

Inhalt

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 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, [1.12])	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	49
2.1.5.4	BetrSichV Abschnitt 4 – Gemeinsame Vorschriften, Schlussvorschriften	52
2.2	Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)	60
2.2.1	TRBS 1001 – Struktur und Anwendung der technischen Regeln für Betriebssicherheit	60
2.2.2	TRBS 1111 – Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung	63
2.2.3	TRBS 1201 – Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen	70
2.2.4	TRBS 1203 – Befähigte Personen	85
2.3	Unfallverhütungsvorschrift: „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ – BGV A3, Vorbetrachtung	88
2.4	Der Inhalt der BGV A3 und der Durchführungsanweisungen sowie Erläuterungen	
2.5	Rechtliche Konsequenzen	129
2.5.1	Ordnungswidrigkeiten	130
2.5.2	Strafrechtliches Verfahren	130
2.5.3	Zivilrechtliches Verfahren	131

3	Die VDE-Bestimmungen DIN VDE 0100 bis 0898	133
3.1	Allgemeines	133
3.2	Gliederung des VDE-Vorschriftenwerks	134
3.3	Information	139
3.4	Erdungssysteme (Systeme nach Art der Erdverbindung, Netzformen, Netzerdung, Netzsysteme)	141
3.4.1	TN-System	142
3.4.2	TT-System	143
3.4.3	IT-System	144
3.4.4	Vergleich der einzelnen Erdungssysteme	145

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	147
4.1	Schutzerdung und Schutzpotentialausgleich	150
4.1.1	Schutzerdung (Erdung über den Schutzleiter)	150
4.1.2	Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene (früher „Hauptpotentialausgleich“ genannt)	151
4.1.3	Schutzleiter – Mindestquerschnitte	151
4.1.4	Verstärkte Schutzleiter für Schutzleiterströme größer 10 mA	152
4.2	Schutzmaßnahme automatische Abschaltung der Stromversorgung	153
4.2.1	Allgemeines	153
4.2.2	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	153
4.2.3	Anforderungen an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	153
4.2.3.1	Automatische Abschaltung im Fehlerfall	154
4.2.3.2	Zusätzlicher Schutz für Endstromkreise für den Außenbereich und Steckdosen allgemein	155
4.2.4	TN-System	156
4.2.4.1	TN-System mit Überstromschutz	158
4.2.4.2	TN-System mit Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) (früher schnelle Nullung)	169
4.2.5	TT-System	170
4.2.5.1	TT-System mit Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD)	170
4.2.5.2	TT-System mit Überstromschutzeinrichtung	172

4.2.6	IT-System mit Isolationsüberwachung (bisher Schutzleitungssystem)	176
4.2.7	FELV	179
4.3	Schutzmaßnahme: Doppelte oder verstärkte Isolierung	180
4.3.1	Allgemeines	180
4.3.2	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) und Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	182
4.3.2.1	Elektrische Betriebsmittel	182
4.3.2.2	Umhüllungen	183
4.3.2.3	Errichtung	184
4.3.2.4	Kabel- und Leitungsanlagen	184
4.4	Schutzmaßnahme Schutztrennung	185
4.4.1	Allgemeines	185
4.4.2	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	185
4.4.3	Anforderungen an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	185
4.5	Schutzmaßnahme: Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV	186
4.5.1	Allgemeines	186
4.5.2	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) und an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	188
4.5.3	Stromquellen für SELV und PELV	188
4.5.4	Anforderungen an SELV- und PELV-Stromkreise	189
4.6	Zusätzlicher Schutz	190
4.6.1	Zusätzlicher Schutz: Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD)	190
4.6.2	Zusätzlicher Schutz: Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich	191
4.7	Schutzeinrichtungen	191
4.7.1	Überstromschutzeinrichtungen gegen elektrischen Schlag im Fehlerfall	191
4.7.2	Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD)	192
4.7.3	Isolationsüberwachungseinrichtungen	194
4.7.4	Fehlerspannungsschutzeinrichtungen	195
4.8	Vor- und Nachteile der Netzsysteme und Schutzmaßnahmen	196
5	Vorkehrungen für den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) unter normalen Bedingungen (DIN VDE 0100-410, Anhang A)	199
5.1	Basisisolierung aktiver Teile	200
5.2	Abdeckungen oder Umhüllungen	201
5.2.1	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)	202
5.2.2	Explosionsschutz Ex	206

6	Vorkehrungen für den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) unter besonderen Bedingungen – Hindernisse und Anordnung außerhalb des Handbereichs (DIN VDE 0100-410, Anhang B) ...	209
6.1	Anwendung	209
6.2	Hindernisse	209
6.3	Anordnung außerhalb des Handbereichs	209
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)	210
6.4.1	Nicht leitende Umgebung	210
6.4.2	Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzpotentialausgleich	210

Teil C Prüfungen

7	Prüfung von Anlagen nach DIN VDE 0100-600	214
7.1	Allgemeine Anforderungen und Begriffe	215
7.1.1	Besichtigen allgemein	217
7.1.2	Erproben und Messen allgemein	219
7.2	Prüfung des Schutzpotentialausgleichs	225
7.3	Prüfung des zusätzlichen Schutzpotentialausgleichs	226
7.4	Prüfung erdungssystemabhängiger Schutzmaßnahmen (mit Schutzleiter)	226
7.4.1	Prüfung für alle Netzsysteme, Prüfung des Schutzleiters	226
7.4.2	Prüfung im TN-System	227
7.4.3	Prüfung im TT-System	227
7.4.4	Prüfung im IT-System	228
7.4.4.1	Prüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme beim ersten Fehler ..	229
7.4.4.2	Prüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme beim Doppelfehler (erster und zweiter Fehler)	230
7.4.5	Spannungsbegrenzung bei Erdschluss eines Außenleiters	232
7.5	Prüfung erdungssystemunabhängiger Schutzmaßnahmen (meist ohne Schutzleiter)	232
7.5.1	Schutz durch Kleinspannung (SELV)	232
7.5.2	Schutz bei Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung (PELV) ..	232
7.5.3	Schutzmaßnahme: Doppelte oder verstärkte Isolierung „Schutzisolierung“	233
7.5.4	Schutz durch nicht leitende Räume	233
7.5.5	Schutz durch Schutztrennung	233
7.6	Hochspannungsprüfung, Prüfung der Spannungsfestigkeit	234
7.7	Kurzfassung der Prüfung nach DIN VDE 0100	235

8	Prüfung von Anlagen nach DIN VDE 0105-100:2009-10	245
8.1	Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustands	246
8.1.1	Messen	246
8.1.2	Erproben	246
8.1.3	Prüfen	247
8.2	Wiederkehrende Prüfungen	248
8.2.1	Allgemeines	248
8.2.2	Wiederkehrende Prüfung durch Besichtigen	250
8.2.3	Wiederkehrende Prüfung durch Erproben	252
8.2.4	Wiederkehrende Prüfung durch Messen	253
8.2.5	Wiederkehrende Prüfungen sonstiger Art	254
8.2.6	Prüfbericht für die wiederkehrende Prüfung	255
8.2.7	Häufigkeit der wiederkehrenden Prüfung	256
8.3	Kurzfassung der Prüfung nach DIN VDE 0105-100:2009-10	257
9	Messung und Messgeräte zur Anlagenprüfung	259
9.1	Messung des Isolationswiderstands	260
9.1.1	Isolationswiderstände	262
9.1.2	Isolationsmessgeräte, DIN VDE 0413-2	264
9.1.3	Isolationsüberwachungsgeräte, DIN VDE 0413-8	268
9.2	Messung des Widerstands von isolierenden Fußböden und Wänden	269
9.2.1	Messung des Widerstands von isolierenden Fußböden und isolierenden Wänden, DIN VDE 0100-600:2008-06	269
9.2.2	Messung nach dem Strom-Spannung-Verfahren	270
9.2.3	Messung mit Vorwiderstand als Spannungsteiler	274
9.3	Elektrischer Widerstand von Bodenbelägen und verlegten Fußböden nach DIN EN 61340-4-1 (VDE 0300-4-1)	275
9.3.1	Begriffe	275
9.3.2	Grundlage des Verfahrens	276
9.3.3	Prüfeinrichtung	276
9.3.3.1	Prüfgerät zur Widerstandsmessung	276
9.3.3.2	Messelektroden	277
9.3.4	Vorbereitung von Probekörpern	279
9.3.5	Prüfverfahren	279
9.3.5.1	Reinigung der Elektroden	279
9.3.5.2	Widerstand gegen Erde	279
9.3.6	Berechnung und Angabe der Ergebnisse	280
9.3.7	Prüfbericht	280
9.4	Messung des Erdungswiderstands	282
9.4.1	Erdungswiderstände, geforderte Werte	282
9.4.2	Erder – Ausführung, Werte von Erdern	284

9.4.3	Messverfahren	292
9.4.4	Messung des spezifischen Erdwiderstands	300
9.4.5	Erdungsmessgeräte	303
9.5	Prüfung der Schleifenimpedanz und des Kurzschlussstroms	308
9.5.1	Messverfahren	309
9.5.2	Schleifenimpedanzmessgeräte	312
9.6	Messung des Leitungswiderstands nach DIN EN 61557-4 (VDE 0413-4) [2.126]	319
9.7	Prüfungen bei Verwendung von Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD)	321
9.7.1	RCD-Prüfverfahren	324
9.7.2	RCD-Prüfgeräte	331
9.7.3	Fehler in Anlagen mit RCD	336
9.8	Prüfung der Phasenfolge von Drehstromsteckdosen	339
9.9	Nachweis des Spannungsfalls	340
9.10	Prüftafel zur Netznachbildung	343
9.11	Strommessung mit Zangenstromwandlern	344
10	Prüfung der elektrischen Ausrüstung von Maschinen nach DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1/A1):2009-10 [2.12]	347
10.1	Allgemeines	347
10.2	Netzanschlüsse und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten	354
10.3	Schutz gegen elektrischen Schlag (Abschnitt 6 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) [2.12] – ungekürzt)	359
10.3.1	Allgemeines	359
10.3.2	Schutz gegen direktes Berühren	360
10.3.3	Schutz bei indirektem Berühren	363
10.3.4	Schutz durch PELV	365
10.4	Schutz der Ausrüstung (Abschnitt 7 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) [2.12] – ungekürzt)	366
10.4.1	Überstromschutz	367
10.4.2	Schutz von Motoren gegen Überhitzung	370
10.4.3	Schutz gegen anomale Temperaturen	371
10.4.4	Schutz bei Unterbrechung der Versorgung oder Spannungseinbruch und Spannungswiederkehr	371
10.4.5	Motorüberdrehzahlenschutz	372
10.4.6	Erdschluss-/Fehlerstromschutz	372
10.4.7	Überwachung der Phasenlage	372
10.4.8	Schutz gegen Überspannungen durch Blitzschlag und durch Schalthandlungen	373
10.5	Potentialausgleich (Abschnitt 8 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) [2.12] – ungekürzt)	373

10.5.1	Allgemeines	373
10.5.2	Schutzleitersystem	375
10.5.3	Funktionspotentialausgleich	379
10.5.4	Maßnahmen, um die Auswirkungen hoher Ableitströme zu begrenzen	379
10.6	Kennzeichnung, Warnschilder und Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen) (Abschnitt 17 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) [2.12] – gekürzt)	379
10.7	Technische Dokumentation	381
10.8	Prüfungen (Abschnitt 18 der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) [2.12] – ungekürzt)	385
10.8.1	Allgemeines	385
10.8.2	Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung	386
10.8.2.1	Allgemeines	386
10.8.2.2	Prüfmethode in TN-Systemen	386
10.8.2.3	Anwendung der Prüfmethode in TN-Systemen	387
10.8.3	Isolationswiderstandsprüfungen	391
10.8.4	Spannungsprüfungen	391
10.8.5	Schutz gegen Restspannungen	391
10.8.6	Funktionsprüfungen	392
10.8.7	Nachprüfungen	392
11	Prüfung von Betriebsmitteln, elektrischen Geräten	393
11.1	Allgemeines	393
11.2	Prüfung nach DIN VDE 0701-0702 [2.13]	397
11.2.1	Sichtprüfung	397
11.2.2	Prüfung des Schutzleiters	398
11.2.3	Messung des Isolationswiderstands	402
11.2.4	Messung des Schutzleiterstroms	410
11.2.5	Messung des Berührungsstroms	416
11.2.6	Nachweis der sicheren Trennung vom Versorgungsstromkreis (SELV und PELV)	422
11.2.7	Nachweis der Wirksamkeit weiterer Schutzeinrichtungen	422
11.2.8	Abschließende Prüfung der Aufschriften	423
11.2.9	Funktionsprüfung	423
11.2.10	Auswertung, Beurteilung, Dokumentation	423
11.2.11	Mess- und Prüfgeräte	424

12	Prüfung elektromedizinischer Geräte nach DIN EN 62353 (VDE 0751-1) [2.153]	433
12.1	Anforderungen	433
12.2	Prüfen vor Inbetriebnahme, nach Änderungen und nach Instandsetzungen (Abschnitt 4.2 der DIN EN 62353 (VDE 0751-1) [2.153])	437
12.3	Wiederholungsprüfung (Abschnitt 4.3 der DIN EN 62353 (VDE 0751-1) [2.153])	438
12.4	Prüfungen (Abschnitt 5 der DIN EN 62353 (VDE 0751-1) [2.153])	438
12.4.1	Allgemeines	438
12.4.2	Inspektion durch Besichtigung	440
12.4.3	Messungen	440
12.4.3.1	Allgemeines	440
12.4.3.2	Messung des Schutzleiterwiderstands	441
12.4.3.3	Ableitströme	443
12.4.3.4	Messung des Isolationswiderstands	453
12.4.4	Funktionsprüfung	454
12.5	Prüfergebnisse und Bewertung (Abschnitt 6 der DIN EN 62353 (VDE 0751-1) [2.153])	455
12.5.1	Ergebnisbericht	455
12.5.2	Bewertung	455
12.6	Messgeräte für medizinische Geräte	457
13	Dokumentation der Prüfergebnisse	461
13.1	Allgemeines	461
13.2	Protokollierung der Ergebnisse in Vordrucken	461
13.3	Protokollierung der Ergebnisse mithilfe einer Software	462
14	Werkstattausrüstung	463
15	Wartung und Kontrolle bzw. Kalibrierung von Mess- und Prüfgeräten	465
15.1	Wartung	465
15.2	Kontrolle, Kalibrierung, Justierung, Eichen	465
15.3	Werkskalibrierung	467
16	Literatur	469
16.1	Gesetze, Verordnungen und Unfallverhütungsvorschriften	470
16.2	Technische Normen	474
16.3	Verbände, Institutionen, Firmen	483

17	Abkürzungen	485
17.1	Normensetzende deutsche Organisationen, Fachverbände, Einrichtungen usw.	487
17.2	Normensetzende ausländische und internationale Organisationen und Bezeichnungen	488

Teil D Anlage

18	VDE-Vorschriftenwerk, Gliederung	489
19	Übersicht über DIN VDE 0100 (Stand April 2012)	494
20	Verzeichnis der Unfallverhütungsvorschriften (UVV) der Berufsgenossenschaften, BG-Vorschriften (Stand Mai 2012)	497
21	Muster von Prüfprotokollen	498
22	Bestätigung nach § 5 Abs. 4 der Unfallverhütungsvorschrift BGV A3 (vorherige VBG 4)	522
23	Bestätigung über Unterweisung von Mitarbeitern	523
	Stichwortverzeichnis	527