

Inhaltsverzeichnis

I. Allgemeine Grundlagen des Berührungsspannungsschutzes	Seite
A. Statistik elektrischer Unfälle	1
1. Statistik der Berufsgenossenschaften	1
2. Statistik der Elektrizitätswerke	3
B. Wann ist der elektrische Strom für den Menschen gefährlich?	8
1. Verbrennungen	8
2. Einwirkung des Stromes auf das Herz	10
3. Einwirkung des Stromes auf das Nervensystem	12
4. Individuelle Veranlagung	12
C. Elektrischer Widerstand des menschlichen Körpers	13
D. Welche Spannung ist für den Menschen gefährlich?	16
E. Berührungsspannung	18
1. Begriffserklärung, Übergangswiderstand des Standortes	18
2. Messung der Berührungsspannung und des Standort-Übergangswiderstandes	22
3. Praktische Meßergebnisse	25
F. Netzverhältnisse	29
1. Allgemeines	29
2. Netze mit geerdetem Netzpunkt	30
Nulleiternetze S. 30. — Netze ohne Nulleiter S. 31	
3. Netze ohne geerdeten Netzpunkt	32
Netzsysteme mit Durchschlagsicherungen S. 32. — Netzsysteme ohne Durchschlagsicherungen S. 34	
G. Überstromschutzorgane	35
1. Arten der Überstromschutzorgane	36
2. Abschaltstrom und Abschaltzeiten	36
H. Erdungswiderstand	40
1. Begriffserklärungen	40
Erder und Erdungsleitungen S. 40. — Potential- und Stromverteilung im Erdreich S. 41. — Sperrfläche (Spannungstrichter) der Erder S. 42 — Elektrischer Widerstand des Erders S. 44	
2. Messung des Erdungswiderstandes	45
Allgemeine Gesichtspunkte S. 45. — Meßverfahren mittels Strom- und Spannungsmessung S. 46. — Schrittspannung S. 49. — Sicherheitsmaßnahmen S. 50. — Meßverfahren mit Erdungsmeßbrücken S. 51	

	Seite
3. Beurteilung des Erdungswiderstandes	55
Spezifischer Widerstand des Erdreichs S. 56. — Vorausberechnung der Erder S. 57. — Abmessungen der Erder, Mehrfacherder S. 59. — Erdberührungsfläche der Erder S. 61. — Veränderung des Erdungswiderstandes S. 62. — Tränkerder S. 63. — Gefahrenzone der Erder S. 64.	
4. Rohrnetze als Erder	66
Meßschwierigkeiten S. 66. — Übergangswiderstände S. 67. — Praktische Meßergebnisse S. 69	
J. Auftreten von Berührungsspannungen	72
1. Anforderungen an elektrische Geräte	72
2. Allgemein auftretende Fälle	72
3. Besondere Fälle	74
II. Die Schutzmaßnahmen	
A. Allgemeine Anwendungsbedingungen	76
1. Aufgabe	76
2. Anwendungsbereich	77
3. Arten und Zweckbestimmung	81
B. Kleinspannung	82
1. Wirkungsweise	82
2. Anwendung	82
3. Bedingungen	83
Schutztransformatoren S. 83. — Umformer S. 85. — Akkumulatoren S. 85. — Kleinspannungsstromkreis S. 86	
4. Anwendungsgrenze	86
5. Beurteilung	86
C. Schutzisolierung	87
1. Wirkungsweise	87
2. Anwendung	87
3. Bedingungen	88
Isolierstoffgeräte S. 88. — Isolierung des Standortes S. 91. — Entziehung der Berührung S. 93	
4. Anwendungsgrenze	94
5. Beurteilung	94
D. Schutztrennung	95
1. Wirkungsweise	95
2. Anwendung	95
3. Bedingungen	95
4. Anwendungsgrenze	96
5. Beurteilung	97
E. Schutzerdung	97
1. Wirkungsweise	97
2. Anwendung	97
3. Bedingungen	97
Allgemeine Erdungsbedingungen S. 97. — Erdungsbedingungen in Netzen ohne geerdeten Netzpunkt S. 99. — Erdungsbedingung in Netzen mit geerdetem Netzpunkt S. 102. — Betriebserdung S. 102. — Schutzerdung S. 107	

	Seite
4. Vergleich der Erdungsbemessungsformeln	115
5. Begrenzte Anwendung der Schutzerdung bei Verwendung von Einzel- erdern	116
6. Erweiterte Anwendung der Schutzerdung bei Verwendung von Wasser- rohrnetzen und Kabelbleimänteln	118
7. Prüfung der Schutzerdung	120
Prüfung durch Messung und Feststellung der Wirksamkeit S. 120. — Schleifenwiderstandsmeßgeräte S. 122	
8. Beurteilung der Schutzerdung	126
F. Nullung.	127
1. Wirkungsweise	127
2. Anwendung	128
3. Bedingungen	128
Allgemeine Bedingungen S. 128. — Erste Nullungsbedingung S. 128. — Zweite Nullungsbedingung S. 135. — Dritte Nullungsbedingung S. 138. — Erfüllung der Nullungsbedingungen durch Stations-Schutz- schalter S. 142. — Erfüllung der Nullungsbedingungen durch Haus- anschluß-Schutzschalter S. 153	
4. Kabelmäntel als Nulleiter	155
Bleimäntel S. 155. — Aluminiummäntel S. 158	
5. Verbindung von Wasserrohren mit dem Nulleiter	159
6. Prüfung der Nullung	161
7. Anwendungsgrenze der Nullung	161
8. Beurteilung der Nullung	162
G. Schutzleitungssystem	162
1. Wirkungsweise	163
2. Anwendung	164
3. Bedingungen	164
Schutzleitungssystem mit Isolationskontrolle S. 164. — Schutz- leitungssystem ohne Isolationskontrolle S. 168. — Schutzleitungs- system mit Netzkpunkt verbunden S. 169	
4. Prüfung des Schutzleitungssystems	169
5. Anwendungsgrenze	169
6. Beurteilung	169
H. Fehler Spannungsschutzschaltung	170
1. Entwicklung und Wirkungsweise	170
2. Anwendung	172
3. Bedingungen	172
Allgemeine Bedingungen S. 172. — Schutzschaltung bei von Erde isolierten Anlagenteilen S. 173. — Schutzschaltung geerdeter Anlagen- teile S. 176	
4. Prüfung der Schutzschaltung	186
5. Anwendungsgrenzen der Schutzschaltung	188
6. Beurteilung der Schutzschaltung	189
J. Fehlerstromschutzschaltung	191
1. Entwicklung und Wirkungsweise	191
2. Der Fehlerstromschutzschalter	194
3. Anwendung	196
4. Bedingungen	197

	Seite
5. Prüfung	198
6. Anwendungsgrenze	199
7. Beurteilung	200
K. Installationsmaterial für Schutzmaßnahmen	202
1. Erder, Beschaffenheit und Verlegung	202
2. Schutzleitungen	203
Leitungen für ortsfeste Verlegung S. 204. — Leitungen für orts- veränderliche Verlegung S. 204	
3. Schutzleitungsanschlüsse	205
Ortsfeste Geräte S. 205. — Ortsveränderliche Geräte S. 206. — Erdungsklemmen S. 210	
4. Schutzschalter	211
Stations-Schutzschalter S. 212. — Schutzschalter für Anschluß- anlagen S. 214	
L. Die Schutzmaßnahmen in der Praxis	219
1. Zusammenschaltung und Trennung von Erdungen in Transformatoren- stationen	220
2. Schutzerdungen an hochabgesicherten Anlagenteilen in Transfor- matorenstationen bei schwierigen Erdungsverhältnissen	225
Überwachung des Erdschlußstromes S. 226. — Verbindung der Schutzerdung mit dem niederspannungsseitigen Transformatorstern- punkt S. 228. — Isolierung S. 228. — Stations-Schutzschalter S. 229	
3. Fehler- und Störungsquellen an Schutzmaßnahmen	230
Fehler in Netzen S. 230. — Fehler in Anschlußanlagen S. 234	
4. Schutzmaßnahmen für Sonderfälle	246
5. Schutzmaßnahmen für Elektrowerkzeuge	255
Äußere Schutzmaßnahmen S. 256. — Innere Schutzmaßnahmen S. 264. — Kleinspannungs- und Hochfrequenzwerkzeuge S. 264. — Schutzisolierte Werkzeuge S. 265	
6. Schutzmaßnahmen für Elektrodenwärmegegeräte	273
7. Schutzmaßnahmen in Baderäumen	279
8. Elektrische Viehunfälle	281
Anzahl und Ursachen S. 281. — Das Vieh im elektrischen Stromkreis S. 282. — Schutzmaßnahmen gegen elektrische Viehunfälle S. 285	
9. Vergleich und Wahl der Schutzmaßnahmen	297
Sicherheitstechnische Gesichtspunkte S. 297. — Wirtschaftliche Gesichtspunkte S. 299	
M. Die Berücksichtigung der Schutzmaßnahmen bei der Planung elektrischer Anlagen	302
1. Notwendigkeit	302
2. Projektierungsbeispiele	303
Verteilungsnetze S. 303. — Anschlußanlagen S. 320. — Umschaltung von Netzen und Anschlußanlagen S. 334	
3. Prüfung der Schutzmaßnahmen	340
4. Die Verantwortung bei Schäden durch fehlende oder mangelhafte Schutzmaßnahmen	341
Schrifttum	344
Sachverzeichnis	357