

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>Gesetzliche Grundlagen, Vorschriften, Normen und Richtlinien</b>	<b>25</b>
2.1	Allgemeines .....	25
2.2	Bedeutung der technischen Regeln .....	27
2.3	Gesetze und Vorschriften .....	30
2.3.1	Bundesrecht .....	31
2.3.2	Landesrecht .....	36
2.4	Regelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfall- versicherung (DGUV) .....	39
2.4.1	Berufsgenossenschaftliche Vorschrift BGV A3 ....	39
2.4.2	Unfallverhütungsvorschrift GU-V A3 der Versicherungsträger der öffentlichen Hand ...	40
2.5	Normen .....	41
2.5.1	Allgemeines .....	41
2.5.2	DIN-Normen .....	42
2.5.3	VDE-Vorschriftenwerk .....	43
2.6	Wichtige Normen für medizinisch genutzte Einrichtungen .	46
2.6.1	Allgemein gültige Normen .....	46
2.6.2	Sicherheit und Zuverlässigkeit .....	47
2.6.3	Spannung .....	49
2.6.4	Hochspannungsanlagen .....	49
2.6.5	Niederspannungsanlagen (Reihe VDE 0100) .....	50
2.6.6	Medizintechnik und Zubehör .....	59
2.6.7	Stromerzeugungsaggregate .....	63
2.6.8	Batteriegestützte Spannungsquellen .....	64
2.6.9	Beleuchtungsanlagen .....	65
2.6.10	Anlagen der Informationstechnik .....	68
2.6.11	Blitzschutz .....	70
2.7	Anmerkungen zu den Installationsnormen für medizinisch genutzte Einrichtungen .....	70
2.8	Richtlinien .....	73

<b>3</b>	<b>Die elektrische Anlage im Gesamtsystem von Bau und Technik</b>	<b>75</b>
3.1	Komplexität von Bau und Technik	75
3.2	Definition des Umfanges der elektrischen Anlage	76
3.3	Anmerkungen zum Thema Schnittstellen	77
<b>4</b>	<b>Medizinische Einrichtungen</b>	<b>83</b>
4.1	Medizinisch genutzte Gebäude	83
4.2	Bauliche Strukturierung medizinisch genutzter Gebäude	84
4.3	Raumarten in medizinisch genutzten Gebäuden	85
4.4	Medizinisch genutzte Bereiche	87
4.5	Patientenumgebung	88
<b>5</b>	<b>Gefährdungen und Risikobewertung</b>	<b>91</b>
5.1	Allgemeines	91
5.2	Gefahren in Verbindung mit der elektrischen Anlage	92
5.2.1	Allgemeine Gefahren	92
5.2.2	Besondere Gefahren in medizinisch genutzten Bereichen	94
5.3	Gefährdung durch Brände und Explosionen	100
5.4	Wichtige grundlegende Schutzziele	101
5.5	Definition der erforderlichen Sicherheit	101
5.5.1	Allgemeines zur Systemsicherheit	101
5.5.2	Allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten von Produkten	104
5.5.3	Risikomanagement nach DIN EN ISO 14971 und IEC 300-3-9	107
5.5.4	Überprüfung der Erstfehlersicherheit der elektrischen Anlage	110
<b>6</b>	<b>Medizinische elektrische Geräte</b>	<b>115</b>
6.1	Allgemeine Anforderungen	115
6.2	ME-Systeme	123
6.3	Ortsveränderliche Mehrfachsteckdosen	124
6.3.1	Anordnung von Mehrfachsteckdosen	125
6.3.2	Anschließen von Geräten an Mehrfachsteckdosen	125
6.3.3	Galvanische Trennung über Trenntransformator	125
6.3.4	Auswahl von Mehrfachsteckdosen	126
6.4	Operations- und Untersuchungsleuchten	126
6.5	Zusammenfassung	129

---

<b>7</b>	<b>Klassifizierung der medizinisch genutzten Bereiche</b>	<b>131</b>
7.1	Allgemeines	131
7.2	Durchführung der Klassifizierung	132
7.3	Klassifizierung auf normativer Grundlage	134
7.4	Klassifizierung auf sicherheitstechnischer Grundlage	137
7.4.1	Schutz vor gefährlichen Körperströmen	137
7.4.2	Sicherheit der Stromversorgung	137
7.4.3	Vorschläge	138
7.5	Klassifizierung unter Beachtung betrieblicher Anforderungen	140
<b>8</b>	<b>Systeme nach Art der Erdverbindung</b>	<b>141</b>
8.1	Allgemeine Betrachtungen	141
8.2	TN-S-System mit Mehrfach-Einspeisung und mit zentralem Erdungspunkt	143
8.3	TN-S-System nur in den medizinisch genutzten Bereichen	145
8.4	TT-Systeme für medizinisch genutzte Bereiche	145
8.5	IT-System	146
<b>9</b>	<b>Schutz gegen gefährliche Körperströme</b>	<b>147</b>
9.1	Wirkung des elektrischen Stromes auf den Körper	147
9.1.1	Gesunder menschlicher Körper	147
9.1.2	Höhere Gefährdung in medizinisch genutzten Bereichen der Gruppen 1 und 2	148
9.1.3	Untersuchungen und Behandlungen direkt am Herzen	149
9.2	Grundsätzliches zum Schutz gegen gefährliche Körperströme	150
9.3	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung	155
9.3.1	Basisschutz	155
9.3.2	Fehlerschutz	155
9.4	Schutz durch das medizinische IT-System	157
9.4.1	Allgemeine Anforderungen	157
9.4.2	Anwendung des medizinischen IT-Systems	159
9.4.3	Trenntransformator	161
9.4.4	Überwachung des medizinischen IT-Systems	165
9.5	Schutz durch Kleinspannung	168
9.5.1	Allgemeines	168
9.5.2	Anforderungen an Stromquellen	169

9.5.3	Anforderungen an Stromkreise .....	169
9.5.4	Zusätzliche Hinweise .....	169
9.6	Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung .....	169
9.7	Schutz durch Schutztrennung .....	170
9.8	Schutz bei Ableit- und Fehlerströmen .....	170
9.9	Besonderheiten in medizinisch genutzten Bereichen der Gruppen 0 und 1 .....	171
<b>10</b>	<b>Erdungs- und Potentialausgleichsanlagen .....</b>	<b>173</b>
10.1	Allgemeines .....	173
10.2	Erdungsanlage .....	176
10.2.1	Allgemeines .....	176
10.2.2	Fundamenterder .....	176
10.2.3	Erdungsleiter .....	177
10.2.4	Haupterdungsschiene .....	177
10.3	Schutzpotentialausgleich .....	179
10.3.1	Grundsätzliches .....	179
10.3.2	Aufbau des Schutzpotentialausgleichs .....	179
10.3.3	Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich .....	181
10.3.4	Anschlussvorrichtungen für zusätzliche Potentialausgleichsleitungen .....	185
10.4	Funktionserdung .....	186
10.5	Schutzleiter .....	187
10.6	Besonderheiten in medizinisch genutzten Gebäuden .....	187
10.6.1	Medizinische elektrische Systeme .....	187
10.7	Blitz- und Überspannungsschutz .....	188
10.7.1	Allgemeines .....	188
10.7.2	Innerer Blitzschutz .....	189
10.7.3	Überspannungsschutz .....	190
<b>11</b>	<b>Hinweise zur Planung .....</b>	<b>193</b>
11.1	Allgemeine Grundlagen .....	193
11.2	Allgemeine Anforderungen an die Sicherheit .....	195
11.3	Spezielle Anforderungen an die Sicherheit .....	196
11.3.1	Betriebsdauer der Stromerzeugungsaggregate .....	196
11.3.2	Ausfallsichere OP-Leuchten und lebenswichtige ME-Geräte .....	197
11.4	Anforderungen von der Arztpraxis bis zum Klinikum .....	197

11.5	Grundsätzliches zum Stromversorgungssystem	200
11.6	Qualität der Netzspannung	203
11.6.1	Allgemeines	203
11.6.2	Stabilität der Versorgungsspannung	204
11.6.3	Frequenz	204
11.6.4	Überspannung	205
11.6.5	Oberschwingungen	205
11.6.6	Kurzunterbrechungen	206
11.7	Elektromagnetische Verträglichkeit	206
11.7.1	Allgemeines	206
11.7.2	Maßnahmen	207
11.8	Anforderungen an den Bau	208
11.8.1	Räumliche Struktur	208
11.8.2	Brandabschnitte und Rettungswege	210
11.8.3	Haupttrassen für die Stromverteilung	213
11.8.4	Elektrische Betriebsräume	215
11.8.5	Erdungsanlage	219
11.8.6	Medizinisch genutzte Bereiche	219
<b>12</b>	<b>Allgemeine Stromversorgung</b>	<b>223</b>
12.1	Hausanschluss	223
12.2	Einspeisung aus dem Hochspannungsnetz	226
<b>13</b>	<b>Elektrische Anlage für Sicherheitszwecke</b>	<b>229</b>
13.1	Grundsätzliches	229
13.2	Generatoren als Stromquellen für Sicherheitszwecke	232
13.2.1	Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben- Verbrennungsmotoren	232
13.2.2	Blockheizkraftwerke (BHKW)	247
13.3	Akkumulatoren-Batterien als Stromquellen für Sicherheitszwecke	250
13.3.1	Allgemeiner Überblick	250
13.3.2	Erstfehlersichere BSV-Anlagen	257
13.3.3	OP-Lichtgeräte	260
13.3.4	Akkumulatoren-Batterien für statische BSV-Anlagen	261
13.3.5	Rotierende USV und BSV	263

<b>14</b>	<b>Netzaufbau, Umschaltung und Anschlüsse</b>	<b>265</b>
14.1	Netzstruktur	265
14.1.1	Grundsätzliches	265
14.1.2	Zuordnung der Verbraucher	268
14.2	Leistungsbilanz	269
14.2.1	Grundsätzliches	269
14.2.2	Auslastungs- und Gleichzeitigkeitsfaktor	270
14.3	Stromverteilungsnetz	273
14.3.1	Wichtige Grundsätze	273
14.3.2	Umschaltungen	277
14.3.3	Umschaltung und Steuerung Stromerzeugungs- aggregate	286
14.3.4	Stromkreise für Sicherheitszwecke	288
14.4	Anschluss von USV- und BSV-Anlagen	290
14.5	Endstromkreise und Unterverteiler	291
14.5.1	Grundsätzliches	291
14.5.2	Besondere Anforderungen in medizinisch genutzten Bereichen	291
14.5.3	Arten von Steckvorrichtungen	293
14.5.4	Kennzeichnung der Steckdosen	293
14.5.5	Schaltbare Steckdosen	294
14.5.6	Anschluss von ME-Systemen	295
14.6	Festanschlüsse	296
14.6.1	Allgemeines	296
14.6.2	Ausfallsichere OP-Leuchten	296
14.6.3	Medizinische elektrische Großgeräte	299
14.7	Anforderungen an Niederspannungsunterverteiler zur Versorgung medizinisch genutzter Bereiche der Gruppe 2	301
14.7.1	Allgemeine Anforderungen	301
14.7.2	Unterverteiler für medizinische IT-Systeme	302
14.7.3	Bypass in der Umschalteinrichtung	303
<b>15</b>	<b>Beleuchtungsanlagen</b>	<b>305</b>
15.1	Begriffe und Zusammenhänge	305
15.2	Gesetzliche Grundlagen	308
15.2.1	Arbeitsstättenverordnung	308
15.2.2	Baurechtliche Anforderungen	308
15.2.3	Vorschriften der Bundesländer	309

---

15.3	Normative Anforderungen	310
15.4	Allgemeine Beleuchtung	312
15.5	Sicherheitsbeleuchtung	312
15.5.1	Grundsätzliches	312
15.5.2	Umfang der Sicherheitsbeleuchtung	313
15.5.3	Beleuchtungsstärke der Sicherheitsbeleuchtung	315
15.5.4	Umschaltzeit	317
15.5.5	Betriebsdauer	319
15.6	Kennzeichnung der Flucht- und Rettungswege	320
15.6.1	Grundsätzliches	320
15.6.2	Rettungszeichen	320
15.6.3	Anordnung	321
15.6.4	Betreiben	322
15.7	Ersatzbeleuchtung	323
15.8	Schaltung und Stromkreise	323
15.8.1	Normative Anforderungen	323
15.8.2	Aufbau der Stromkreise	326
15.9	Raumarten (Beispiele)	326
15.9.1	Allgemeines	326
15.9.2	Bettenräume	327
15.9.3	Intensivmedizinische Räume	328
15.9.4	Untersuchungsräume	328
15.9.5	Operationsräume	329
15.9.6	Operationsnebenräume	329
15.9.7	Dialyseräume	330
15.9.8	Entbindungsräume	330
15.9.9	Sicherheitsbeleuchtung der Rettungswege	330
15.9.10	Toiletten und Schmutzarbeitsräume	330
15.9.11	Technikräume	331
<b>16</b>	<b>Netzberechnung</b>	<b>333</b>
16.1	Allgemeines und Grundlagen	333
16.2	Ziele und Methoden der Netzberechnung	335
16.2.1	Herkömmliche Netzberechnung	337
16.2.2	Softwaregestützte Netzberechnung	337
16.3	Stromkreise ohne Kurzschlusschutz	338
16.4	Arten und Eigenschaften von Überstromschutzzeinrichtungen	339

16.4.1	Allgemeines	339
16.4.2	Sicherungen	339
16.4.3	Leistungsschalter	341
16.4.4	Leitungsschutzschalter	342
16.5	Maximal zulässige Belastung der Betriebsmittel im Normalbetrieb	343
16.5.1	Allgemeines	343
16.5.2	Verteilertransformatoren	343
16.5.3	IT-Trenntransformatoren	344
16.5.4	Kabel und Leitungen	345
16.6	Maximal zulässige Belastung der Betriebsmittel im Fehlerfall	345
16.7	Einhaltung der maximal zulässigen Abschaltzeiten	348
16.8	Selektive Abschaltung der Verbraucher	348
16.8.1	Arten der Selektivität	348
16.8.2	Überprüfung der selektiven Abschaltung	349
16.8.3	Nachweis der selektiven Abschaltung	349
16.8.4	Kombinationen von Schutzeinrichtungen	350
16.9	Einhaltung der vereinbarten Berührungsspannung $U_L$	354
16.10	Besonderheiten der Netzberechnung in medizinisch genutzten Bereichen	357
16.10.1	Grundsätzliches	357
16.10.2	Betrachtungen zum gesamten Strom- versorgungsnetz	357
16.10.3	Medizinisches IT-System mit BSV-Versorgung	361
<b>17</b>	<b>Errichtung</b>	<b>367</b>
17.1	Verantwortung des Errichters	367
17.2	Prüfung der Planungsunterlagen	369
17.2.1	Prüfung auf Vollständigkeit und Übereinstimmung mit dem Auftrag	369
17.2.2	Bezeichnungen und Beschriftungen	369
17.2.3	Abgrenzung, Festlegung und Definition der Schnittstellen	370
17.2.4	Prüfung auf Richtigkeit	370
17.3	Prüfung der Auflagen von Prüfstellen und Behörden	370
17.4	Montageplanung	371
17.4.1	Bauliche Voraussetzungen	371
17.4.2	Inhalt der Montageplanung	373



---

17.5	Anmeldung von Bedenken, Minder- und Mehrkosten . . .	374
17.5.1	Kosten sparen durch Fehlervermeidung . . . . .	374
17.5.2	Nachforderungen klären . . . . .	374
17.6	Fehler während der Montage entdecken und beseitigen . .	375
17.7	Dokumentation . . . . .	375
17.7.1	Grundsätzliches . . . . .	375
17.7.2	Aufbau und Inhalt der technische Dokumentation	377
17.8	Prüfung der Anlage . . . . .	379
17.8.1	Vorbereitende Prüfungen . . . . .	379
17.8.2	Erstprüfung . . . . .	379
17.9	Übergabe der fertiggestellten Anlage . . . . .	380
17.9.1	Übergabe an den Bauherrn oder Betreiber . . . . .	380
17.9.2	Betrieb bis zur Übergabe . . . . .	380
<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>		<b>381</b>
<b>Anlagen . . . . .</b>		<b>383</b>
Anlage 1	Verlautbarung zu DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410): 2007-06; 411.3.3 . . . . .	383
Anlage 2	Festlegungsprotokoll . . . . .	386
Anlage 3	Festlegungsprotokoll . . . . .	388
<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>		<b>390</b>