4.3	Prüfung im TT-System	236
7.4.4	Prüfung im IT-System	237
7.4.4.1	Prüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme beim ersten Fehler ..	237
7.4.4.2	Prüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme beim Doppelfehler (erster und zweiter Fehler)	238
7.4.5	Spannungsbegrenzung bei Erdschluss eines Außenleiters	240
7.5	Prüfung erdungssystemunabhängiger Schutzmaßnahmen (meist ohne Schutzleiter)	240
7.5.1	Schutz durch Kleinspannung (SELV)	240
7.5.2	Schutz bei Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung (PELV) ..	241
7.5.3	Schutzmaßnahme: Doppelte oder verstärkte Isolierung „Schutzisolierung“	241

7.5.4	Schutz durch nicht leitende Räume	241
7.5.5	Schutz durch Schutztrennung	242
7.6	Hochspannungsprüfung, Prüfung der Spannungsfestigkeit	242
7.7	Kurzfassung der Prüfung nach DIN VDE 0100	244
8	Prüfung von Anlagen nach DIN VDE 0105-100:2009-10	253
8.1	Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustands	254
8.1.1	Messen	254
8.1.2	Erproben	254
8.1.3	Prüfen	255
8.2	Wiederkehrende Prüfungen	256
8.2.1	Allgemeines	256
8.2.2	Wiederkehrende Prüfung durch Besichtigen	258
8.2.3	Wiederkehrende Prüfung durch Erproben	261
8.2.4	Wiederkehrende Prüfung durch Messen	261
8.2.5	Wiederkehrende Prüfungen sonstiger Art	263
8.2.6	Prüfbericht für die wiederkehrende Prüfung	263
8.2.7	Häufigkeit der wiederkehrenden Prüfung	264
8.3	Kurzfassung der Prüfung nach DIN VDE 0105-100:2009-10	265
9	Messung und Messgeräte zur Anlagenprüfung	267
9.1	Messung des Isolationswiderstands	268
9.1.1	Isolationswiderstände	270
9.1.2	Isolationsmessgeräte, DIN VDE 0413-2	272
9.1.3	Isolationsüberwachungsgeräte, DIN VDE 0413-8	276
9.2	Messung des Widerstands von isolierenden Fußböden und Wänden	277
9.2.1	Messung des Widerstands von isolierenden Fußböden und isolierenden Wänden, DIN VDE 0100-600:2008-06	277
9.2.2	Messung nach dem Strom-Spannung-Verfahren	278
9.2.3	Messung mit Vorwiderstand als Spannungsteiler	282
9.3	Elektrischer Widerstand von Bodenbelägen und verlegten Fußböden nach DIN EN 61340-4-1 (VDE 0300-4-1)	283
9.3.1	Begriffe	283
9.3.2	Grundlage des Verfahrens	284
9.3.3	Prüfeinrichtung	284
9.3.3.1	Prüfgerät zur Widerstandsmessung	284
9.3.3.2	Messelektroden	285
9.3.4	Vorbereitung von Probekörpern	287
9.3.5	Prüfverfahren	287
9.3.5.1	Reinigung der Elektroden	287
9.3.5.2	Widerstand gegen Erde	287
9.3.6	Berechnung und Angabe der Ergebnisse	288

9.3.7	Prüfbericht	289
9.4	Messung des Erdungswiderstands	290
9.4.1	Erdungswiderstände, geforderte Werte	290
9.4.2	Erder – Ausführung, Werte von Erdern	292
9.4.3	Messverfahren	300
9.4.4	Messung des spezifischen Erdwiderstands	308
9.4.5	Erdungsmessgeräte	311
9.5	Prüfung der Schleifenimpedanz und des Kurzschlussstroms	316
9.5.1	Messverfahren	317
9.5.2	Schleifenimpedanzmessgeräte	320
9.6	Messung des Leitungswiderstands nach DIN EN 61557-4 (VDE 0413-4)	326
9.7	Prüfungen bei Verwendung von Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD)	329
9.7.1	RCD-Prüfverfahren	331
9.7.2	RCD-Prüfgeräte	338
9.7.3	Fehler in Anlagen mit RCD	343
9.8	Prüfung der Phasenfolge von Drehstromsteckdosen	346
9.9	Nachweis des Spannungsfalls	347
9.10	Prüftafel zur Netznachbildung	351
9.11	Strommessung mit Zangenstromwandlern	352
10	Prüfung der elektrischen Ausrüstung von Maschinen nach DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1/A1):2009-10	355
10.1	Allgemeines	355
10.2	Netzanschlüsse und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten	362
10.3	Schutz gegen elektrischen Schlag (Abschnitt 6 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) – ungekürzt)	367
10.3.1	Allgemeines	367
10.3.2	Schutz gegen direktes Berühren	368
10.3.3	Schutz bei indirektem Berühren	371
10.3.4	Schutz durch PELV	373
10.4	Schutz der Ausrüstung (Abschnitt 7 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) – ungekürzt)	374
10.4.1	Überstromschutz	375
10.4.2	Schutz von Motoren gegen Überhitzung	378
10.4.3	Schutz gegen anomale Temperaturen	379
10.4.4	Schutz bei Unterbrechung der Versorgung oder Spannungseinbruch und Spannungswiederkehr	379
10.4.5	Motorüberdrehzahlschutz	380
10.4.6	Erdschluss-/Fehlerstromschutz	380
10.4.7	Überwachung der Phasenlage	380

10.4.8	Schutz gegen Überspannungen durch Blitzschlag und durch Schalthandlungen	381
10.5	Potentialausgleich (Abschnitt 8 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) – ungekürzt)	381
10.5.1	Allgemeines	381
10.5.2	Schutzleitersystem	383
10.5.3	Funktionspotentialausgleich	387
10.5.4	Maßnahmen, um die Auswirkungen hoher Ableitströme zu begrenzen	387
10.6	Kennzeichnung, Warnschilder und Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen) (Abschnitt 17 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) – gekürzt)	387
10.7	Technische Dokumentation	389
10.8	Prüfungen (Abschnitt 18 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) – ungekürzt)	393
10.8.1	Allgemeines	393
10.8.2	Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung	394
10.8.2.1	Allgemeines	394
10.8.2.2	Prüfmethoden in TN-Systemen	394
10.8.2.3	Anwendung der Prüfmethoden in TN-Systemen	395
10.8.3	Isolationswiderstandsprüfungen	399
10.8.4	Spannungsprüfungen	399
10.8.5	Schutz gegen Restspannungen	399
10.8.6	Funktionsprüfungen	400
10.8.7	Nachprüfungen	400
11	Prüfung von Betriebsmitteln, elektrischen Geräten	401
11.1	Allgemeines	401
11.2	Prüfung nach DIN VDE 0701-0702	405
11.2.1	Sichtprüfung	405
11.2.2	Prüfung des Schutzleiters	406
11.2.3	Messung des Isolationswiderstands	410
11.2.4	Messung des Schutzleiterstroms	418
11.2.5	Messung des Berührungsstroms	424
11.2.6	Nachweis der sicheren Trennung vom Versorgungsstromkreis (SELV und PELV)	430
11.2.7	Nachweis der Wirksamkeit weiterer Schutzeinrichtungen	430
11.2.8	Abschließende Prüfung der Aufschriften	431
11.2.9	Funktionsprüfung	431
11.2.10	Auswertung, Beurteilung, Dokumentation	431
11.2.11	Mess- und Prüfgeräte	432

12	Prüfung elektromedizinischer Geräte nach DIN EN 62353 (VDE 0751-1)	441
12.1	Anforderungen	441
12.2	Prüfen vor Inbetriebnahme, nach Änderungen und nach Instandsetzungen (Abschnitt 4.2 der DIN EN 62353 (VDE 0751-1))	445
12.3	Wiederholungsprüfung (Abschnitt 4.3 der DIN EN 62353 (VDE 0751-1))	446
12.4	Prüfungen (Abschnitt 5 der DIN EN 62353 (VDE 0751-1))	446
12.4.1	Allgemeines	446
12.4.2	Inspektion durch Besichtigung	448
12.4.3	Messungen	448
12.4.3.1	Allgemeines	448
12.4.3.2	Messung des Schutzleiterwiderstands	449
12.4.3.3	Ableitströme	451
12.4.3.4	Messung des Isolationswiderstands	461
12.4.4	Funktionsprüfung	462
12.5	Prüfergebnisse und Bewertung (Abschnitt 6 der DIN EN 62353 (VDE 0751-1))	463
12.5.1	Ergebnisbericht	463
12.5.2	Bewertung	463
12.6	Messgeräte für medizinische Geräte	465
13	Dokumentation der Prüfergebnisse	469
13.1	Allgemeines	469
13.2	Protokollierung der Ergebnisse in Vordrucken	469
13.3	Protokollierung der Ergebnisse mithilfe einer Software	470
14	Werkstattausrüstung	471
15	Wartung und Kontrolle bzw. Kalibrierung von Mess- und Prüfgeräten	473
15.1	Wartung	473
15.2	Kontrolle, Kalibrierung, Justierung, Eichen	473
15.3	Werkskalibrierung	475
16	Literatur	477
16.1	Gesetze, Verordnungen und Unfallverhütungsvorschriften	478
16.2	Technische Normen	481
16.3	Verbände, Institutionen, Firmen	491

17	Abkürzungen	493
17.1	Normensetzende deutsche Organisationen, Fachverbände, Einrichtungen usw.	495
17.2	Normensetzende ausländische und internationale Organisationen und Bezeichnungen	496

Teil D Anlage

18	VDE-Vorschriftenwerk, Gliederung	497
19	Übersicht über DIN VDE 0100 (Stand September 2015)	502
20	Verzeichnis der Unfallverhütungsvorschriften (UVV) der Berufsgenossenschaften, BG-Vorschriften (Stand Mai 2015)	505
21	Muster von Prüfprotokollen	506
22	Bestätigung nach § 5 Abs. 4 der Unfallverhütungsvorschrift DGUV-Vorschrift 3 (vorherige BGV A3)	530
23	Bestätigung über Unterweisung von Mitarbeitern	531
	Erklärung für elektrotechnisch unterwiesene Personen	533
	Stichwortverzeichnis	535