

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-. 1.1 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 Prüfpersonen.	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	Fahrlässigkeitsstraftaten: 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^{\wedge}	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 Potentialleiterverbindungen.	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