

Hans-Peter Uhlig • Norbert Sudkamp

Elektrische Anlagen in medizinischen Einrichtungen

**Planung, Errichtung, Prüfung,
Betrieb, Instandhaltung**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	17
2	Gesetzliche Grundlagen, Vorschriften, Normen und Richtlinien	21
2.1	Allgemeines	21
2.2	Nationale Gesetze und Vorschriften	23
2.2.1	Energiewirtschaftsgesetz	23
2.2.2	Betriebssicherheitsverordnung	23
2.2.3	Geräte- und Produktsicherheitsgesetz	24
2.2.4	Arbeitsstättenverordnung	25
2.2.5	Berufsgenossenschaftliche Vorschrift BGV A2	25
2.2.6	Unfallverhütungsvorschrift GUV-V A2 des Gemeindeunfallversicherungsverbandes	25
2.2.7	Verordnung über die Prüfung haustechnischer Anlagen und Einrichtungen in Gebäuden	26
2.2.8	Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen	26
2.2.9	Krankenhausbau-Verordnungen	27
2.3	Nationale Normen	27
2.3.1	Übersicht	27
2.3.2	DIN VDE 0100 Gruppe 100 Anwendungsbereich, Allgemeine Anforderungen	29
2.3.3	DIN VDE 0100 Gruppe 200 Begriffe	30
2.3.4	DIN VDE 0100 Gruppe 300 Bestimmung allgemeiner Merkmale	30
2.3.5	DIN VDE 0100 Gruppe 400 Schutzmaßnahmen	31
2.3.6	DIN VDE 0100 Gruppe 500 Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	33
2.3.7	DIN VDE 0100 Gruppe 600 Prüfungen	37
2.3.8	DIN VDE 0100 Gruppe 700 Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art	39
2.4	Nationale Richtlinien	43
2.4.1	Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR)	43
2.4.2	VDI-Richtlinie 3819 Teil 2 Brandschutz in der Gebäudetechnik - Funktionen und Wechselwirkungen	44
2.4.3	VdS-Richtlinie 2226 Richtlinien für den Brandschutz in Krankenhäusern	45
2.4.4	VdS-Richtlinie 2349 Störungsarme Elektroinstallationen	45
2.5	Bedeutung und Einfluss der internationalen Normung	46

3	Medizinische Einrichtungen	47
3.1	Medizinisch genutzte Gebäude.....	47
3.2	Arten medizinischer Einrichtungen.....	48
3.3	Raumarten in medizinischen Einrichtungen.....	48
3.3.1	Räume für medizinische Nutzung.....	48
3.3.2	Sonstige Räume.....	49
3.4	Bauliche Strukturierung medizinisch genutzter Gebäude.....	50
4	Die elektrische Anlage im Gesamtsystem von Bau und Technik	53
4.1	Komplexität von Bau und Technik.....	53
4.2	Definition des Umfangs der elektrischen Anlage.....	54
4.3	Schnittstellen zum Baukörper und zur technischen Ausrüstung.....	55
5	Risikobewertung und Schutzziele	57
5.1	Allgemeines zur Sicherheit technischer Systeme.....	57
5.2	Arten von Gefahren.....	63
5.2.1	Allgemeine Gefahren in Verbindung mit der elektrischen Anlage.....	63
5.2.2	Besondere Gefahren in medizinisch genutzten Bereichen.....	65
5.3	Risikomanagement.....	68
5.4	Schutzziele.....	73
5.5	Bewertung der normativen Anforderungen.....	74
5.5.1	Anforderungen an die elektrische Anlage.....	74
5.5.2	Medizinische elektrische Geräte (ME-Geräte).....	86
6	Planung der elektrischen Anlage	93
6.0	Vorbemerkung.....	93
6.1	Zweck und Nutzung der medizinischen Einrichtung.....	94
6.1.1	Allgemeines.....	94
6.1.2	Arzt- und Zahnarztpraxen.....	95
6.1.3	Ärztelhäuser und Ambulanzen.....	95
6.1.4	Rena-Kliniken, Sanatorien und Kurkliniken.....	96
6.1.5	Senioren-, Altenpflege- und Behindertenheime.....	96
6.1.6	Krankenhäuser und Kliniken.....	96
6.2	Anforderungen an den Bau.....	96
6.2.1	Räumliche Struktur.....	96
6.2.2	Brandabschnitte und Rettungswege.....	98
6.2.3	Haupttrassen für die Stromverteilung.....	101

6.2.4	Elektrische Betriebsräume.....	104
6.2.5	Erdungsanlage.....	109
6.2.6	Medizinisch genutzte Bereiche.....	110
6.3	Grundsätzliches zum Aufbau der elektrischen Anlage.....	111
6.3.1	Systeme nach Art der Erdverbindung.....	111
6.3.2	Stromversorgungen und Umschaltung.....	119
6.3.3	Aufteilung in Stromkreise.....	122
6.3.4	Medizinisch genutzte Bereiche.....	123
6.4	Schutzmaßnahmen.....	126
6.4.1	Schutz gegen gefährliche Körperströme.....	126
6.4.2	Schutz gegen thermische Gefahren.....	139
6.4.3	Schutz bei Ableit- und Fehlerströmen.....	139
6.4.4	Schutz bei Überstrom.....	144
6.4.5	Schutz bei Überspannung.....	144
6.4.6	Schutz gegen elektromagnetische Störungen (EMI).....	146
6.5	Allgemeine Stromversorgung (AV).....	147
6.5.1	Einleitung.....	147
6.5.2	Hausanschluss aus dem Niederspannungsnetz.....	148
6.5.3	Einspeisung aus dem Hochspannungsnetz.....	152
6.6	Stromquellen für Sicherheitszwecke (SV).....	155
6.6.1	Grundsätzliche Anforderungen.....	155
6.6.2	Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben- Verbrennungsmotoren.....	159
6.6.3	Blockheizkraftwerke (BHKW).....	175
6.6.4	Stromquellen für Sicherheitszwecke mit Akkumulatoren-Batterien.....	178
6.6.5	Alternative Energiequellen.....	193
6.7	Verbrauchsmittel.....	193
6.7.1	Medizinische elektrische Geräte (ME-Geräte).....	193
6.7.2	Beleuchtungsanlagen.....	210
6.7.3	Medizinische Gasversorgung.....	217
6.7.4	Klima- und Sanitäreanlagen.....	220
6.7.5	Sonstige Verbrauchsmittel.....	221
6.8	Netzaufbau.....	222
6.8.1	Netzstruktur.....	222
6.8.2	Leistungsbilanz.....	224
6.8.3	Stromverteilungsnetz.....	229
6.8.4	Medizinisches IT-System.....	241

6.8.5	Endstromkreise in medizinisch genutzten Bereichen der Gruppen 1 und 2.....	247
6.8.6	Beispiele für den Netzaufbau.....	252
6.9	Betriebsmittel.....	265
6.9.1	Hochspannungsschaltanlagen.....	268
6.9.2	Verteilertransformatoren.....	270
6.9.3	Niederspannungshauptverteiler (NSHV).....	273
6.9.4	Unterverteiler.....	275
6.9.5	Umschaltanlagen.....	276
6.9.6	Spezielle Überwachungs- und Kontrollsysteme.....	279
6.10	Netzberechnung.....	286
6.10.1	Grundlagen und Allgemeines.....	286
6.10.2	Ziele und Inhalt der Netzberechnung.....	287
6.10.3	Besonderheiten der Netzberechnung in medizinisch genutzten Bereichen.....	303
6.10.4	Erforderliche Angaben für die Netzberechnung.....	303
6.10.5	Methoden der Netzberechnung.....	304
6.10.6	Netzberechnung mit SIMARIS deSign.....	305
6.10.7	Beispiele mit Schlussfolgerungen.....	311
6.10.8	Netzberechnung bei Versorgung aus ZSV-Anlagen.....	315
7	Errichtung.....	325
7.1	Verantwortung des Errichters.....	325
7.1.1	Arbeitsmittel und Anlagen.....	326
7.1.2	Niederspannungs-Richtlinie.....	327
7.1.3	Unfallverhütungsvorschriften fordern Elektrofachkraft.....	327
7.2	Prüfung der Planungsunterlagen.....	328
7.2.1	Prüfung auf Vollständigkeit und Übereinstimmung mit dem Auftrag.....	328
7.2.2	Bezeichnungen und Beschriftungen.....	328
7.2.3	Abgrenzung, Festlegung und Definition der Schnittstellen.....	329
7.2.4	Prüfung auf Richtigkeit.....	329
7.3	Prüfung der Auflagen von Prüfstellen und Behörden.....	331
7.4	Montageplanung.....	332
7.4.1	Bauliche Voraussetzungen.....	332
7.4.2	Inhalt der Montageplanung.....	334
7.5	Anmeldung von Bedenken, Minder- und Mehrkosten.....	335
7.5.1	Fehlervermeidung.....	335
7.5.2	Nachforderungen.....	335

7.6	Montagefehler.....	336
7.7	Dokumentation.....	336
	7.7.1 Grundsätzliches.....	336
	7.7.2 Aufbau und Gliederung einer technischen Dokumentation.....	337
7.8	Prüfung der Anlage.....	338
	7.8.1 Vorbereitende Prüfungen.....	338
	7.8.2 Erstprüfung.....	339
7.9	Übergabe der fertig gestellten Anlage.....	339
	7.9.1 Übergabe an den Bauherrn oder Betreiber.....	339
	7.9.2 Betrieb bis zur Übergabe.....	339
	7.9.3 Stand-by-Aufgaben.....	340
8	Brandschutz	341
8.1	Allgemeines.....	341
8.2	Baulicher Brandschutz.....	342
	8.2.1 Ganzheitliches Brandschutzkonzept.....	344
	8.2.2 Bilden von Brandabschnitten.....	346
	8.2.3 Schutz von technischen Betriebsräumen gegen äußere Brandeinwirkung.....	349
	8.2.4 Leitungsdurchführungen.....	355
8.3	Technischer Brandschutz.....	362
	8.3.1 Von elektrischen Anlagen dürfen keine Brandgefahren ausgehen.....	362
	8.3.2 Brandursache Nr. 1: Mangelhafte elektrische Anlagen und Geräte.....	362
	8.3.3 Brandjpführen bei falscher Auswahl von Betriebsmitteln.....	363
	8.3.4 Leitungsanlagen in Rttungswegen.....	366
	8.3.5 Leitungen mit Funktionserhalt.....	368
	8.3.6 Leitungen mit verbessertem Brandverhalten.....	372
8.4	Brandverhütung.....	373
	8.4.1 Elektrische Einrichtungen und Betriebsmittel zur Brandverhütung.....	373
	8.4.2 Organisatorische Maßnahmen zur Brandverhütung . . .	374
9	Prüfungen.....	377
9.1	Gezieltes Prüfen minimiert das Risiko und spart Instandsetzungskosten.....	377
	9.1.1 Prüfen als fester Bestandteil der Instandhaltungsplanung.....	377

9.1.2	Übersicht über die zu prüfenden elektrischen Anlagen	378
9.1.3	Prüfen mit System: Besichtigen, Messen, Erproben . . .	378
9.1.4	Wer darf was prüfen?.....	380
9.1.5	Schulung der eigenen Fachkräfte.....	383
9.2	Wann soll mit dem Prüfen begonnen werden?.....	385
9.2.1	Je früher Fehler erkannt werden, umso kostengünstiger ist ihre Behebung.....	385
9.2.2	Vermeidung von Fehlern in der Erschließungs- und Rohbauplanung.....	385
9.2.3	Prüfung der Elektroplanung.....	387
9.2.4	Prüfungen während der Errichtung.....	388
9.3	Keine Prüfung ohne Unterlagen.....	390
9.3.1	Forderungen aus Verordnungen.....	391
9.3.2	Forderungen aus Unfallverhütungsvorschriften	391
9.3.3	Forderungen aus der Basisnorm DIN VDE 0100.....	391
9.3.4	Forderungen und Empfehlungen der DIN VDE 0100 Teil 710.....	392
9.3.5	Forderungen aus der Norm DIN VDE 0105.....	393
9.3.6	Forderungen aus Elt. Anlagen 2000.....	393
9.4	Erstprüfungen nach Verordnungen, UW und DIN-VDE-Normen.....	394
9.4.1	Erst prüfen, dann in Betrieb nehmen.....	394
9.4.2	Technische Prüfverordnungen der Bundesländer.	395
9.4.3	Unfallverhütungsvorschriften.....	396
9.4.4	DIN-VDE-Normen.....	397
9.4.5	Besonderheiten.....	397
9.5	Wiederholungsprüfungen.....	401
9.5.1	Erhalten des ordnungsgemäßen Zustandes.....	401
9.5.2	Prüfen in geeigneten Zeitabständen.....	401
9.5.3	Vorbereitung der Prüfungen.....	402
9.5.4	Elektrische Betriebsräume.....	403
9.5.5	Mittelspannungsanlagen, Leistungstransformatoren, Hauptverteiler.....	404
9.5.6	Verteilernetz bis Unterverteiler.....	405
9.5.7	Anlagen der Sicherheitsstromversorgung.....	406
9.5.8	Leitungsnetz.....	407
9.5.9	Elektrische Anlagen in medizinisch genutzten Bereichen.....	410
9.5.10	Elektrische Geräte.....	411

9.6	Prüfergebnisse dokumentieren und aufbewahren.....	415
9.6.1	Forderungen aus Verordnungen, UW und DIN-VDE-Normen.....	415
9.6.2	Aufzeichnung der Mängel und der Messergebnisse - Prüfprotokolle.....	416
9.7	Pflege der Bestandsunterlagen.....	420
9.8	Erforderliche Messgeräte.....	420
9.9	Mängelbeseitigung.....	421
9.9.1	Behebung sofort veranlassen.....	422
9.9.2	Nachprüfungen erforderlich.....	423
10	Betrieb und Instandhaltung.....	425
10.1	Betreiberverantwortung.....	425
10.1.1	Anwendungsbereich, Verantwortung, Aufbauorganisation.....	425
10.1.2	Pflichtenübertragung.....	426
10.1.3	Sachlicher Umfang.....	427
10.2	Instandhaltungsplanung beginnt in der Entwurfsplanungsphase.....	428
10.2.1	Betriebskosten durch weitsichtige Planung reduzieren	428
10.2.2	Schritte zum sicheren und kostengünstigen Betrieb elektrischer Anlagen und Einrichtungen.....	429
10.2.3	Verwendung von eigenen Standards.....	430
10.2.4	Fehler beim Aufbau der Grundversorgung vermeiden	431
10.2.5	Zugänglichkeit elektrischer Betriebsmittel.....	432
10.3	Arten der Instandhaltung und Wirtschaftlichkeit.....	433
10.3.1	Ausfallbedingte und planbare Instandhaltung.....	434
10.3.2	Innerbetriebliche Abstimmung der Instandhaltungsstrategie.....	435
10.4	Verpflichtungen nach bestehenden Vorschriften.....	435
10.4.1	Pflichten des Unternehmers.....	436
10.4.2	Anforderungen an das Personal.....	437
10.4.3	Laufende Schulung des Personals.....	437
10.5	Dokumentation - Instandhaltungsunterlagen.....	438
10.5.1	Anforderungen in der frühen Planungsphase stellen	438
10.5.2	Änderungen während der Errichtungsphase nachtragen.....	441
10.5.3	Notwendigkeit der laufenden Aktualisierung in der Betriebsphase.....	442

10.6 Sicherer Betrieb der elektrischen Anlagen.....	442
10.6.1 Elektrische Gefahr.....	443
10.6.2 Verhalten beim Schalten im Verteilernetz	444
10.6.3 Vorhalten von Sicherheitseinrichtungen	445
10.7 Planmäßige Inspektionen erhöhen die Wirtschaftlichkeit . . .	446
10.7.1 Gesetzlich vorgeschriebene Inspektionen.....	447
10.7.2 Inspektionen im Grundversorgungsbereich.....	448
10.7.3 Mögliche Inspektionstätigkeiten bis zur Steckdose ...	448
10.8 Gezielt Schwachstellen aufspüren.....	449
10.8.1 Ursachen bei unvorhergesehenen Betriebs- störungen feststellen.....	449
10.8.2 Auswertung der Störungsursachen.....	450
10.8.3 Betriebserfahrungen in die Planung neuer Anlagen einfließen lassen.....	452
Literaturverzeichnis.....	453
Verzeichnis ausgewählter Begriffe und Abkürzungen.....	455
Anlagen.....	461
Anlage 1 Auswahl wichtiger Gesetze und Vorschriften für elektrische Anlagen in medizinischen Einrichtungen	461
Anlage 2 Auswahl wichtiger technischer Normen für elektrische Anlagen in medizinischen Einrichtungen	464
Anlage 3 Einige wichtige Richtlinien für elektrische Anlagen in medizinischen Einrichtungen.....	473
Anlage 4 Beispiele für medizinisch genutzte Bereiche.....	474
Anlage 5 Auszug aus dem Raumverzeichnis einer Praxisklinik	479
Anlage 6 Schnittstellenmatrix.....	483
Register.....	491