

Inhalt

1	Einleitung	13
1.1	Literatur	15
2	Einführung in die Differenzstrom-Überwachung	17
2.1	Grundsätzliches Messverfahren von Differenzstrom-Überwachungsgeräten (RCMs)	18
2.2	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) und Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCM)	20
2.3	Steigender Bekanntheitsgrad	21
3	Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel nach DIN EN 61140 (VDE 0140-1)	23
3.1	Anwendungsbereich	23
3.2	Grundsätzliche Anforderungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag	24
3.3	Schutzvorkehrungen	24
3.3.1	Vorkehrungen für den Basisschutz	25
3.3.2	Vorkehrungen für den Fehlerschutz	25
3.3.3	Verstärkte Schutzvorkehrungen	26
3.4	Schutzmaßnahmen	26
3.5	Koordinierung der elektrischen Betriebsmittel und der Schutzvorkehrungen in der elektrischen Anlage	26
3.6	Besondere Bedienungs- und Wartungsbedingungen	28
3.7	Anhang A: Übersicht der Schutzmaßnahmen und deren Erfüllung durch Schutzvorkehrungen	28
3.8	Anhang B: Maximal zulässige Werte für Schutzeiterströme von Betriebsmitteln bei Wechselspannung	30
4	Aufbau von Stromversorgungssystemen nach DIN VDE 0100-100	31
4.1	Schutz zum Erreichen der Sicherheit	31
4.2	Schutz gegen elektrischen Schlag	32
4.2.1	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	32
4.2.2	Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	32
4.3	Planung einer elektrischen Anlage	33
4.4	Zweck, Stromversorgung und Aufbau einer Anlage	34
4.4.1	Leiteranordnung	34
4.4.2	Systeme nach Art der Erdverbindung	35

5	Elektrische Anlagen und Schutzmaßnahmen	
	nach DIN VDE 0100-410	43
5.1	Automatische Abschaltung der Stromversorgung	45
5.1.1	Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs) in elektrischen Anlagen	45
5.1.2	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	46
5.2	Anforderungen an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	46
5.2.1	Schutzerdung (Erdung über den Schutzleiter) und Schutzzpotentialausgleich	46
5.2.2	Schutzzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene (früher „Hauptpotentialausgleich“ genannt)	47
5.2.3	Automatische Abschaltung im Fehlerfall	47
5.2.4	Abschaltzeiten	48
5.2.5	Zusätzlicher Schutz für Endstromkreise für den Außenbereich und Steckdosen	50
5.3	TN-Systeme	52
5.4	TT-Systeme	53
5.5	IT-Systeme	54
5.6	FELV	57
5.7	Schutzmaßnahme: doppelte oder verstärkte Isolierung	58
5.7.1	Anforderungen an den Basisschutz und an den Fehlerschutz	58
5.8	Schutzmaßnahme: Schutztrennung	60
5.8.1	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) nach 413.2	61
5.8.2	Anforderungen an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) nach 413.3	61
5.8.3	Ergänzende Betrachtungen zum Basis- und Fehlerschutz	61
5.9	Schutzmaßnahme: Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV	62
5.10	Zusätzlicher Schutz	63
5.11	Anhänge von DIN VDE 0100-410	64
5.12	Schutzarten für Abdeckungen und Umhüllungen	68
5.13	Geräte zum Prüfen der Schutzmaßnahmen gemäß DIN VDE 0100-410	76
5.14	Erläuterungen der Schutzmaßnahme IT-System nach DIN VDE 0100-410	79
5.15	Literatur	86
6	Isolationswiderstand	87
6.1	Erste Sicherheitsvorschriften 1883 in Deutschland	88
6.2	Isolationswiderstand – ein komplexes Gebilde	88
6.3	Einflussgrößen auf den Isolationswiderstand	89
6.3.1	Weitere Einflussgrößen auf den Isolationswiderstand	90

6.4	Ableitstrom	91
6.4.1	Zulässige Ableitströme	92
6.5	Kosten durch zu niedrigen Isolationswiderstand	94
6.6	Informationsvorsprung durch Fehlerstrom- oder Isolationswiderstandsmessung	95
6.7	Erhöhte Wettbewerbsfähigkeit durch vorbeugende Instandhaltung	98
6.8	Isolationswiderstandsmessung und/oder Differenzstrommessung in elektrischen Anlagen?	99
6.9	Literatur	100
7	Brandgefahren durch Fehlerströme	101
7.1	Erhöhter Brandschutz durch vorbeugende Installationstechnik	102
7.2	Hinweise zu Brandschutz in Errichtungsbestimmungen	102
8	Gefährdung des Menschen durch Körperströme	103
8.1	Wirkung des elektrischen Stroms auf Menschen und Nutztiere nach DIN IEC/TS 60479-1 (VDE V 0140-479-1):2007-05	104
8.1.1	Anwendungsbereich	105
8.1.2	Begriffe	106
8.1.3	Elektrische Impedanz des menschlichen Körpers	107
8.1.4	Sinusförmiger Wechselstrom mit 50Hz/60Hz bei großen Berührungsflächen	107
8.1.5	Wirkungen von sinusförmigen Wechselströmen im Bereich von 15 Hz bis 100 Hz	109
8.1.6	Wirkungen von Gleichstrom	112
8.2	Grundsätzliche Erkenntnisse der Elektropathologie	116
8.3	Konsequenzen für Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme	117
8.4	Unfälle durch elektrischen Strom	117
8.5	Literatur	118
9	Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs)	119
9.1	Unterscheidung zwischen Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCM) und Isolationsüberwachungsgerät (IMD)	119
9.2	Differenzstrom-Überwachungsgeräte nach DIN EN 62020 (VDE 0663)	120
9.2.1	Anwendungsbereich	122
9.2.2	Klassifikation	122
9.2.3	Charakteristische Eigenschaften der Differenzstrom- Überwachungsgeräte (RCMs)	123
9.2.4	Aufschriften und Produktinformation	123
9.2.5	Anforderungen an Konstruktion und Betrieb	124

9.2.6	Prüfungen	124
9.2.7	Zusammenfassung	125
9.3	Grundsätzliches	125
10	Messtechnik von Differenzstrom-Überwachungsgeräten (RCMs)	127
10.1	Messtechnik zur Überwachung von Wechselstrom-Fehlerströmen	127
10.2	Messtechnik zur Überwachung von Gleich- und Wechselstrom-Fehlerströmen	129
10.3	Messtechnik zur richtungsselektiven Erkennung von Fehlerströmen in IT-Systemen	130
10.4	Messtechnik von richtungsselektiven Differenzstrom-Überwachungsgeräten (RCMs)	132
10.5	Messtechnik von Differenzstrom-Überwachungssystemen	135
11	Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs) in elektrischen Anlagen	137
11.1	Differenzstrom-Überwachung in DC-Systemen	139
11.2	Ableitimpedanz einer elektrischen Anlage	140
11.3	Vorströme in elektrischen Anlagen sicher im Griff	141
12	Anwendungen von Differenzstrom-Überwachungsgeräten (RCMs)	143
12.1	Betriebssicherheit in der Industriestromversorgung	143
12.2	Schutz vor Potentialdifferenzen in vernetzten Datensystemen	144
12.3	Schutz vor Datenverlust in EDV-Anlagen	146
12.4	Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel überwachen	148
12.5	Überwachung von elektrischen Anlagen nach DIN EN 50110-1 (VDE 0105-1) und DGUV Vorschrift 3 (vormals BGV A3)	150
12.6	Allstroomsensitive Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs) in geerdeten Systemen	152
12.6.1	Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln nach DIN EN 50178 (VDE 0160)	153
12.6.2	Überwachung von Batterie-Ladestationen	156
12.6.3	Überwachung von Widerstandsschweißanlagen nach DIN EN 62135-1 (VDE 0545-1):2009-07	156
12.7	Anwendung von Differenzstrom-Überwachungstechnik in der Elektromobilität	157
12.8	Anwendungen von Differenzstrom-Überwachungsgeräten und Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) in IT-Systemen	162
12.9	Sicherstellung des Auslösestroms	163
12.10	Literatur	164

13	Bestimmungen und Normentexte zu Differenzstrom-Überwachungsgeräten (RCMs) in elektrischen Anlagen	165
13.1	Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs) nach DIN VDE 0100-530:2011-06	165
13.2	Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag nach DIN VDE 0100-410:2007-06	166
13.3	Sicherheitsvorschriften für elektrische Anlagen bis 1000 V nach DIN VDE 0100-420:2013-02	166
13.4	Elektrische Anlagen von landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten nach DIN VDE 0100-705:2007-10	167
13.5	Sicherheitsvorschriften für elektrische Leistungsantriebssysteme nach DIN EN 61800-5-1 (VDE 0160-105-1):2008-04	167
13.6	Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs) in Hausinstallationen nach DIN EN 62020 (VDE 0663):2005-11	169
14	Begriffe aus VDE-Bestimmungen	171
14.1	Begriffe aus DIN VDE 0100-200:2006-06	171
14.2	Begriffe aus DIN EN 62020 (VDE 0663):2005-11	174
14.3	Begriffe aus DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03	176
14.4	DIN EN 50110-1 (VDE 0105-1):2014-02	177
14.5	DIN 31051:2012-09	178
14.6	Sonstige hilfreiche Begriffe	178
14.7	Begriffe zur Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)	179
14.8	Ausblick	180
15	Verwendete Abkürzungen	181
15.1	Normungsorganisationen	181
15.2	Sonstige im Buch verwendete Abkürzungen	185
	Stichwortverzeichnis	187