

# Inhalt

<b>Der erste Elektrounfall .....</b>	<b>7</b>
Eine Geschichte aus der guten alten Zeit .....	7

## Teil A Gefahren, Gesetze, VDE-Bestimmungen, Netzsysteme

<b>1 Gefahren bei Anwendung der elektrischen Energie .....</b>	<b>19</b>
1.1 Unfälle mit elektrischem Strom .....	19
1.2 Statistik über Fehler in Anlagen .....	22
1.3 Körperströme und Berührungsspannung .....	23
<b>2 Gesetzliche Forderungen und die DGUV-Vorschrift 3 (BGV A3) 31</b>	
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 Durchführungsanweisungen 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
<b>3</b>	<b>Die VDE-Bestimmungen DIN VDE 0100 bis 0898 .....</b>	<b>141</b>
3.1	Allgemeines .....	141
3.2	Gliederung des VDE-Vorschriftenwerks .....	142
3.3	Information .....	147
3.4	Erdungssysteme (Systeme nach Art der Erdverbindung, Netzformen, Netzerzung, 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)**

<b>4</b>	<b>Schutz gegen elektrischen Schlag .....</b>	<b>155</b>
4.1	Schutzerzung und Schutzzentialausgleich .....	158
4.1.1	Schutzerzung (Erdung über den Schutzleiter) .....	158
4.1.2	Schutzzentialausgleich 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 Schutzbereich . . . . .	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	Fehlerspannungsschutzeinrichtungen . . . . .	202
4.8	Vor- und Nachteile der Erdungssysteme und Schutzmaßnahmen . . . . .	203
<b>5</b>	<b>Vorkehrungen für den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) unter normalen Bedingungen (DIN VDE 0100-410, Anhang A)</b> . . . . .	<b>207</b>
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
<b>6</b>	<b>Vorkehrungen für den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) unter besonderen Bedingungen – Hindernisse und Anordnung außerhalb des Handbereichs (DIN VDE 0100-410, Anhang B) ..</b>	<b>217</b>
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 Schutzzpotentialausgleich .....	218
6.4.3	Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel .....	218

## Teil C Prüfungen

<b>7</b>	<b>Prüfung von Anlagen nach DIN VDE 0100-600 .....</b>	<b>222</b>
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 Schutzzpotentialausgleichs .....	234
7.3	Prüfung des zusätzlichen Schutzzpotentialausgleichs .....	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
<b>8</b>	<b>Prüfung von Anlagen nach DIN VDE 0105-100:2009-10 .....</b>	<b>253</b>
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
<b>9</b>	<b>Messung und Messgeräte zur Anlagenprüfung .....</b>	<b>267</b>
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 ( <b>VDE 0300-4-1</b> ) .....	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 ( <b>VDE 0413-4</b> ) .....	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
<b>10</b>	<b>Prüfung der elektrischen Ausrüstung von Maschinen nach DIN EN 60204-1 (<b>VDE 0113-1/A1):2009-10</b>) .....</b>	<b>355</b>
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 ( <b>VDE 0113-1</b> ) – 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 ( <b>VDE 0113-1</b> ) – 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
<b>11</b>	<b>Prüfung von Betriebsmitteln, elektrischen Geräten .....</b>	<b>401</b>
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

<b>12</b>	<b>Prüfung elektromedizinischer Geräte nach DIN EN 62353 (VDE 0751-1) .....</b>	<b>441</b>
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
<b>13</b>	<b>Dokumentation der Prüfergebnisse .....</b>	<b>469</b>
13.1	Allgemeines .....	469
13.2	Protokollierung der Ergebnisse in Vordrucken .....	469
13.3	Protokollierung der Ergebnisse mithilfe einer Software .....	470
<b>14</b>	<b>Werkstattausrüstung .....</b>	<b>471</b>
<b>15</b>	<b>Wartung und Kontrolle bzw. Kalibrierung von Mess- und Prüfgeräten .....</b>	<b>473</b>
15.1	Wartung .....	473
15.2	Kontrolle, Kalibrierung, Justierung, Eichen .....	473
15.3	Werkskalibrierung .....	475
<b>16</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>477</b>
16.1	Gesetze, Verordnungen und Unfallverhütungsvorschriften .....	478
16.2	Technische Normen .....	481
16.3	Verbände, Institutionen, Firmen .....	491

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

## **Teil D Anlage**

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