

Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel - Grundlagen und Methoden

Allgemeine Rechtsgrundsätze, EG-Richtlinien, GPSG, BetrSichV,
EnWG, BGV A3, TRBS, DIN VDE 0100, DIN VDE 0105-100,
DIN IEC 60038 (VDE 0175), DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1),
DIN EN 61340 (VDE 0300), DIN EN 61010 (VDE 0411),
DIN EN 61557 (VDE 0413), DIN VDE 0701-0702,
DIN EN 61000-2/-6 (VDE 0839-2/-6),
DIN EN 61000-4, (VDE 0847-4),
DIN EN 60051

Dr. jur. Ulrich Faber
Oberingenieur Dipl.-Ing. Manfred Grapentin
Dipl.-Ing. Klaus Wettingfeld

2., aktualisierte Auflage 2010

VDE VERLAG GMBH • Berlin • Offenbach

Inhalt

Vorwort [Grapentin]	5
1 Zielsetzung für das Prüfen [Grapentin]	13
2 Rechtliche Grundlagen für die Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel [Dr. Faber/Wettingfeld]	15
2.1 Wegweiser durch den Vorschriftendschungel	15
2-. 1. Gegenstand des Technikrechts	15
2.1.2 Die wichtigsten Rechtsgrundlagen — Rechtsquellen	16
2.1.2.1 Europäisches Recht	16
2.1.2.2 Deutsches Recht	20
2.1.3 Bedeutung der verschiedenen Arten von Rechtsvorschriften: die Rechtspyramide	26
2.1.3.1 Das Grundgesetz	27
2.1.3.2 Gesetze	28
2.1.3.3 Rechtsverordnungen	29
2.1.3.4 „Autonomes Recht“: Unfallverhütungsvorschriften	31
2.1.3.5 Verwaltungsvorschriften	32
2.1.3.6 Technische Regeln	33
2.1.4 Übersicht über die Rechtsnormen und Regeln der Technik für die Praxis des Prüfers	44
2.2 Wer darf prüfen?	51
2.3 Prüfungen und Sachverständigentätigkeit	52
2.4 Anforderungen an Prüfer in verschiedenen Rechtsgebieten	56
2.4.1 Bauordnungsrecht der Länder	56
2.4.1.1 Staatlich anerkannte Sachverständige	56
2.4.2 Arbeitsschutzrecht	58
2.4.2.1 Betriebssicherheitsrecht: Befähigte Personen nach BetrSichV	38
2.4.2.2 Unfallverhütungsvorschriften: Elektrofachkraft nach BGVA3	61
2.4.3 Prüfer von überwachungsbedürftigen Anlagen	62
2.4.4 Gerichtssachverständige	62
2.5 Verantwortung und Haftung des Prüfers	63
2.5.1 Verantwortungsbereich des Prüfers bei Prüftätigkeiten	65
2.5.2 Zivilrechtliche Haftung	66
2.5.2.1 Haftung externer Prüffpersonen	66

2.5.2.2	Haftung des bei einer externen Prüforganisation angestellten Prüfers	78
2.5.2.3	Haftung des betriebsinternen Prüfers	81
2.5.3	Strafrechtliche Haftung	84
2.5.3.1	Grundlagen	84
2.5.3.2	Fahrlässigkeitsstrafaten: insbesondere fahrlässige Körperverletzung und fahrlässige Tötung	85
2.5.3.3	Fließende Übergänge zwischen grober Fahrlässigkeit und bedingtem Vorsatz	96
2.5.4	Straftatbestände in speziellen Rechtsvorschriften („Nebenstrafrecht“) und Ordnungswidrigkeitenrecht	97
2.5.5	Verwaltungsrechtliche Konsequenzen von Pflichtverletzungen	100
2.5.6	Begrenzung und Management der Haftungsrisiken	101
2.5.6.1	Schadensprävention	102
2.5.6.2	Versicherungsschutz bei Schadensfällen	103
3	Anforderungen an die Prüftechnik und das Prüfverfahren [Grapentin]	105
3.1	Betrachtungen zur Auswahl der Prüftechnik und des Prüfverfahrens	105
3.2	Anforderungen an die für die Prüfung verwendete Technik	107
3.2.1	Sicherheitstechnische Anforderungen	107
3.2.2	Anforderungen an die zuverlässige Funktion und Genauigkeit der Messtechnik	108
3.2.3	Nachweis der zuverlässigen Funktion und Genauigkeit der Prüf- und Messtechnik durch Kalibrierung	110
3.2.4	Aufschriften auf Prüf- und Messgeräte sowie auf Messzubehör	112
3.2.5	Betriebsanleitung für Prüf- und Messgeräte	116
3.3	Anforderungen an das Prüfverfahren und an die Messschaltung	116
3.4	Gesichtspunkte zur Wahl des Messverfahrens und der Messschaltung für die sicherheitstechnische Prüfung	118
4	Verfahren zur Messung der Spannungen an elektrischen Anlagen und Geräten [Grapentin]	121
4.1	Anforderungen an die Spannung	121
4.1.1	Definitionen zur Spannung, Normspannungen	121
4.1.2	Merkmale der Spannung in öffentlichen Energieversorgungsnetzen	124

4.1.3	Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit der Versorgungsspannung (EMV)	126
4.2	Prüfung und Messung der Spannung in elektrischen Anlagen ..	131
4.2.1	Das Prinzip der Spannungsmessung	131
4.2.2	Prüfung des Spannungszustands.	132
4.2.3	Das Messen von Spannungen	136
4.2.3.1	Messungen der Größe der Spannung	137
4.2.3.2	Messung der Qualität bzw. Verträglichkeit der Versorgungsspannung	140
4.3	Prüfung der Spannungsfestigkeit der elektrischen Ausrüstungen von Maschinen.	156
5	Verfahren zur Messung von Strömen in elektrischen Anlagen und Geräten [Grapentin].	159
5.1	Definitionen für Ströme in elektrischen Anlagen	159
5.2	Messung der Effektivwerte von Strömen in elektrischen Anlagen	160
5.3	Messung der Verzerrung durch Oberschwingungen im Strom ..	166
5.4	Messung vagabundierender Ströme in elektrischen Anlagen und Systemen.	169
5.5	Messung von Strömen auf Schutzleitern in elektrischen Anlagen	173
5.6	Messung der Schutzleiterströme an elektrischen Geräten.	175
5.7	Messung von Berührungs- und Ersatzableitströmen an elektrischen Geräten	177
6	Verfahren zur Messung von Widerständen/Impedanzen in elektrischen Anlagen und an Geräten [Grapentin].	181
6.1	Arten und Eigenschaften von elektrischen Widerständen.	181
6.2	Vorbetrachtungen zu Widerstandsmessungen.	186
6.3	Messung der Netzimpedanzen elektrischer Versorgungsnetze ..	187
6.3.1	Einflüsse der Netzimpedanz auf die Stromversorgung	187
6.3.2	Verfahren für die Messung der Netzimpedanz	189
6.4	Messung der Schleifenimpedanz für den Fehlerschutz.	194
6.4.1	Anforderungen an die Schleifenimpedanz für den Fehlerschutz.	194
6.4.2	Zielstellung für die Messung der Schleifenimpedanz	198
6.4.3	Durchführung der Messung zur Bestimmung der Schleifenimpedanz	199
6.4.4	Schleifenimpedanzmessgeräte.	203
6.5	Messung des Erdungswiderstands R_A	206
6.5.1	Allgemeines zur Erdung, zu Erdungsanlagen und zum Erdungswiderstand.	206

6.5.2	Messaufgabe zur Messung von Erdungswiderständen	212
6.5.2.1	Durchführung der Messung zur Bestimmung des Erdungswiderstands R^A	213
6.5.2.2	Messung des Erdschleifenwiderstands nach dem Stromzangenverfahren	219
6.5.3	Messung des spezifischen Erdungswiderstands p_E	222
6.5.4	Anforderungen an Messgeräte für die Erdungsmessung	223
6.6	Messung der Durchgangswiderstände von Schutzleitern	225
6.6.1	Allgemeines zu Schutz- und Potentielleiterverbindungen	225
6.6.2	Anforderungen an Schutz-, Potentialausgleichs- und Erdungsleitern	228
6.6.2.1	Schutz-, Potentialausgleichs- und Erdleiter in der Gebäudeinstallation	228
6.6.2.2	Schutz- und Potentialausgleichsleiter in der Maschineninstallation	230
6.6.2.3	Schutzleiter in elektrischen Betriebsmitteln	231
6.6.3	Anforderungen an Messgeräte für die Prüfung der Durchgängigkeit von Schutzleitern	231
6.6.4	Messaufgabe zur Prüfung der Durchgängigkeit von Schutzleitern	232
6.6.4.1	Prüfung der Durchgängigkeit von Schutzleitern in elektrischen Anlagen	232
6.6.4.2	Messung der Durchgängigkeit von Schutzleitern in elektrischen Ausrüstungen von Maschinen	237
6.6.4.3	Messung der Schutzleiterwiderstände von elektrischen Geräten	238
6.7	Messung der Isolationswiderstände an elektrischen Anlagen und Geräten	240
6.7.1	Vorbetrachtungen zu Isolationswiderständen	240
6.7.2	Anforderungen an das Isolationsmessgerät	242
6.7.3	Anforderungen an den Isolationswiderstand neuer elektrischer Anlagen	244
6.7.4	Anforderungen an den Isolationswiderstand betriebener elektrischer Anlagen	~245
6.7.5	Anforderungen an den Isolationswiderstand elektrischer Geräte	246
6.7.6	Durchführung der Isolationsmessung	247
6.7.7	Auswahl der Messgeräte	250
6.8	Messung des Isolationswiderstands bzw. der Isolationsimpedanz von Fußböden und von Wänden gegen Erde oder Schutzleiter	253
6.8.1	Allgemeines zur Isolationsimpedanz von Fußböden und Wänden .	253

6.8.2	Messaufgabe zur Messung der Isolationsimpedanz von Fußböden und Wänden	253
6.8.3	Durchführung der Messung	258
6.8.4	Untersuchungsbericht - Messprotokoll	259
6.9	Messung der elektrostatischen Ableitfähigkeit von Fußböden	260
6.9.1	Allgemeines zur elektrostatischen Ableitfähigkeit	260
6.9.2	Messung der elektrostatischen Ableitfähigkeit von Fußböden	262
6.9.3	Messspannung zur Messung der Ableitfähigkeit	263
6.9.4	Widerstandsmesselektroden für die Messung der Ableitfähigkeit	265
6.9.5	Messgerät für die Messung der Ableitfähigkeit	266
6.9.6	Durchführung der Messung	266
6.9.7	Untersuchungsbericht über die Messung der Ableitfähigkeit von Fußböden	268
7	Prüfungen und Messungen zum Nachweis der Fehlerabschaltung durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) [Grapentin].	269
7.1	Übersicht zu Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD).	269
7.1.1	Aufschriften auf RCD.	272
7.1.2	Wirkprinzip von RCD (Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen).	273
7.1.3	RCD für den Schutz gegen elektrischen Schlag	275
7.1.4	RCD für den Brandschutz.	279
7.2	Prüfung der Schutzmaßnahme mit RCD.	280
7.2.1	Besichtigen der Fehlerstromschutzschaltung	282
7.2.2	Erproben der Gerätefunktion von RCD.	283
7.2.3	Messung der Schutzmaßnahme mit RCD.	283
7.3	Anforderungen an Messgeräte für die RCD-Prüfung	291
8	Messung der Schutzmaßnahme in IT-Systemen [Grapentin]	295
8.1	Allgemeines zum Aufbau und zur Unterscheidung von IT-Systemen	295
8.2	Schutz-und Überwachungseinrichtungen im IT-System	298
8.3	Prüfungen und Messungen im IT-System	300
9	Messung des Drehfelds bzw. der Polarität [Grapentin].	307
9.1	Schutz vor nicht elektrischen Gefahren aus elektrischen Betriebsmitteln	307
9.2	Feststellung der Drehrichtung einer Maschine bzw. Messung des Drehsinns an Drehstromversorgungseinrichtungen	309
9.3	Prüfung der Polarität	310

10	Literatur [Grapentin].	311
10.1	Europäisches Recht	311
10.2	Gesetze, Verordnungen und Unfallverhütungsvorschriften.	312
10.3	Technische Normen	314
10.4	Richtlinien und Fachliteratur.	321
	Stichwortverzeichnis	323