

Schutztechnik mit Isolationsüberwachung

**Grundlagen und Anwendungen des ungeerdeten IT-Systems
in medizinisch genutzten Räumen, in der Industrie, auf Schiffen,
auf Schienenfahrzeugen und im Bergbau**

Dipl.-Ing. Wolfgang Hofheinz



6. Auflage

VDE-VERLAG GMBH • Berlin • Offenbach

Inhalt

1	Einleitung	15
	Literatur	16
2	Elektrische Anlage	17
2.1	Schutz gegen elektrischen Schlag	17
2.1.1	Schutz sowohl gegen direktes als auch bei indirektem Berühren	18
2.1.1.1	Schutz durch Kleinspannungen: SELV und PELV	18
2.1.1.2	Anordnung von Stromkreisen	19
2.1.1.3	Anforderungen an SELV-Stromkreise	19
2.1.1.4	Anforderungen an PELV-Stromkreise	20
2.1.1.5	Schutz durch Begrenzung von Beharrungsberührungstrom und Ladung	20
2.1.2	Schutz gegen elektrischen Schlag unter normalen Bedingungen (Schutz gegen direktes Berühren oder Basisschutz)	20
2.1.3	Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen (Schutz bei indirektem Berühren oder Fehlerschutz)	21
2.1.3.1	Erdung und Schutzleiter	23
2.1.4	Potentialausgleich	23
2.1.4.1	Hauptpotentialausgleich	24
2.1.4.2	Zusätzlicher Potentialausgleich	24
2.2	Art der Systeme	24
2.3	Systeme nach Art der Erdverbindung	25
2.3.1	TN-Systeme	27
2.3.1.1	Schutzmaßnahmen und Schutzeinrichtungen in TN-Systemen	27
2.3.2	TT-Systeme	29
2.3.2.1	Schutzmaßnahmen und Schutzeinrichtungen in TT-Systemen	29
2.3.3	IT-Systeme	30
2.3.3.1	Schutzmaßnahmen und Schutzeinrichtungen in IT-Systemen	32
2.4	Ausführung und Wirksamkeit des zusätzlichen Potential- ausgleichs	33
2.5	Weitere Schutzmaßnahmen	33
2.5.1	Schutz durch Verwendung von Betriebsmitteln der Schutz- klasse II oder durch gleichwertige Isolierung	33
2.5.2	Schutz durch nichtleitende Räume	33
2.5.3	Schutz durch erdfreien örtlichen Potentialausgleich	34

2.5.4	Schutz durch Schutztrennung	34
2.6	Geräte zum Prüfen der Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0413	34
2.7	Geräte zum Prüfen der Schutzmaßnahmen nach EN 61557:1997	36
2.8	Geräte zum Prüfen der Schutzmaßnahmen nach IEC 61557-8:1997-02	37
	Literatur	38
3	Gerätenormen für Isolationsüberwachungseinrichtungen	39
3.1	Isolationsüberwachungsgeräte zum Überwachen von Wechselspannungsnetzen nach DIN VDE 0413-2	39
3.2	Isolationsüberwachungsgeräte für Wechselspannungsnetze mit galvanisch verbundenen Gleichstromkreisen oder Gleichspannungsnetzen nach DIN VDE 0413-8	40
3.3	Insulation monitoring devices (Isolationsüberwachungsgeräte) nach IEC 364-5-53 Second edition; 1994-06	40
3.4	Isolationsüberwachungseinrichtungen nach DIN VDE 0100-530/A1	41
3.5	Isolationsüberwachungsgeräte nach amerikanischer Norm ASTM F 1207-89	41
3.6	Isolationsüberwachungsgeräte nach amerikanischer Norm ASTM F 1134-88	41
3.7	Isolationsüberwachungsgeräte nach französischer Norm UTE C 63-080/10.90	42
3.8	Isolationsüberwachungsgeräte nach EN 61557-8:1997	42
3.9	Unterscheidung zwischen Isolationsüberwachungsgeräten und Differenzstromüberwachungsgeräten nach IEC SC 23E	44
3.10	Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche in Betrieb befindlicher IT-Systeme	45
	Literatur	45
4	Isolationswiderstand	47
4.1	Erste Sicherheitsvorschriften 1883 in Deutschland	48
4.2	Komplizierte Gebilde	48
4.3	Definition in DIN VDE	49
4.4	Einflußgrößen	50
4.5	Isolationsmessung und Überwachung	51
4.5.1	Messung im spannungsfreien Netz	51
4.5.2	Differenzstrommessung im TN- und TT-System	52

7	Zur Geschichte des ungeerdeten Stromversorgungsnetzes	97
7.1	Zur Geschichte des Schutzleitungssystems und der Isolationsüberwachung	104
	Literatur	114
8	Verwendung von IT-Systemen, Besonderheiten und Vorteile	115
8.1	Höhere Betriebssicherheit	116
8.2	Höhere Brandsicherheit	121
8.3	Höhere Unfallsicherheit infolge begrenzter Berührungsströme	123
8.4	Höherer zulässiger Erdungswiderstand	123
8.5	Informationsvorsprung im IT-System	125
	Literatur	128
9	Ungeerdetes Stromversorgungsnetz in medizinisch genutzten Räumen	129
9.1	IT-System und die Isolationsüberwachung in medizinisch genutzten Räumen nach DIN VDE 0107:1989-11	129
9.1.1	Sicherheitskonzept im Krankenhaus	131
9.1.2	Räume der Anwendungsgruppen	133
9.1.3	Stromversorgung von Räumen der Anwendungsgruppe 2	134
9.1.3.1	Zusätzlicher Potentialausgleich in Anwendungsgruppe 2	135
9.1.4	Schutz durch Meldung im IT-System	135
9.1.5	Transformatoren im IT-System	136
9.1.6	Operationsleuchten im IT-System	137
9.1.7	Versorgung für Geräte der Hemodialyse	137
9.1.8	Prüfungen der Komponenten des IT-Systems	137
9.1.8.1	Erstprüfung	137
9.1.8.2	Wiederkehrende Prüfungen	137
9.1.9	Informationen zum Beiblatt 2 zur DIN VDE 0107/09.93	138
9.1.10	IT-System nach DIN VDE 0107:1994-10	141
9.1.11	Allgemeines	141
9.2	Ungeerdete Stromversorgungsnetze in Krankenhäusern und medizinisch genutzten Räumen in den USA	142
9.2.1	Geschichtlicher Hintergrund	143
9.2.2	Gegenwärtige NFPA-Anforderungen für ungeerdete Stromversorgungsnetze	144
9.2.3	Elektrisch sichere Umgebung des Patienten	146
9.2.3.1	Grundlegendes zum Ableitstrom	147
9.2.3.2	Schutzleiterunterbrechung	149

9.2.4	Ungeerdetes Stromversorgungsnetz	149
9.2.5	Potentialausgleich	152
9.3	Internationale Überlegungen für elektrische Sicherheit in medizinisch genutzten Räumen nach IEC-Richtlinie 62A	152
9.4	Elektrische Sicherheit in medizinisch genutzten Räumen nach Entwurf IEC 364 Part 7 Section 710 (Electrical installations in hospitals and locations for medical use outside hospitals)	158
9.5	Weltweite Entwicklung ungeerdeter Netze in medizinisch genutzten Räumen	159
	Literatur	163
10	Weltweiter Einsatz ungeerdeter IT-Systeme mit Isolations- überwachung	165
10.1	IT-System in Frankreich	165
10.1.1	Einteilung der Normen	165
10.1.2	Technische Besonderheiten	165
10.2	IT-System im Vereinigten Königreich	166
10.3	IT-System in der Tschechischen Republik	167
10.4	IT-System in Bulgarien	168
10.5	IT-System in Dänemark	168
10.6	IT-System in den Vereinigten Staaten von Amerika	169
10.7	IT-System in Ungarn	170
10.8	IT-System in Belgien	170
	Literatur	171
11	Schutztechnik in Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V im Bergbau	173
11.1	Schutztechnik im Bergbau unter Tage nach DIN VDE 0118:1990-09	174
11.2	Schutz gegen gefährliche Körperströme im Untertagebereich	179
	Literatur	180
12	IT-Systeme und die Isolationsüberwachung auf Schiffen	181
12.1	Vorschriften und Bestimmungen	181
12.2	Zulässige Netzformen unter Berücksichtigung verschiedener Vorschriften	182
12.3	Unterschied zwischen einem geerdeten TN- oder TT-System und einem isolierten IT-System	182
12.4	Aufbau eines IT-Systems	186

12.5	Vorteile des IT-Systems	187
12.6	Meßtechnik von Isolationsüberwachungsgeräten	190
12.7	Selektive Isolationsfehlersuche	192
12.8	IT-Systeme auf Schiffen der Bundeswehr nach BV 30	194
	Literatur	196
13	IT-Systeme mit Isolationsüberwachung auf Schienenfahrzeu- gen	197
13.1	Anwendungsbeispiele für IT-Systeme mit Isolationsüberwachung ..	197
13.2	Einsatzorte von IT-Systemen mit Isolationsüberwachung	197
13.3	Anforderungen an die Isolationsüberwachungseinrichtung	199
13.4	Batteriegepuffertes sicherheitsgerichtetes Gleichspannungsnetz	200
13.5	Umrichter in Hauptstromkreisen	201
14	Meßtechnische Realisierung von Isolationsüberwachungs- geräten und Erdschlußwächtern	203
14.1	Isolationsüberwachung von Wechsel- und Drehstrom-IT- Systemen	203
14.1.1	Messung ohmscher Isolationsfehler	203
14.1.2	Messung der Ableitimpedanz	206
14.2	Wechselspannungsnetze mit direkt angeschlossenen Gleich- richtern oder Thyristoren	207
14.2.1	Meßverfahren mit Umkehrstufe	207
14.2.2	Meßverfahren durch Impulsüberlagerung	209
14.3	Gleichspannungsnetze	211
14.3.1	Unsymmetrie-Meßverfahren	211
14.3.2	Meßverfahren durch Impulsüberlagerung	213
14.4	Meßverfahren zur universellen Anwendung in Wechsel- und Gleichspannungs-IT-Systemen	214
14.4.1	Mikrocontroller-gesteuertes AMP-Meßverfahren zum universellen Einsatz in Wechsel- und Gleichspannungs- IT-Systemen	214
14.4.2	Mikroprozessor-gesteuertes Frequenzcode-Meßverfahren für IT-Systeme mit extremer Störbeeinflussung	216
14.5	Isolationsfehlersucheinrichtung in Wechsel- und Gleich- spannungs-IT-Systemen	217
14.5.1	Bestimmungen und Normen zur Isolationsfehlersuche	218
14.5.2	Stationäre Isolationsfehlersucheinrichtung für Gleichspannungs-IT-Systeme	219

14.5.3	Isolationsfehlersucheinrichtungen für Wechsel- und Gleichspannungs-IT-Systeme	220
14.5.4	Tragbare Isolationsfehlersucheinrichtung für Wechsel-, Drehstrom- und Gleichspannungs-IT-Systeme	222
14.6	Zusammenfassung	224
	Literatur	224
15	Wahl der Ansprechwerte von Isolationsüberwachungsgeräten	225
15.1	Ansprechwerteeinstellung für ohmsche Isolationswerte	225
15.2	Ansprechwerteeinstellung für ohmsche Isolationswerte in Hilfsstromkreisen	228
15.3	Ansprechzeiten von Isolationsüberwachungsgeräten	229
16	Bestimmungen und Normen	233
17	Definitionen zur Isolationsüberwachung	259
17.1	Definitionen nach IEC 61557-8:1997-02	259
	Bildnachweis	263
	Stichwortverzeichnis	265